

PANDUAN RSPO

MENGENAI PPT UNTUK
PENGELOLAAN & REHABILITASI
LAHAN GAMBUT

RSPO

Roundtable on Sustainable Palm Oil

VOLUME 2

PANDUAN RSPO

MENGENAI PRAKTIK PENGELOLAAN TERBAIK (PPT) UNTUK
PENGELOLAAN DAN REHABILITASI LAHAN GAMBUT

JUNI 2019

Tim editor:

Faizal Parish

Lew Siew Yan (Serena)

Muhamad Faizuddin Zainuddin

Wim Giesen

RSPO

Roundtable on Sustainable Palm Oil

PANDUAN RSPO

MENGENAI PRAKTIK PENGELOLAAN TERBAIK (PPT) UNTUK PENGELOLAAN DAN REHABILITASI LAHAN GAMBUT

Disebut juga sebagai Panduan PPT Lahan Gambut RSPO Volume 2

Parish, F., Lew, S.Y., Faizuddin, M. dan Giesen, W. (Eds.). 2019. Panduan RSPO mengenai Praktik Pengelolaan Terbaik (PPT) untuk Pengelolaan dan Rehabilitasi Lahan Gambut. Edisi Kedua, RSPO, Kuala Lumpur.

Tim editor:

Faizal Parish
Lew Siew Yan (Serena)
Muhamad Faizuddin Zainuddin
Julia Lo Fui San

e-ISBN: 978-967-11292-4-1

Nomor Referensi Publikasi RSPO: RSPO-GUI-T04-010 V2 ENG

Desain buku:

Yap Ni Yan, GEC
Publikasi ini dapat diproduksi ulangsecara keseluruhan atau sebagian dan/atau dalam bentuk apapun untuk tujuan edukasi atau tujuan non profit tanpa izin khusus dari pemegang hak cipta, dengan syarat mencantumkan sumbernya.
Publikasi ini tidak boleh digunakan untuk dijual kembali atau untuk tujuan komersial apaun tanpa menunjukkan persetujuan tertulis dari Roundtable on Sustainable Palm Oil.

Silakan ajukan semua pertanyaan ke

RSPO Secretariat Sdn Bhd
Unit A-37-1, Menara UOA Bangsar
No. 5 Jalan Bangsar Utama 1
59000 Kuala Lumpur
Malaysia

Rspo@rspo.org
www.rspo.org

Edisi Pertama dalam Bahasa Inggris, diterbitkan Oktober 2012.

Edisi kedua yang direvisi secara substansial dalam Bahasa Inggris, *e-book*, dipublikasikan pada Juni 2019

RSPO

Roundtable on Sustainable Palm Oil

DIDUKUNG OLEH:

DIHIMPUN OLEH



Pernyataan Penyangkalan:

Pernyataan, informasi teknis, dan rekomendasi yang tertuang dalam Panduan ini didasarkan pada praktik terbaik dan pengalaman serta disusun oleh anggota Kelompok Kerja Lahan Gambut 2 (Peatland Working Group/PLWG2) RSPO yang didirikan berdasarkan keputusan Dewan Gubernur RSPO. Pedoman yang terdapat dalam Panduan ini tidak serta-merta mencerminkan pandangan Sekretariat RSPO atau kontributor, sponsor, dan pendukung perorangan mana pun dalam prosesnya. Publikasi Panduan ini bukan merupakan suatu upaya dukungan dari RSPO, PLWG, maupun peserta atau pendukung mana pun yang berkontribusi terhadap pengembangan perkebunan sawit baru di area gambut. Segala upaya dilakukan untuk membuat Panduan ini selengkap dan seakurat mungkin. Akan tetapi, kealpaan ataupun kesalahan tetap berkemungkinan ada di dalamnya, baik dalam bentuk kesalahan pengetikan maupun dalam substansinya, di mana substansi tersebut dapat tergantikan seiring berjalannya waktu. Oleh karena itu, tulisan ini hanya dapat dipergunakan sebagai panduan, bukan sebagai satu-satunya dasar bagi pengelolaan perkebunan di lahan gambut. Hasil pelaksanaan praktik ini dapat berbeda-beda tergantung pada kondisi setempat. RSPO, PLWG, maupun segala kontributor atau pendukung proses tidak dapat dimintai tanggung jawab secara hukum atas hasil penerapan panduan ini.

UCAPAN TERIMA KASIH	xv
1.0 PENDAHULUAN.....	1
1.1. PENYUSUNAN PANDUAN RSPO MENGENAI PRAKTIK PENGELOLAAN TERBAIK (PPT) UNTUK PENGELOLAAN DAN REHABILITASI LAHAN GAMBUT	1
1.2. TUJUAN PANDUAN PPT DAN MANFAAT PENERAPANNYA	1
1.3. ALASAN PENGELOLAAN DAN REHABILITASI HUTAN RAWA GAMBUT	2
1.4. PERATURAN DAN PANDUAN MENGENAI PENGELOLAAN DAN REHABILITASI HUTAN RAWA GAMBUT	5
1.4.1 PRINSIP & KRITERIA (P&C) RSPO 2018	5
1.4.2 PERATURAN PERUNDANGAN INDONESIA DAN PANDUAN TERKAIT KONSERVASI LAHAN GAMBUT.....	8
1.4.3 UU, PERATURAN, DAN PANDUAN MALAYSIA TERKAIT KONSERVASI LAHAN GAMBUT	11
1.4.4 NEGARA LAINNYA	15
2.0 EKOSISTEM LAHAN GAMBUT	17
2.1. DEFINISI, PEMBENTUKAN, PERSEBARAN, DAN KLASIFIKASI LAHAN GAMBUT	17
2.2. FUNGSI DAN NILAI LAHAN GAMBUT	22
2.3. KARAKTERISTIK LAHAN GAMBUT TROPIS.....	24
2.3.1 LAHAN GAMBUT KUBAH OMBROTROPIK.....	24
2.3.2 LEMBAH ATAU CEKUNGAN GAMBUT	27
2.4. FLORA DI HUTAN RAWA GAMBUT	31
2.5. FAUNA DI HUTAN RAWA GAMBUT	33
2.6. ZONASI EKOSISTEM HUTAN RAWA GAMBUT	36
2.7. DEGRADASI HUTAN RAWA GAMBUT	39
3.0 PENGELOLAAN AREA HUTAN RAWA GAMBUT YANG ADA DI DALAM ATAU DI SEKITAR PERKEBUNAN SAWIT	43
3.1. KATA PENGANTAR	43
3.2. MENJAGA KEUTUHAN KESATUAN HIDROLOGIS GAMBUT	43
3.3. PENGELOLAAN TERPADU LAHAN GAMBUT.....	46
3.4. PEMBASAHAN KEMBALI DAN REVEGETASI PENGELOLAAN REZIM HIDROLOGI ALAMI	53
3.4.1 PENYEKATAN KANAL DAN PARIT SECARA SISTEMATIS.....	53
3.4.2 REKOMENDASI UMUM UNTUK PENYEKATAN KANAL DAN PARIT	55
3.4.3 REKOMENDASI LANJUTAN UNTUK PENYEKATAN KANAL DAN PARIT	56
3.4.4 PEMELIHARAAN TINGGI MUKA AIR SEPANJANG KANAL PERBATASAN DI ANTARA PERKEBUNAN DAN KAWASAN KONSERVASI.....	71

3.4.5	PEMULIHAN ALAMI SETELAH RESTORASI REZIM AIR	72
3.4.6	MENCEGAH NAIKNYA TINGGI MUKA AIR	73
3.5	PENCEGAHAN DAN PENGENDALIAN KEBAKARAN	73
3.5.1	PANDUAN PENCEGAHAN KEBAKARAN	75
3.5.2	KESIAPAN	79
3.5.3	RESPONS KEBAKARAN LAHAN GAMBUT	83
3.6	PENGELOLAAN PENGGUNAAN EKSTRAKTIF	84
3.7	MENGHINDARI FRAGMENTASI	85

4.0 REHABILITASI HUTAN RAWA GAMBUT DI LOKASI TERDEGRADASI 87

4.1	MENGATASI AKAR MASALAH DEGRADASI	87
4.2	PRINSIP PANDUAN REHABILITASI	91
4.3	PERENCANAAN PROYEK REHABILITASI HUTAN RAWA GAMBUT	94
4.3.1	STRATEGI REHABILITASI	94
4.3.2	PEMBENTUKAN REZIM HIDROLOGIS YANG SESUAI	101
4.3.3	IDENTIFIKASI SPESIES YANG SESUAI UNTUK REHABILITASI	102
4.3.4	MENDORONG REGENERASI ALAMI	107
4.3.5	PENANAMAN PENGAYAAN/PENANAMAN KEMBALI	108
4.4	PALUDIKULTUR	109
4.4.1	SPESIES TANAMAN PALUDIKULTUR POTENSIAL	110
4.4.2	SPESIES PALUDIKULTUR TERPILIH	111
4.4.3	EKONOMI PALUDIKULTUR	114
4.4.4	PERLUASAN PALUDIKULTUR	117

5.0 MELAKUKAN REVEGETASI PADA HUTAN RAWA GAMBUT 119

5.1	Pendahuluan	119
5.2	MENGUMPULKAN STOK BENIH DAN MENGEMBANGKAN PERSEMAIAN	119
5.2.1	MEMPERSIAPKAN BIBIT	120
5.2.2	MEMILIH PETAK PERSEMAIAN	120
5.2.3	PEMBANGUNAN RUMAH SEMAI DAN PERSEMAIAN BIBIT	121
5.2.4	MEMBANGUN PERSEDIAAN AIR	122
5.2.5	MENYEMAI BENIH DAN MENANAM KEMBALI BIBIT	122
5.2.6	PENYIAPAN KANTONG <i>POLYTHENE (POLYBAG)</i>	123
5.2.7	TANAH UNTUK MENGISI <i>POLYBAG</i>	123
5.2.8	PEMELIHARAAN BIBIT	124

5.3	PENYIAPAN PETAK REHABILITASI DAN PENANAMAN BIBIT	124
5.3.1	SURVEI LOKASI UNTUK PENYIAPAN AREA REHABILITASI	124
5.3.2	PENYIAPAN AREA REHABILITASI	125
5.3.3	PEMBANGUNAN JALAN SETAPAK SEMENTARA UNTUK AKSES KE PETAK PENANAMAN .	125
5.3.4	PEMASANGAN TIANG UNTUK PENANAMAN DAN JARAK TANAM	125
5.3.5	PENYIAPAN LUBANG TANAM DAN PENANAMAN	126
5.3.6	PENGANGKUTAN BIBIT	127
5.4	PEMELIHARAAN	128
5.4.1	PENGGANTIAN TANAMAN	128
5.4.2	PENYIANGAN LAHAN TANAM	129
5.4.3	PENCEGAHAN DAN PENGENDALIAN KEBAKARAN	129
5.4.4	PENGENDALIAN HAMA DAN PENYAKIT	129
5.5	EVALUASI WILAYAH REHABILITASI DAN PENYUSUNAN PETAK PENELITIAN PERTUMBUHAN VEGETASI	130
5.5.1	MENGEVALUASI KELANGSUNGAN HIDUP BIBIT	130
5.5.2	MENYIAPKAN PETAK PENELITIAN PERTUMBUHAN TANAMAN	130

6.0 KEMITRAAN ANTARA PERUSAHAAN PERKEBUNAN, PEMERINTAH, MASYARAKAT SETEMPAT, DAN LSM..... 137

6.1	PENDAHULUAN	137
6.2	PENDEKATAN LANSKAP	138
6.3	KETERLIBATAN MASYARAKAT	145
6.4	PENELITIAN, EDUKASI, DAN KESADARTAHUAN	149

7.0 DAFTAR PUSTAKA 151

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1-1: Definisi NKT saat ini (Sumber: Brown & Senior, 2014 diperbaiki 2018; RSPO P&C 2018)	3
Gambar 1-2: Panduan Praktik Pengelolaan Terbaik (PPT) RSPO untuk Pengelolaan dan Rehabilitasi Cagar Kawasan Sungai	7
Gambar 2-1: Peta persebaran lahan gambut di dunia (Sumber: Global Peatland Database/ Greifswald Mire Centre, 2019)	18
Gambar 2-2: Pembentukan lahan gambut berkubah tropis (Sumber: ASEAN, 2011)	19
Gambar 2-3: Diagram skematik lahan gambut berkubah (Ombrogen) (Sumber: M. J. Silvius, Wetlands International)	19
Gambar 2-4: Diagram penampang gambut cekungan di Tasek Bera, Malaysia (Sumber: Wüst, R. A., & Bustin, R. M, 2004).	20
Gambar 2-5: Peta yang menunjukkan persebaran lahan gambut tropis di wilayah Asia Tenggara (Sumber: APFP-SEApeat, 2015).	21
Gambar 2-6: Ekosistem lahan gambut di Cuvette Centrale, Cekungan Kongo, ekosistem lahan gambut tropis terbesar di dunia dengan hutan rawa gambut (hijau), badan air (biru), dan konsesi hutan (kuning) (Sumber: Miles et al., (2018).	21
Gambar 2-7: Citra satelit lahan gambut di Cekungan Muka Daratan Pastaza-Marañón di Peru (Sumber: Draper et al., (2014)	22
Gambar 2-8: Perikanan di sungai rawa gambut utamanya ditujukan untuk pemenuhan kebutuhan sehari-hari.	23
Gambar 2-9: Hasil Hutan Bukan Kayu (HHBK): pandan, rotan, dll. untuk bahan baku dinding anyam, keranjang, dsb.	23
Gambar 2-10a: Profil LiDAR-DTM lanskap gambut di wilayah Berbak, Sumatera, Indonesia. Profil memiliki variabel dengan ketinggian hingga 12 mdpl. Lima garis menggambarkan penampang melintang yang ditunjukkan pada Gambar 2-10b di bawah ini (Sumber: Silvius et al., 2018/Nasrul Ichsan, Euroconsult Mott McDonald).	25
Gambar 2-10b: Lima penampang melintang peta medan digital LiDAR di Lanskap Berbak, Jambi, Sumatera.	26
Gambar 2-11: Penampang melintang lahan gambut di Semenanjung Maludam, Sarawak yang menunjukkan kubah gambut (Sumber: Melling dan Hatano, 2004).	26
Gambar 2-12: Peta lokasi Cekungan Tasek Bera	27
Gambar 2-13: Diagram skematik kemungkinan evolusi paleo-ekologi dan sedimentologi deposit/endapan gambut di Tasek Bera selama 20.500 tahun BP.	28
Gambar 2-14a: Hutan rawa gambut di lembah gambut di antara padang rumput di perbukitan rendah podsolik di barat daya Kalimantan	29
Gambar 2-14b: Citra satelit di lanskap yang sama pada Gambar 2-14a menampilkan bentuk lahan gambut lembah yang unik di antara padang rumput perbukitan rendah podsolik di barat daya Kalimantan (Sumber: planet.com).	29
Gambar 2-15: Gambut cekungan di tepi danau lanskap Lahan Gambut Siak Kecil-Bukit Batu di selatan Provinsi Riau, Indonesia.	30
Gambar 2-16: Peta probabilitas tanah organik/ lahan gambut di Afrika Timur (Sumber: Global Peatland Database 2017 – Greifswald Mire Centre)	30
Gambar 2-17: Ramin (<i>Gonystylus bancanus</i>)	31
Gambar 2-18: Contoh A) akar banir, B) akar tunjang, dan C) pneumatophore yang memungkinkan pohon dapat bernapas di berbagai tinggi muka air.	32
Gambar 2-19a: Lahan gambut terbuka/hutan tiang (Sumber: Schultz et al., 2019)	33
Gambar 2-19b: Lahan gambut hutan palem <i>Mauritia flexuosa</i> di Cekungan Sungai Chambira, Peru (Sumber: Schultz et al., 2019).	33
Gambar 2-20: Mamalia yang ditemukan hidup di area hutan rawa gambut tropis (searah jarum jam dari kiri atas - Beruang madu, Tapir, Orangutan, dan Harimau).	34
Gambar 2-21: <i>Betta livida</i> – ikan petarung endemik hutan rawa gambut dari Hutan Rawa Gambut Selangor Utara, Malaysia (Sumber: Stefan van der Voort).	35
Gambar 2-22: <i>Paedocypris progenetica</i> – hewan bertulang belakang terkecil di dunia. Spesies ikan ini ditemukan di hutan rawa gambut di Sumatera dan pertama kali ditemukan pada tahun 2005 (Sumber: H. H. Tan).	35

Gambar 2-23: Betta uberis – ikan endemik yang hampir punah dan hidup di sungai air hitam kecil di hutan rawa gambut di Kalimantan.	35	Gambar 3-7: Jaringan saluran drainase dalam Hutan Rawa Gambut Selangor Utara dan prioritas penyekatan	52
Gambar 2-24: Zonasi lateral vegetasi di enam komunitas berfase (phasic communities) (Sumber: Anderson, 1961)	37	Gambar 3-8: Peta penggunaan lahan area 1 km zona penyangga di Hutan Rawa Gambut Selangor Utara	53
Gambar 2-25a: Hutan rawa gambut yang didominasi Shorea albida di Brunei Darussalam	38	Gambar 3-9: Ilustrasi sederhana dampak drainase dalam lokasi gambut pada hidrologi di luar perkebunan (Wetlands international, 2016)	54
Gambar 2-25b: Tampilan permukaan tanah Shorea albida yang mendominasi hutan di Brunei Darussalam	38	Gambar 3-10: Bendungan yang dibangun sebagai penyekat kanal yang sebelumnya digunakan sebagai jalur transportasi kayu guna memulihkan tinggi muka air rawa gambut.	54
Gambar 2-26: Lahan gambut terdegradasi yang berdekatan dengan perkebunan sangat rentan terhadap kebakaran (Foto diambil di area yang berdekatan dengan Cagar Hutan Klias, Sabah, Malaysia).	40	Gambar 3-11: Proses penyekatan kanal yang disederhanakan	55
Gambar 3-1a: Peta Kesatuan Hidrologis Gambut Sungai Kampar sampai Sungai Gaung, Provinsi Riau, menunjukkan kawasan konservasi (hijau) dan area pemanfaatan potensial (kuning) dari Atlas SK 130 (Sumber: Kementerian Lingkungan dan Kehutanan Indonesia, 2017).	44	Gambar: 3-12a (kiri): Lima rangkaian bendungan dari gambut yang dipadatkan dibangun di sepanjang kanal selebar 20+ meter di sisi barat Tahura OKI (zona penyangga di TN Berbak). Sekat ini dibangun saat musim hujan pada Jan-Feb 2018 dan berfungsi dengan baik setelah 1 tahun (Foto milik Mott MacDonald).	58
Gambar 3-1b: Peta basis data daring mengenai Kesatuan Hidrologis Gambut (Sumber: Kementerian Lingkungan dan Kehutanan Indonesia, 2017)	44	Gambar 3-12b (bawah): Kanal berukuran sedang di kawasan konservasi di Kalimantan Barat disekat dengan bendungan dari gambut yang dipadatkan menggunakan ekskavator.	58
Gambar 3-2: Peta untuk menunjukkan cekungan/kubah gambut tersendiri/independen di bagian Tengah Sarawak (Sumber: Academy of Sciences Malaysia, 2018).	45	Gambar 3-13: Kanal besar yang disekat dengan gambut yang dipadatkan (Sumber: Wardhana, B., 2016).	58
Gambar 3-3: Peta 3D Kesatuan Hidrologis Gambut Semenanjung Kampar yang menampilkan Hutan (2012) dalam warna hijau; hutan yang terbakar sejak 2012 dalam warna merah, serta kanal drainase dan pembalakan dalam warna biru/hitam (Sumber: Wardhana, B., 2016)	46	Gambar 3-14: Parit dengan lebar sedang yang disekat menggunakan karung pasir dan kayu.	59
Gambar 3-4: Pemanfaatan lahan di sekitar Hutan Rawa Gambut Selangor Utara (Sumber IMP-NSPSF, 2014)	49	Gambar 3-15: Sekat karung pasir di kanal besar	59
Gambar 3-5: Zona Pengelolaan Hutan Rawa Gambut Selangor Utara	50	Gambar 3-16: Sekat urukan terbuat dari kayu, karung tanah, dan urukan di kanal berukuran sedang	59
Gambar 3-6: Peta Risiko Kebakaran Hutan Rawa Gambut Selangor Utara yang menunjukkan kawasan berisiko rendah (hijau), sedang (biru), dan tinggi (merah).	51	Gambar 3-17: Sekat geobag	59
		Gambar 3-18a: Bendungan dari pecahan batu di kanal besar pada akhir tahun 2012, 2 bulan pasca pembangunan.	59
		Gambar 3-18b: Bendungan yang sama yang terbuat dari pecahan batu pada tahun 2014, setahun pasca pembangunan.	60
		Gambar 3-18c (atas): Sekat yang sama, tujuh tahun pasca pembangunan. Catatan: Di sisi yang berada jauh dari sekat, pepohonan tumbuh lebih baik dibandingkan dengan Gambar 3-18a.	60

Gambar 3-19 (kiri): Sekat Kotak Kayu untuk kanal kecil (Sumber: Kementerian Lingkungan dan Kehutanan, Indonesia)	60	Gambar 3-29: Pentingnya banyak bendungan dengan puncak tinggi agar benar-benar dapat membasahi kembali gambut (Sumber: APP dan Deltares, 2016).	67
Gambar 3-20: Sekat Papan di saluran kecil (Foto milik Alue Dohong)	61	Gambar 3-30: Peta lokasi Program Kemitraan/ Kerja Sama Sime Darby (di bagian barat daya Hutan Rawa Gambut Selangor Utara)	69
Gambar 3-21: Sekat multilapis dibangun pada tahun 2005 di kanal inlet primer Blok AB proyek Pengembangan Lahan Gambut Sejuta Hektar (PLG) yang terbengkalai di Kalimantan Tengah. Lebar sekat 30 m dan kedalaman kanal 10 m. Panjang tiang utama 12-15 m dan dipasang ke lapisan mineral di bawah gambut. Sebanyak 25.000 karung pasir (terbungkus dua lembar geotekstil besar) digunakan dalam pembangunan yang dilakukan secara manual oleh satu tim yang terdiri dari hampir 100 pekerja selama satu bulan (Foto milik Alue Dohong).	61	Gambar 3-31a: Lokasi penanaman pohon sebelumnya (2013) dan setelah penanaman serta pemeliharaan berkala (2019)	70
Gambar 3-23: Geotekstil yang membungkus sekat besar dan saluran pelimpah di bagian tengah untuk mencegah erosi.	62	Gambar 3-31b: Lokasi penanaman pohon sebelumnya (2013) dan setelah penanaman serta pemeliharaan berkala (2019)	70
Gambar 3-22: Gabion dan pintu air dengan air yang bersumber dari sumur tabung di sekitar lahan (Catatan: Struktur gabion dengan batu-batu besar tidak cocok diterapkan karena air menerobos batu dan melewati pintu air)	62	Gambar 3-31c: Proses regenerasi alami yang dilaksanakan sejak 2013 (kiri) sampai 2019 (kanan) setelah penyekatan saluran dan pencegahan kebakaran.	71
Gambar 3-24: Sekat karung pasir yang dibungkus terpal untuk mencegah erosi ketika air melewatinya	62	Gambar 3-32a: Gambar tahun 2012 yang menunjukkan muka air yang tinggi di kanal antara hutan rawa gambut dan perkebunan sawit untuk mencegah drainase tepi hutan dan meminimalkan risiko kebakaran (tetapi air tidak boleh terlalu tinggi, atau tidak menutupi permukaan gambut).	71
Gambar 3-25b: Rancangan sekat dari gambut yang dipadatkan pada kanal besar dan saluran pelimpah (Sumber: APP dan Deltares, 2016).	63	Gambar 3-32b: Gambar tahun 2018 di lokasi yang sama dengan tinggi muka air yang terpelihara antara perkebunan sawit dan hutan rawa gambut, menunjukkan pemeliharaan dan perluasan vegetasi alami.	71
Gambar 3-26: Saluran pelimpah di tengah sekat kotak kayu untuk jalur lintas kapal kecil (Sumber: Kementerian Lingkungan dan Kehutanan, Indonesia) (Catatan: Rendahnya tingkat saluran pelimpah ini menunjukkan bahwa gambut di bagian hulu tidak dibasahi dengan sempurna)	63	Gambar 3-33a: Area hutan rawa gambut yang terdegradasi oleh kebakaran di sepanjang kanal yang dijadikan jalur transportasi kayu bulat (logging canal) yang terbengkalai di Cagar Hutan Raja Musa, Malaysia pada tahun 2012.	72
Gambar 3-25a: Saluran pelimpah untuk sekat dari gambut yang dipadatkan, memungkinkan luapan air berbelok dan tidak mengikis sekat kanal utama. Catatan: dasar pintasan dibuat sangat dangkal guna memudahkan penyekatan di musim kemarau (Sumber: Wardhana, B., 2016).	63	Gambar 3-33b: Area yang sama setelah pembangunan bendungan berbahan isian batu dan regenerasi alami selama lima tahun	72
Gambar 3-27: Rancangan Sekat dan Saluran Pelimpah untuk sekat berukuran sedang (Catatan: Tingkat saluran pelimpah relatif tinggi) (Sumber: BRG, 2018)	64	Gambar 3-34a: (atas) dan 3.-34b (kanan): Pohon-pohon di hutan rawa gambut yang mati karena tinggi muka air yang naik yang disebabkan oleh pembalikan aliran air (back-flooding) akibat guludan di sekitarnya dibangun tanpa gorong-gorong di antara hutan dan lahan pertanian.	73
Gambar 3-28: Sekat karung pasir, bagian atasnya dibungkus geotekstil dan ditanami pepohonan (Sumber: Wardhana, B., 2016).	64	Gambar 3-35: Siklus Pengelolaan Kebakaran Terpadu menggabungkan komponen Pencegahan, Kesiapan, Respons, dan Pemulihan (Sumber: ASEAN, 2015)	74
		Gambar 3-36: Hutan yang terbakar di sekitar lahan yang dikembangkan untuk perkebunan sawit.	74

Gambar 3-37: Kebakaran di hutan rawa gambut tidak hanya menghanguskan vegetasi tetapi juga lapisan gambut di bawah pepohonan	75	Gambar 4-4: Contoh petautupan lahan dari Proyek PLG di Kalimantan Tengah menunjukkan hutan sempadan sungai, hutan rawa gambut, hutan terdegradasi berat, belukar, padang rumput, dan area yang baru-baru ini terbakar dan juga area pertanian, serta lokasi kanal dan badan air (Sumber: Euroconsult Mott MacDonald and Deltares, Delft Hydraulics, 2009).	96
Gambar 3-38a: Saluran perimeter perkebunan pada tahun 2012 yang dipertahankan dengan muka air rendah menyebabkan drainase hutan rawa gambut di sekitarnya, dan merupakan akar penyebab kebakaran berkala serta buruknya pertumbuhan hutan.	77	Gambar 4-5: Contoh peta yang menunjukkan area yang akan ditanami kembali sebagai bagian dari rencana rehabilitasi lahan gambut untuk salah satu blok penanaman dalam area bekas Proyek PLG di Kalimantan Tengah (Sumber: Euroconsult Mott MacDonald dan Deltares, Delft Hydraulics, 2009).	97
Gambar 3-38b: Gambar yang diperoleh pada tahun 2018 di lokasi yang sama - Saluran perimeter perkebunan yang dipertahankan dengan muka air tinggi dapat meningkatkan regenerasi alami sehingga meminimalkan risiko kebakaran.	77	Gambar 4-6: Peta menunjukkan kawasan konservasi yang tersambung oleh koridor satwa liar yang didirikan oleh Grup SIPEF.	98
Gambar 3-39: Penampang melintang hidrogeologis Kuantan-Nenasi menunjukkan lapisan pasir/kerikil yang dapat menjadi akuifer (Ismail & Ang, 1996).	78	Gambar 4-7: Jumlah total spesies berdasarkan status IUCN dan PermenLHK	99
Gambar 3-40: Bor air tanah dibangun di lahan gambut rawan kebakaran yang ada di Indonesia.	79	Gambar 4-8: Bibit jelutung di persemaian	107
Gambar 3-41: Serangkaian gambar SPBK yang menunjukkan Kode Kadar Air Serasah (FFMC) dan Indeks Cuaca Kebakaran di Malaysia dan Asia Tenggara	80	Gambar 4-9: Faktor yang dapat membatasi regenerasi hutan rawa gambut.	108
Gambar 3-42: Aplikasi ponsel pintar ASEAN Fire Alert Tool	81	Gambar 4-10: Pendekatan untuk mengatasi batasan-batasan primer.	108
Gambar 3-43: Papan tanda SPBK	82	Gambar 4-11: Gaharu (<i>Aquilaria beccariana</i>), suatu spesies paludikultur potensial, ditanam di sekitar kebun petani sawit di Selangor, Malaysia.	111
Gambar 4-1: Area bekas kebakaran (warna oranye dan merah) di sekitar TN Berbak dan di bagian barat TN Sembilang pada saat El Niño tahun 2015-2016 yang dideteksi satelit Radar pada bulan Juni-Desember 2015.	88	Gambar 4-12: Penyadapan getah jelutung di lanskap Berbak, Jambi.	111
Gambar 4-2: Pedoman dan panduan pelatihan mengenai restorasi lahan gambut yang dikembangkan BRG, Indonesia.	91	Gambar 4-13: Buah dan 'mentega' tengkawang	112
Gambar 4-3: Contoh pemetaan degradasi dan kondisi lapangan (Sumber: Euroconsult MMD et al., 2009). Area yang ditandai dengan huruf 'A' menunjukkan wilayah dengan gambut dengan banjir cukup dalam (1,5 m) (2x terbakar, 1,5 m gambut hilang); area yang ditandai dengan huruf 'B' menunjukkan wilayah dengan banjir sedang (1 m), 1x terbakar, 1 m gambut hilang; area yang ditandai dengan huruf 'C' menunjukkan wilayah dengan banjir dangkal (0,5 m), 1x terbakar, 0,5 m gambut hilang; area yang ditandai dengan huruf 'D' kondisinya serupa dengan 'C' tetapi dengan pengaruh dari sungai (hara, arus, dan sedikit erosi).	96	Gambar 4-14: Tanaman sagu dan pengolahannya	113
		Gambar 4-15: Keuntungan finansial dari komoditas pertanian yang ditanam di gambut (Sumber: Giesen, 2015)	115
		Gambar 5-1: Untuk menambah pasokan benih liar, bibit liar dapat dikumpulkan di lokasi atau di kawasan yang ada di sekitarnya.	120
		Gambar 5-2: Bibit di persemaian	121
		Gambar 5-3: Contoh persemaian yang dibuat untuk proyek rehabilitasi gambut oleh masyarakat setempat di Selangor, Malaysia.	122
		Gambar 5-4: Meletakkan anakan ke dalam polybag	123
		Gambar 5-5: Penyiapan area rehabilitasi	125
		Gambar 5-6: Pancang yang ditanam dengan tiang bambu dan diberi label.	126

Gambar 5-7: Mengeluarkan bibit yang akan ditanam dari polybag	127	Gambar 6-7a: Lembah berhutan atau cekungan gambut di antara padang rumput yang rawan kebakaran pada tanah podsolik berpasir di lanskap Ketapang Selatan	142
Gambar 5-8a: Pengangkutan bibit di lokasi penanaman	128	Gambar 6-7b: Citra satelit gambut cekungan di lanskap (Sumber: planet.com)	143
Gambar 5-8b: Pengangkutan bibit di lokasi penanaman	128	Gambar 6-8: Persebaran perusahaan sawit dan HTI serta ekosistem hutan dan lahan gambut di Lanskap Ketapang Selatan	144
Gambar 5-9: Pemberian label dan pemantauan pancang yang ditanam.	130	Gambar 6-9: Langkah-langkah pengendalian kebakaran antara dua perusahaan di dalam lanskap	145
Gambar 5-10: Pemeliharaan bulanan melalui kegiatan penyiangan di jalur tanam.	130	Gambar 6-10a: Lahan gambut terdegradasi pada April 2016 di PT BSS (bagian dari Grup IOI/SNA).	145
Gambar 5-11: Peta Hutan Rawa Gambut Selangor Utara	131	Gambar 6-10b: Lokasi yang sama pada Agustus 2018 setelah kegiatan pembasahan kembali dan pencegahan kebakaran dilakukan.	145
Gambar 5-12: Penanaman pohon oleh masyarakat untuk merehabilitasi hutan rawa gambut di Hutan Rawa Gambut Selangor Utara, Malaysia.	133	Gambar 6-11a: Anggota Komunitas SHGSU	146
Gambar 5-13a: Lokasi rehabilitasi Cagar Hutan Raja Musa tahun 2008	135	Gambar 6-12a: Menyesuaikan papan tanda SPBK ketika SHGSU berpatroli.	146
Gambar 5-13b: Lokasi rehabilitasi Cagar Hutan Raja Musa tahun 2011	135	Gambar 6-12b: Kegiatan penanaman pohon pendukung	146
Gambar 5-13c: Lokasi rehabilitasi Cagar Hutan Raja Musa tahun 2018	135	Gambar 6-11b: Logo SHGSU	146
Gambar 6-1: Peta Lahan Gambut Sungai Putri yang tumpang tindih dengan garis batas PT DAS (biru gelap) (Sumber: Bumitama/YIARI)	139	Gambar 6-13: Sekretaris SHGSU memberi pengarahannya kepada Administrator UNDP dan Eksekutif Lingkungan Negara Bagian Selangor.	147
Gambar 6-2: Orangutan	139	Gambar 6-14: Persemaian komunitas SHGSU	147
Gambar 6-3: Hutan rawa gambut di kawasan konservasi PT DAS	139	Gambar 6-15: Kegiatan kerajinan tangan dan produk oleh SHGSU	148
Gambar 6-4a (atas) dan 6-4b (kanan): Peta untuk menunjukkan koridor melalui PT GMS yang menghubungkan Lahan Gambut Sg Putri dan Gunung Tarak.	140	Gambar 6-16: Kegiatan Ekowisata menuju hutan rawa gambut yang diselenggarakan oleh SHGSU.	148
Gambar 6-5: Koridor hutan di sekitar estate PT GMS (kanan) yang terhubung ke Gunung Tarak (di latar belakang)	141	Gambar 6-17: Pusat Penelitian Lahan Gambut Princess Sirindhorn, Provinsi Narathiwat, Thailand	149
Gambar 6-6: Dataran banjir yang luas di Lanskap Ketapang Selatan	142	Gambar 6-18: Pusat Keunggulan Negara Bagian Selangor untuk Hutan Rawa Gambut	150
		Gambar 6-19: Uraian singkat Penasihat Sains Perdana Menteri Malaysia di Pusat Keunggulan Selangor untuk Hutan Rawa Gambut.	150

TABEL

Tabel 1-1: Syarat lebar cagar kawasan sungai (DID Malaysia)	14	Tabel 4-7: Bibit yang tersedia untuk rehabilitasi hutan rawa gambut.	109
Tabel 1-3: Cagar kawasan sungai berdasarkan kode praktik pembalakkan di Papua Nugini	15	Tabel 5-1: Bibit yang ditanam di persemaian hutan PT BBS dari bulan Oktober 2016-Juli 2017	120
Tabel 1-2: Zona lindung untuk badan air di Republik Demokratik Kongo	15	Tabel 6-1: Jenis pemanfaatan lahan di Lanskap Ketapang Selatan	143
Tabel 3-1: Unsur penting dalam proses pengelolaan terpadu lahan gambut	47	KOTAK	
Tabel 3-2: Total kawasan Hutan Rawa Gambut Selangor Utara sebagaimana tercantum dalam dokumen pengukuhan resmi	47	KOTAK 1-1 Panduan Praktik Pengelolaan Terbaik (PPT) RSPO untuk Pengelolaan dan Rehabilitasi Cagar Kawasan Sungai (2017) merujuk silang pada P&C 2018	7
Tabel 3-3: Panjang jaringan kanal drainase bekas pembalakan dan pertanian yang ada di Hutan Rawa Gambut Selangor Utara (Sumber: Selangor Forestry Department, 2017)	52	BOX 2-1 Tasek Bera Basin, Wüst <i>et al.</i> , (2004)	27
Tabel 3-4: Jenis sekat kanal untuk lahan gambut	57	KOTAK 3-1 Rencana Pengelolaan Terpadu Hutan Rawa Gambut Selangor Utara	47
Tabel 3-5: Jenis saluran pelimpah	62	KOTAK 3-2 Pengalaman praktik penyekatan kanal di Kalimantan Tengah (Euroconsult Mott Macdonald <i>et al.</i> , 2008a)	64
Tabel 4-1: Strategi rehabilitas terkait tingkat degradasi dan pengelolaan yang diusulkan (Catatan: Daerah budi daya adalah zona pemanfaatan dan daerah konservasi adalah zona konservasi) (Sumber: Giesen, 2015)	95	KOTAK 3-3 Pembasahan kembali hutan rawa gambut tropis di Taman Nasional Sebangau, Kalimantan Tengah, Indonesia	67
Tabel 4-2: spesies pohon gambut dan zona ekologis utama (spesies pohon utama yang terdapat di ketiga komunitas hutan rawa gambut pada gambut dengan ketebalan yang semakin meningkat di kubah gambut di DAS Sebangau, Kalimantan Tengah. Diadaptasi dari Page dan Waldes , 2005).	102	KOTAK 3-4 Program Kemitraan Sime Darby dalam melakukan konservasi dan rehabilitasi Hutan Rawa Gambut Selangor Utara	68
Tabel 4-3: Spesies hutan rawa gambut perintis/ sekunder di Sumatera dan Kalimantan (Sumber: van der Laan (1925), Giesen (1990), Bodegom <i>et al.</i> , (1999), Kessler (2000), Giesen (2004), van Eijk & Leenman (2004), dan Giesen (2008))	103	KOTAK 4-1 Penyebab degradasi hutan rawa gambut di Taman Nasional Berbak-Sembilang, Indonesia	87
Tabel 4-4 Spesies yang dimanfaatkan dalam uji coba restorasi di Asia Tenggara (diadaptasi dari Giesen, 2008).	104	KOTAK 4-2 Merestorasi lahan gambut terdegradasi di Indonesia: Pendekatan 3R oleh Alue Dohong	89
Tabel 4-5: Spesies hutan rawa gambut yang sesuai untuk program rehabilitas berdasarkan beberapa rezim banjir (diadaptasi dari Giesen, 2008).	105	KOTAK 4-3 Contoh perencanaan dan pemetaan proyek rehabilitasi hutan rawa gambut dari Area Bekas Proyek PLG	97
Table 4-6: Spesies hutan rawa gabut yang cocok untuk dimanfaatkan kayu dan HHBK-nya. (Sumber: Giesen, 2008 - lih. juga Giesen <i>et al.</i> , 2015)	106	KOTAK 4-4 Menghubungkan area konservasi di PT Tolan Tiga Indonesia/Grup SIPEF (Sumber: Damanik <i>et al.</i> , 2019)	98
		KOTAK 4-5 Inventarisasi Flora dan Fauna oleh WWFI	99
		KOTAK 4-6 Contoh Penawaran Bibit di Indonesia	109
		KOTAK 4-7 Ekonomi HHBK rawa gambut (dari Giesen, 2015)	114
		KOTAK 4-8 Spesies paludikultur dan toleransi terhadap banjir (Sumber: Giesen & Nirmala 2018: Laporan Restorasi Lahan Gambut: Kasus di Indonesia)	116

KOTAK 5-1 Persemaian pohon hutan PT SNA di Ketapang, Kalimantan Barat	120	LAMPIRAN	
KOTAK 5-2 Rehabilitasi Cagar Hutan Raja Musa, Selangor, Semenanjung Malaysia	131	LAMPIRAN 1: Glosarium dan Singkatan	159
KOTAK 6-1 FPIC untuk pengerjaan restorasi lahan gambut di Kalimantan Tengah	137	LAMPIRAN 2: Ringkasan Kerangka Acuan Untuk RSPO Kelompok Kerja Lahan Gambut Kedua (PLWG-2)	162
KOTAK 6-2 Konservasi lahan gambut dan koridor satwa liar oleh Bumitama Agri Limited	138	LAMPIRAN 3: Panduan Audit Gambut RSPO untuk Indikator 7.7.7 P&C RSPO 2018	164
KOTAK 6-3 Lanskap Ketapang Selatan	141		
KOTAK 6-4 Kemitraan dengan Sahabat Hutan Rawa Gambut Selangor Utara dalam kegiatan rehabilitasi hutan	146		

UCAPAN TERIMA KASIH

Panduan RSPO mengenai Praktik Pengelolaan Terbaik (PPT) untuk Pengelolaan dan Rehabilitasi Lahan Gambut (Panduan PPT Lahan Gambut RSPO Volume 2) berhasil disusun dengan dukungan dari banyak pihak. RSPO mengucapkan terima kasih kepada semua anggota PLWG 2 dan Ketua PLWG 2 (Faizal Parish dari Global Environment Centre/GEC dan Joshua Mathews dari Bumitama Gunajaya Agro/BGA), serta kontribusi dari anggota RSPO dan industri atas selesainya peninjauan dan revisi terhadap panduan ini.

Apresiasi khusus diberikan kepada Global Environment Centre yang telah memfasilitasi keseluruhan proses peninjauan dan pembaharuan dan merevisi informasi dengan masukan dari PLWG dan kontributor lainnya. Apresiasi juga diberikan kepada PT BNS (Minamas of Sime Darby Group), Estate Adong (Woodman Plantation), dan Estate Sungai Balim (Sarawak Oil Palms Berhad) sebagai tuan rumah dalam kunjungan lapangan selama periode persiapan dan peninjauan. Kontribusi yang besar juga telah diberikan oleh semua pihak yang menghadiri konsultasi di Bali (Indonesia) pada bulan November 2017 dan di Miri (Sarawak, Malaysia) pada bulan Januari 2018. Masukan dan komentar yang penting juga telah diberikan oleh banyak pihak selama periode konsultasi publik, terutama oleh Malaysian Palm Oil Board (MPOB), USAID Lestari Project, dan berbagai ahli, termasuk di dalamnya Dr Stephanie Evers, Dr Susan Page, Professor Hans Joosten, dan Drs Marcel Silvius. Foto-foto yang disertakan di sini sebagian besar diberikan oleh GEC, kecuali gambar-gambar yang diberi catatan. Studi kasus yang baru dan masukan lainnya diberikan oleh Bumitama Ltd, IOI, Badan Restorasi Gambut (BRG) Indonesia, SIPEF, Sime Darby, dan WWF.

Pendanaan untuk mendukung penyusunan dan pencetakan Panduan PPT Lahan Gambut ini disediakan oleh RSPO serta proyek yang didanai oleh Dana Internasional untuk Pengembangan Pertanian (International Fund for Agriculture Development/IFAD), yakni Tindakan Terukur untuk Pengelolaan Lahan Bebas Asap di Asia Tenggara (*Measurable Action for Haze Free Land Management in Southeast Asia/MAHFSA*) melalui Sekretariat ASEAN dan GEC.



1.0 PENDAHULUAN

1.1. PENYUSUNAN PANDUAN RSPO MENGENAI PRAKTIK PENGELOLAAN TERBAIK (PPT) UNTUK PENGELOLAAN DAN REHABILITASI LAHAN GAMBUT

Panduan ini pada mulanya disusun dengan arahan dari Kelompok Kerja Lahan Gambut (*Peatland Working Group*/"**PLWG**") Roundtable on Sustainable Palm Oil (RSPO) yang dibentuk pada tahun 2010 untuk menanggapi keputusan Majelis Umum RSPO 2009. Saat ini, Panduan ini telah dimodifikasi pada tahun 2017-2019 agar mencantumkan data, informasi, metode, dan penelitian serta pengembangan yang baru oleh PLWG kedua (PLWG-2) yang dibentuk pada bulan Maret 2017. Cakupan dan keanggotaan PLWG 2 dapat dilihat pada Lampiran 2. Panduan ini difokuskan pada pemeliharaan vegetasi alami yang ada saat ini di dalam dan di lokasi yang berdampingan dengan perkebunan sawit pada lahan gambut serta rehabilitasi area lahan gambut terdegradasi. Panduan ini menjadi pelengkap bagi 'Panduan RSPO mengenai Praktik Pengelolaan Terbaik (PPT) untuk Budi Daya Sawit yang Sedang Berjalan di Lahan Gambut' yang disusun pada tahun 2011-2012 dan juga direvisi pada tahun 2017-2019 (Parish *et al.*, 2019a).

1.2 TUJUAN PANDUAN PPT DAN MANFAAT PENERAPANNYA

Tujuan dari Panduan ini adalah memberikan serangkaian panduan praktis mengenai PPT yang penting bagi rehabilitasi dan pengelolaan lokasi berhutan atau terdegradasi di dalam atau di sekitar perkebunan sawit yang sedang berjalan di lahan gambut, termasuk di dalamnya cagar kawasan sungai, kawasan Nilai Konservasi Tinggi (NKT), kawasan Stok Karbon Tinggi (SKT), dan/atau lahan gambut yang dicadangkan atau kawasan konservasi. Dokumen ini juga memberikan panduan bagi rehabilitasi lokasi di mana tanaman sawit telah dibersihkan secara bertahap sebagai hasil dari penilaian drainabilitas atau untuk alasan lainnya.

Panduan ini didasari atas pengalaman pengelolaan dan rehabilitasi lahan gambut oleh anggota RSPO dan organisasi lainnya yang sebagian besar berada di Asia Tenggara dan sebagian kecil di Afrika dan Amerika Latin. Panduan ini juga merujuk pada peraturan dan panduan nasional, khususnya dari Indonesia dan Malaysia yang memiliki pengalaman yang begitu luas dalam pengelolaan dan rehabilitasi lahan gambut.

Panduan ini adalah bagian dari upaya RSPO dan para anggotanya, terutama produsen, dalam menanggapi kekhawatiran pemangku kepentingan dalam mendorong pelaksanaan PPT dan berkontribusi pada pengelolaan lahan gambut berkelanjutan sebagai bagian dari menurunkan dampak budi daya sawit di lahan gambut.

Meskipun pemeliharaan hutan rawa gambut yang berdampingan dengan perkebunan sawit yang memiliki kondisi baik dengan pengelolaan air yang baik mungkin untuk dilakukan, lahan gambut yang telah terdegradasi dan dikeringkan hampir tidak mungkin dapat direstorasi kembali ke kondisi aslinya. Pada kasus tersebut, tujuan yang perlu ditetapkan yakni sebanyak mungkin melakukan praktik rehabilitasi lokasi gambut terdegradasi agar kembali sebagaimana kondisi aslinya.

Panduan ini juga merupakan kunci untuk mematuhi P&C RSPO. P&C RSPO 2013 dan 2018 mencakup persyaratan penting bagi konservasi dan rehabilitasi lahan gambut di dalam dan sekitar perkebunan sawit. Panduan ini menyajikan pedoman praktis bagi perusahaan anggota RSPO untuk memelihara dan meningkatkan kawasan konservasi lahan gambut dan mencapai target kunci untuk produksi sawit berkelanjutan.

1.3 ALASAN PENGELOLAAN DAN REHABILITASI HUTAN RAWA GAMBUT

Lahan gambut dataran rendah tropis yang terdapat di Asia Tenggara, Afrika Tengah dan Barat, dan Cekungan Amazon ditumbuhi vegetasi alami hutan rawa gambut yang terdiri atas spesies yang dapat beradaptasi dengan tingkat muka air yang tinggi dan kondisi keasaman yang tinggi. Jika perkebunan sawit dikembangkan di area lahan gambut, maka vegetasi alami tersebut biasanya dibersihkan, kecuali area-area yang ditetapkan untuk konservasi atau dinilai tidak cocok untuk budi daya sawit. Rehabilitasi beberapa lokasi tertentu di dalam area perkebunan yang lebih luas dapat memberikan manfaat bagi perkebunan, lingkungan, dan masyarakat setempat.

Berikut ini adalah alasan khusus untuk pengelolaan dan rehabilitasi hutan rawa gambut terkait budi daya sawit pada lahan gambut.

Nilai Konservasi Tinggi (NKT) di dalam atau di lokasi yang berdampingan dengan Area Perkebunan

Konsep NKT dikembangkan guna memberikan kerangka kerja untuk mengidentifikasi area-area dengan atribut khusus yang sangat penting bagi keanekaragaman hayati dan/atau masyarakat setempat. Hutan rawa gambut adalah ekosistem unik dan sumber daya yang penting bagi masyarakat setempat. Jika tidak ada tujuan pemanfaatan lainnya, kawasan ini sering kali ditetapkan sebagai kawasan NKT. Konservasi dan pemeliharaan NKT ditetapkan dan ditingkatkan di dalam P&C RSPO 2018.

NKT sebelumnya didefinisikan sebagai berikut (HCV Toolkit, 2008):

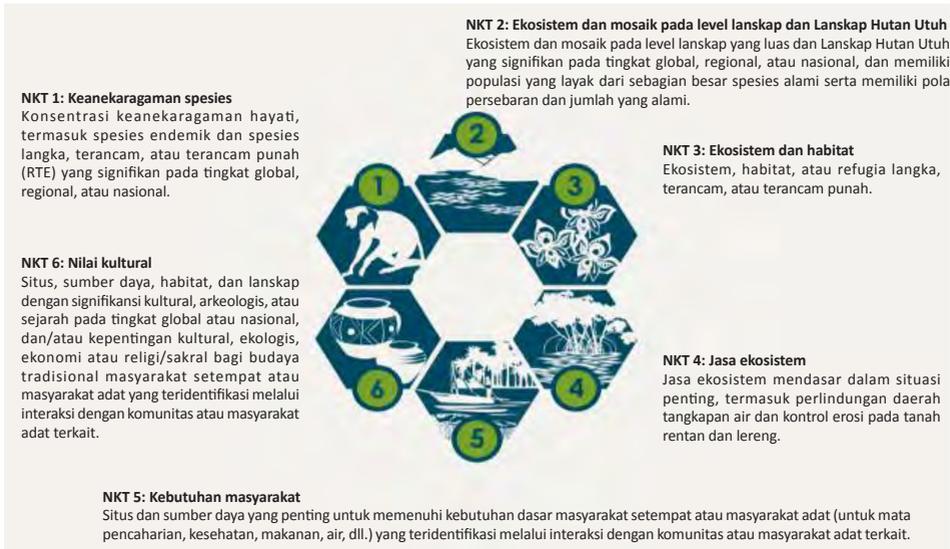
Kawasan Bernilai Konservasi Tinggi (KBKT): Kawasan yang penting untuk memelihara atau meningkatkan satu atau lebih NKT. Berikut ini adalah 6 jenis NKT.

- **NKT 1.** Kawasan yang memiliki konsentrasi nilai keanekaragaman hayati yang signifikan di tingkat global, regional, atau nasional (contohnya: endemisme, spesies terancam punah).
- **NKT 2.** Kawasan yang mencakup hutan besar pada level lanskap yang signifikan pada tingkat global, regional, atau nasional, yang terdapat di dalam, atau mencakup unit manajemen, di mana terdapat populasi yang layak dari sebagian atau semua spesies yang muncul secara alami dan hidup dalam pola distribusi dan jumlah yang alami.
- **NKT 3.** Kawasan yang terdapat di dalam atau mencakup ekosistem langka, terancam, atau terancam punah.
- **NKT 4.** Kawasan yang menyediakan jasa lingkungan mendasar dalam situasi kritis (contohnya perlindungan daerah tangkapan air, kontrol erosi).
- **NKT 5.** Kawasan yang fundamental dalam memenuhi kebutuhan mendasar masyarakat setempat (contohnya subsisten, kesehatan).
- **NKT 6.** Kawasan yang penting bagi identitas kultural tradisional masyarakat setempat (wilayah yang signifikan secara kultural, ekologi, ekonomi, atau religi, yang diidentifikasi dengan bekerja sama dengan masyarakat setempat). Lih. 'The HCVF Toolit' - tersedia pada www.hcvnetwork.org

Koridor Satwa Liar

Koridor satwa liar adalah area habitat yang menghubungkan populasi satwa liar yang terpisahkan oleh kegiatan manusia (seperti misalnya jalan, pembangunan, atau pertanian). Penetapan dan pemeliharaan koridor satwa liar memungkinkan adanya pertukaran materi genetik di antara populasi-populasi tersebut yang dapat membantu mencegah dampak negatif perkawinan sekerabat (*in breeding*) dan menurunnya keragaman genetik yang sering terjadi di dalam populasi yang terisolasi. Hal ini dapat berpotensi menurunkan beberapa pengaruh buruk dari fragmentasi habitat.

Selain itu, hal yang juga lebih penting bagi perkebunan sawit adalah pemeliharaan koridor satwa liar yang sistematis dan terencana di dalam dan di lokasi-lokasi yang berdampingan dengan estate perkebunan tersebut untuk pergerakan satwa liar dan membantu menurunkan konflik antara manusia dengan satwa liar. Jika tidak dikelola dengan efektif, konflik antara manusia dengan satwa liar



Gambar 1-1: Definisi NKT saat ini (Sumber: Brown & Senior, 2014 diperbaiki 2018; RSPO P&C 2018)

dapat memiliki sumber daya abadi dan implikasi biaya bagi setiap perkebunan sawit yang beroperasi di kawasan-kawasan yang memiliki populasi satwa besar, khususnya mamalia besar seperti gajah dan harimau, dan primata seperti orangutan, owa, atau gorila (lih. Dargie, 2017).

Cagar Kawasan Sungai atau Zona Penyangga Perbatasan

Cagar kawasan sungai pada dasarnya adalah lahan yang berdekatan dengan sungai kecil dan sungai, dan merupakan wilayah transisi yang unik antara habitat akuatik dan terestrial. Meskipun hanya merupakan bagian kecil suatu lanskap, cagar kawasan sungai yang utuh dan fungsional merupakan habitat penting bagi keanekaragaman hayati dan menyediakan jasa ekosistem. Di Indonesia, cagar kawasan sungai secara resmi ditetapkan sebagai zona jalur hijau selebar 50-200 m yang berdampingan dengan sungai kecil (50 m), sungai (100 m), dan gambut/rawa (200 m). Malaysia mewajibkan cagar kawasan sungai selebar 5-50 m, bergantung pada lebar saluran air.

Berikut ini adalah alasan utama mengapa cagar kawasan sungai di dalam dan di lokasi-lokasi yang berdampingan dengan perkebunan sawit perlu dilestarikan, dipelihara, dan direhabilitasi.

- **Peningkatan kualitas air:** Sumber polusi sebaran, termasuk di dalamnya limpasan dari perkebunan, menyumbang berbagai polutan ke dalam sistem sungai. Polutan ini mencakup sedimen, unsur hara, limbah organik, bahan kimia, dan logam. Cagar kawasan sungai berfungsi sebagai penyangga yang menghadang sumber-sumber polusi sebaran. Secara khusus, vegetasi sempadan menyerap logam berat dan unsur hara, memerangkap sedimen yang terbawa dalam limpasan, dan menyediakan habitat bagi organisme mikro yang membantu mengurai polutan. Oleh karena itu, pada perkebunan yang menggunakan pupuk, pestisida, dan herbisida, pemeliharaan cagar kawasan sungai bervegetasi pada lebar yang mencukupi sangat penting untuk meminimalkan jumlah polutan yang masuk ke dalam sungai.
- **Mitigasi banjir:** Vegetasi sempadan meningkatkan kekasaran permukaan dan saluran, sehingga berfungsi untuk memperlambat air permukaan yang masuk ke sungai dan menurunkan laju aliran di dalam sungai. Hal ini sedikit membantu mengurangi jumlah dan intensitas banjir di hilir.

- **Stabilisasi tepi sungai:** Vegetasi sempadan melindungi tepi sungai dari erosi atau gerusan yang disebabkan oleh hujan, aliran air, dsb. Penyebab erosi adalah hilangnya vegetasi sempadan yang mengakibatkan sedimentasi sungai dan meningkatkan banjir serta kerusakan tepi sungai, sehingga membutuhkan perbaikan yang berbiaya tinggi seperti misalnya bendungan pelana (*dike*), tanggul (*levee*), dan dinding penahan banjir.

Para pekebun perkebunan sawit memiliki peran dalam mengidentifikasi, mengelola, dan meningkatkan cagar kawasan sungai dan hutan rawa gambut yang berada atau berdekatan dengan lahannya. Idealnya, area tersebut diidentifikasi saat tahap awal pengembangan perkebunan. Area tersebut juga harus dilestarikan/dikelola, dan bahkan direhabilitasi jika perlu. Kegiatan di tahap awal sangat penting guna menghindari biaya yang tinggi untuk merehabilitasi cagar kawasan sungai yang dibuka atau ditanami (sawit) dalam jangka panjang. Perkebunan yang terlanjur menanam sawit di cagar kawasan sungai harus mengambil langkah-langkah pemulihan area ke kondisi aslinya.

Area-Area di dalam Perkebunan yang Tidak Dapat Dikeringkan

Subsidi gambut tanpa henti dapat menyebabkan beberapa area yang pada awalnya dapat dikeringkan dengan memanfaatkan gaya gravitasi, menjadi tidak dapat dikeringkan setelah beberapa tahun budi daya sawit dilakukan. Selain itu, jika lapisan tanah mineral berada di bawah rata-rata muka air, area tersebut mungkin saja tidak dapat dikeringkan dalam waktu yang cukup lama sehingga budi daya tidak mungkin dilakukan. Area tersebut dapat meluas, terutama untuk dataran rendah pesisir di Asia Tenggara. Pergerakan tektonik yang terjadi pada 8.000 tahun belakangan di kawasan tersebut telah mengurangi elevasi dataran rendah pesisir (mis. pesisir timur Sumatera, pesisir selatan Kalimantan Indonesia, dataran pesisir Sarawak, pesisir barat Semenanjung Malaysia), sehingga menyebabkan banyak dasar lahan gambut saat ini berada di bawah rata-rata muka air sungai dan laut. Area ini harus dibatasi dengan jelas, tidak dikembangkan untuk budi daya sawit, dan jika memungkinkan, direhabilitasi.

Area yang Diprediksi akan Menghadapi Masalah Drainase di Masa Mendatang

Sesuai dengan P&C RSPO (Indikator 4.3.4 P&C 2013 dan Indikator 7.7.5 P&C 2018), sebelum penanaman kembali di lahan gambut, sangat disarankan untuk melakukan penilaian drainabilitas guna menentukan viabilitas drainase perkebunan dalam jangka panjang. Penilaian ini dipandu dengan Prosedur Penilaian Drainabilitas RSPO (2018). Hasil penilaian dapat memberi petunjuk apakah sawit boleh ditanam kembali atau area harus dialihkan untuk tanaman yang lebih toleran terhadap air atau direhabilitasi sebagai ekosistem alami. Untuk praktik terakhir, Panduan ini menyajikan pedoman lebih lanjut.

Pencegahan Gangguan Hidrologi di sekitar Hutan Rawa Gambut

Lahan gambut membentuk kesatuan hidrologis yang saling berhubungan, sehingga pembukaan dan pengeringan lahan yang berdampak dengan hutan rawa gambut (mis. tepian kubah gambut) dapat menimbulkan perubahan hidrologis dan degradasi lanjutan di lahan tersebut. Dampak drainase sering kali melampaui garis batas perkebunan antara 500 m sampai dua kilometer, bergantung pada intensitas drainase dan konduktivitas hidrologis lahan gambut, sehingga berpotensi mempengaruhi hutan rawa gambut sekitarnya.

Pencegahan Kebakaran

Faktor utama kebakaran gambut adalah pengeringan lahan gambut. Risiko kebakaran meningkat akibat sistem drainase di perkebunan. Drainase memicu pengeringan dan hal ini secara signifikan meningkatkan risiko kebakaran, terutama jika api digunakan sebagai alat untuk membuka lahan sekitar. Pemeliharaan vegetasi alami dan tinggi muka air tanah yang tepat di area cagar kawasan sungai dan konservasi dapat membantu mencegah kejadian dan meluasnya kebakaran ke area budi daya. Berdasarkan penelitian terbaru, ketentuan tinggi muka air tanah 10-20 cm di bawah permukaan muncul karena risiko kebakaran meningkat secara signifikan pada tinggi muka air di bawah rentang tersebut (Putra *et al.*, 2018).

Pengelolaan Gangguan/Perambahan

Fasilitas akses kini menjadi masalah, contohnya, infrastruktur yang dibangun oleh perkebunan dapat menjadi akses bagi para pemburu gelap untuk masuk ke dalam hutan rawa gambut yang berdampingan dengan perkebunan tersebut. Pengelolaan cagar kawasan sungai dan batas perkebunan yang tepat sangat penting untuk mencegah gangguan/perambahan oleh pendatang atau penghuni ilegal. Hal ini merupakan masalah besar di Indonesia dan Malaysia.

Memelihara dan Meningkatkan Cadangan Karbon

Sebagai bagian dari upaya untuk mengurangi emisi Gas Rumah Kaca (GRK), perkebunan sawit sangat disarankan untuk memelihara dan meningkatkan cadangan karbon di atas permukaan serta meminimalkan hilangnya cadangan karbon gambut di bawah permukaan di kawasan konservasi atau rehabilitasi. Cadangan karbon dapat dilestarikan dan ditingkatkan dengan cara memelihara dan merehabilitasi zona penyangga dan kawasan NKT. Perkebunan sawit juga disarankan untuk melestarikan kawasan berhutan di sekitar perkebunan (atau di dalam perkebunan, jika diperlukan). Pengelolaan hutan rawa gambut sekitar oleh perkebunan dapat mengurangi profil emisi GRK bersih, sehingga menjadi bagian yang bermanfaat dari strategi pengurangan emisi GRK serta menekan risiko (mis. kebakaran) akibat pemanfaatan lahan yang tidak tepat di lahan gambut sekitar. Sejalan dengan hierarki mitigasi dampak, pertama-tama perusahaan harus mencegah dampak dan emisi, kemudian meminimalkan dampak (termasuk melakukan restorasi di lapangan dan tindakan lainnya), dan terakhir memberikan ganti rugi untuk dampak yang masih ada dan tidak dapat dicegah.

1.4 PERATURAN DAN PANDUAN MENGENAI PENGELOLAAN DAN REHABILITASI HUTAN RAWA GAMBUT

Area lahan gambut harus diidentifikasi dan menjalani beberapa Penilaian Dampak Lingkungan dan Sosial (EIA, SIA, dan SEIA) yang ketat. Selain itu, penghasil sawit besar seperti Indonesia dan Malaysia perlu mematuhi undang-undang perencanaan, peraturan mengenai pencemaran, penyangga sungai, hukum yang mengatur pembukaan lahan tanpa bakar, dan sejumlah undang-undang lain yang mengatur berbagai aspek industri.

Berikut ini adalah berbagai peraturan dan panduan terkait pengelolaan dan rehabilitasi hutan rawa gambut. Peraturan dan panduan tersebut terdiri dari:

- Prinsip dan Kriteria (P&C) RSPO 2018 dan panduan pemeliharaan kawasan konservasi dan cagar kawasan sungai
- Peraturan khusus lahan gambut
- Peraturan di Malaysia, Indonesia, dan negara lainnya

1.4.1 PRINSIP & KRITERIA (P&C) RSPO 2018

P&C RSPO 2018 menggabungkan panduan khusus mengenai lahan gambut ke dalam Kriteria 7.7 sebagai berikut.

Kriteria 7.7 Penanaman baru tidak dilakukan di atas lahan gambut, terlepas berapapun kedalamannya, setelah tanggal 15 November 2018, dan semua lahan gambut dikelola secara bertanggung jawab.

Indikator

7.7.1 (C) Tidak ada penanaman baru yang dilakukan di atas lahan gambut, terlepas berapapun kedalamannya, setelah tanggal 15 November 2018, di kawasan yang masih beroperasi dan kawasan pengembangan baru.

7.7.2 Diinventarisasi, didokumentasikan, dan dilaporkannya kawasan-kawasan gambut yang ada dalam kawasan yang dikelola (berlaku efektif mulai tanggal 15 November 2018), kepada Sekretariat RSPO.

7.7.3 (C) Dipantau, didokumentasikan, dan diminimalkannya penurunan permukaan tanah (subsistensi) gambut.

7.7.4 (C) Berjalannya program terdokumentasi untuk pengelolaan air dan tutupan lahan.

7.7.5 Dilakukannya kajian drainabilitas untuk perkebunan yang melakukan penanaman di atas gambut dengan mengikuti Prosedur Penilaian Drainabilitas RSPO, atau cara lain yang diakui RSPO, sekurangnya lima tahun sebelum melakukan penanaman kembali. Hasil penilaian digunakan untuk menentukan jangka waktu penanaman kembali yang akan dilakukan serta untuk menghilangkan secara bertahap budi daya sawit sekurangnya 40 tahun atau dua kali siklus, tergantung mana yang lebih lama, sebelum mencapai batas drainabilitas gravitasi alami untuk gambut. Jika kelapa sawit dihilangkan bertahap, komoditas ini digantikan oleh tanaman komoditas lain yang sesuai untuk muka air tanah yang lebih tinggi (paludikultur) atau direhabilitasi dengan vegetasi alami.

7.7.6 (C) Dikelolanya semua penanaman yang saat ini masih berjalan di atas gambut sesuai dengan 'Panduan RSPO mengenai Praktik Pengelolaan Terbaik (PPT) untuk Budi Daya Sawit yang Sedang Berjalan di Lahan Gambut' versi 2 (2018) beserta panduan audit terkait.'

7.7.7 (C) Semua kawasan yang tidak ditanami dan lahan gambut pencadangan yang ada di kawasan yang dikelola (terlepas berapapun kedalamannya) dikelola sebagai 'kawasan konservasi lahan gambut'; dilarangnya pembuatan saluran drainase, bangunan jalan, dan jalur listrik baru oleh unit sertifikasi di atas tanah gambut; dikelolanya lahan gambut sesuai dengan 'Praktik Pengelolaan Terbaik RSPO untuk Pengelolaan dan Rehabilitasi Vegetasi Alami terkait dengan Budi Daya Sawit di Lahan Gambut' versi 2 (2018) beserta panduan audit terkait.

Untuk tujuan kepatuhan audit terhadap Kriteria 7.7 P&C RSPO 2018, Panduan Audit terpisah, yakni Panduan Audit Lahan Gambut RSPO (P&C 2018) telah disiapkan oleh PLWG2 RSPO dan disertakan dalam **Lampiran 3**.

Selain itu, beberapa kriteria lainnya dari P&C RSPO 2018 yang berkaitan dengan persoalan ini antara lain:

C7.8 Praktik-praktik yang dilakukan untuk menjaga kualitas dan ketersediaan air permukaan dan air tanah.

- **17.8.2 (C)** Dilindunginya aliran air dan lahan basah, di mana hal ini mencakup pemeliharaan dan restorasi zona riparian dan zona penyangga lainnya sesuai dengan 'Panduan RSPO mengenai Praktik Pengelolaan Terbaik (PPT) untuk Pengelolaan dan Rehabilitasi Cagar Kawasan Sungai/Riparian' (April 2017).

C7.10 Dikembangkan, dilaksanakan, dan dipantaunya rencana-rencana untuk mengurangi polusi dan emisi, termasuk Gas Rumah Kaca (GRK), dan dirancangnya pengembangan baru untuk meminimalkan emisi GRK.

C7.11 Api tidak digunakan untuk persiapan lahan dan dicegah di kawasan yang dikelola.

C7.12 Pembukaan lahan tidak menyebabkan terjadinya deforestasi atau kerusakan pada kawasan mana pun yang dipersyaratkan untuk melindungi atau meningkatkan kualitas hutan yang mengandung NKT atau SKT. Hutan yang mengandung NKT atau SKT yang ada di kawasan yang dikelola diidentifikasi dan dilindungi atau ditingkatkan.

- **17.12.1 (C)** Pembukaan lahan sejak bulan November 2005 tidak merusak hutan primer atracteesan mana pun yang dipersyaratkan untuk melindungi atau meningkatkan NKT. Pembukaan lahan sejak tanggal 15 November 2018 tidak merusak hutan yang mengandung NKT atau SKT. Dilaksanakannya Analisis Perubahan Pemanfaatan Lahan (*Land Use Change Analysis/LUCA*) historis sebelum pembukaan lahan mana pun yang baru, sesuai dengan dokumen pedoman LUCA RSPO.
- **17.12.2 (C)** Diidentifikasinya NKT, hutan mengandung NKT, dan kawasan konservasi lainnya dengan ketentuan sebagai berikut. Untuk perkebunan yang masih beroperasi, yang memiliki penilaian NKT yang dilakukan oleh asesor yang telah disetujui RSPO dan tidak memiliki pembukaan lahan yang baru dilakukan setelah tanggal 15 November 2018, maka penilaian NKT yang ada saat ini untuk perkebunan dimaksud tetap berlaku.
- **17.12.2 b)** Semua pembukaan lahan yang baru dilakukan (di perkebunan yang masih beroperasi atau penanaman baru) setelah tanggal 15 November 2018 didahului oleh suatu penilaian NKT-SKT yang menggunakan Panduan HCSA dan Pedoman Penilaian NKT-Pendekatan SKT. Ini akan mencakup konsultasi pemangku kepentingan dan memiliki pertimbangan yang lebih luas untuk tingkat lanskap.

RSPO juga telah mengembangkan *Panduan Praktik Pengelolaan Terbaik (PPT) RSPO untuk Pengelolaan dan Rehabilitasi Cagar Kawasan Sungai* tersendiri di tahun 2017 (lih. Kotak 1-1).

KOTAK 1-1

Panduan Praktik Pengelolaan Terbaik (PPT) RSPO untuk Pengelolaan dan Rehabilitasi Cagar Kawasan Sungai (2017) merujuk silang pada P&C 2018

Konservasi vegetasi alami di dalam dan di sepanjang saluran air alami merupakan suatu persyaratan kepatuhan bagi perkebunan sawit bersertifikat RSPO (**Kriteria 7.8**), yang juga merupakan kewajiban hukum di berbagai negara.

Vegetasi alami harus dilindungi di dalam cagar kawasan riparian (disebut juga sebagai cagar kawasan sungai atau zona penyangga tepian sungai), yang ada di sepanjang saluran air alami (mis. sungai, sungai kecil, danau, dan mata air) di dalam dan di sepanjang batas perkebunan sawit bersertifikat RSPO.

Manfaat kunci dari cagar kawasan sungai di bidang lingkungan antara lain adalah perlindungan kualitas air, stabilisasi tepi sungai, perlindungan dari banjir, penyimpanan dan penyerapan karbon, serta konservasi keanekaragaman hayati. Oleh karena itu, selain dapat membangun hubungan yang baik dengan masyarakat setempat, cagar kawasan sungai yang dikelola sebagaimana mestinya juga dapat menghasilkan manfaat yang signifikan dari konservasi vegetasi alami bagi perusahaan sawit.

Panduan khusus mengenai saluran air mana saja yang membutuhkan cagar kawasan sungai dan seberapa luas cagar tersebut berbeda-beda di tiap negara. Panduan nasional akan diuraikan sesuai interpretasi nasional yang semestinya di situs web RSPO (www.rspo.org).

Dikarenakan tidak adanya panduan nasional, maka RSPO mengatur agar cagar kawasan sungai ditetapkan di sepanjang semua saluran air alami dengan lebar >1 m. Panduan yang lebih rinci mengenai ukuran, lokasi, dan jenis vegetasi cagar kawasan sungai akan dijelaskan dalam **Bab 2** Panduan ini.

Habitat sungai juga harus dilindungi sebagai Kawasan Bernilai Konservasi Tinggi (KBKT), umumnya di bawah NKT4, yakni kawasan yang memberikan 'jasa ekosistem mendasar dalam situasi penting, termasuk perlindungan daerah tangkapan air dan kontrol erosi pada tanah rentan dan lereng'. Oleh karena itu, habitat cagar kawasan sungai harus dikelola dan/atau ditingkatkan sebagai rencana pengelolaan NKT bagi perkebunan sawit (**Kriteria 7.12**).



Gambar 1-2: Panduan Praktik Pengelolaan Terbaik (PPT) RSPO untuk Pengelolaan dan Rehabilitasi Cagar Kawasan Sungai

1.4.2 PERATURAN PERUNDANGAN INDONESIA DAN PANDUAN TERKAIT KONSERVASI LAHAN GAMBUT

Terdapat beberapa peraturan perundangan terbaru yang signifikan terkait konservasi dan rehabilitasi lahan gambut di Indonesia.

Peraturan Pemerintah terkait Perlindungan dan Pengelolaan Ekosistem Lahan Gambut

Peraturan Pemerintah terkait Perlindungan dan Pengelolaan Ekosistem Lahan Gambut (PP No. 71/2014 yang telah direvisi dalam PP No. 57/2016) yang diterbitkan pada bulan Desember 2016 mengatur persyaratan untuk perlindungan dan pengelolaan ekosistem lahan gambut di Indonesia.

Peraturan ini mencakup hal-hal sebagai berikut.

- i) Melarang semua pembukaan lahan baru dan pembangunan kanal pada lahan gambut;
- ii) mengatur batas muka air tanah paling rendah pada lahan gambut, yakni 0,4 m di bawah permukaan tanah;
- iii) melarang perusahaan dan masyarakat setempat untuk membakar lahan gambut sebelum pengembangan; dan
- iv) mewajibkan dilakukannya pemantauan tinggi muka air dan status lahan gambut secara berkala dan melaporkannya kepada pemerintah setempat dan pusat.

Dengan diterbitkannya PP No. 71/2014 dan PP No. 57/2016, lahan gambut di Indonesia kemudian dibagi menjadi lebih dari 300 Kesatuan Hidrologi Gambut (KHG). Sekurangnya 30% dari masing-masing KHG tersebut harus dilestarikan, termasuk di antaranya kawasan hutan rawa gambut yang masih ada, dan semua kawasan dengan kedalaman lebih dari 3 m. Hal ini berarti bahwa perusahaan yang beroperasi di lahan gambut wajib untuk menyingkirkan kawasan untuk konservasi (**Bab 9, Klausul 3, 4(a)**).

Di bawah peraturan tersebut, terdapat sub-peraturan yang merinci persyaratan untuk inventarisasi dan pemetaan, penilaian fungsi ekosistem, serta pemantauan dan pengelolaan muka air tanah sebagai berikut.

- i. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.14/MENLHK/SETJEN/KUM.1/2/2017 tentang Tata Cara Inventarisasi dan Penetapan Fungsi Ekosistem Gambut
- ii. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.15/MENLHK/SETJEN/KUM.1/2/2017 tentang Tata Cara Pengukuran Muka Air Tanah di Titik Penaatan Ekosistem Gambut
- iii. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.16/MENLHK/SETJEN/KUM.1/2/2017 tentang Pedoman Teknis Pemulihan Fungsi Ekosistem Gambut

Peta terperinci menunjukkan bahwa Kesatuan Hidrologis Gambut dan kawasan yang akan dilestarikan ditentukan berdasarkan keputusan berikut.

- i. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor SK.129/Menlhk/Setjen/Pkl.0/2/2017 tentang Penetapan Peta Kesatuan Hidrologis Gambut Nasional
- ii. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor SK.130/Menlhk/Setjen/Pkl.0/2/2017 tentang Penetapan Peta Fungsi Ekosistem Gambut Nasional

Moratorium Hutan Indonesia: Presiden Indonesia secara resmi memberlakukan Moratorium Hutan Indonesia mulai tanggal 20 Mei 2011. Berdasarkan moratorium ini, pemerintah pusat dan daerah dilarang memberikan izin baru untuk konversi hutan primer atau lahan gambut yang ditetapkan di Indonesia, sebagaimana ditetapkan pada peta yang dilampirkan dalam peraturan terkait (dan selanjutnya direvisi secara berkala). Moratorium ini diperpanjang untuk ketiga kalinya pada bulan Mei 2017 untuk dua tahun berikutnya dan diusulkan untuk ditetapkan secara permanen pada tahun 2019.

Peraturan Perundangan Lainnya

- i. UU No.41/1999 mengenai kehutanan yang mengatur zona perlindungan sebagai berikut.
 - 500 (lima ratus) meter dari tepi waduk (bendungan) atau danau
 - 200 (dua ratus) meter dari tepi mata air dan di sepanjang sungai yang berada di kawasan rawa
 - 100 (seratus) meter dari sungai (sempadan kiri dan kanan)
 - 50 (lima puluh) meter dari sungai yang mengalir ke hilir (sempadan kiri dan kanan)
- ii. Keputusan Presiden No. 32/1990 – Keputusan ini melarang pemanfaatan lahan gambut yang kedalamannya lebih dari 3 m atau lahan gambut yang terletak di lahan konservasi atau hutan lindung. Jika izin atas perkebunan yang sedang berjalan atau permohonan yang belum disetujui berlokasi di tanah gambut dengan kedalaman lebih dari 3 m, izin ini dapat dicabut. Keputusan ini diatur lebih lanjut dalam PP No. 71/2014 dan PP No. 57/2016 sebagaimana disebutkan di atas.
- iii. Keputusan Menteri Pertanian No. 14/2009 memberikan panduan lebih lanjut mengenai pengembangan lahan gambut. Peraturan ini menyatakan bahwa lahan gambut yang berada di atas tanah sulfat masam dan pasir kuarsa kemungkinan tidak dapat dikembangkan. Ketentuan-ketentuan lain sebagian besar dimasukkan ke dalam PP No. 71/2014 yang diubah menjadi PP No. 57/2016.

Prinsip dan Kriteria Indonesian Sustainable Palm Oil (ISPO):

Persyaratan Indonesian Sustainable Palm Oil (ISPO): Berdasarkan Keputusan Menteri Pertanian No. 19/2011, diwajibkan untuk melaksanakan kriteria ISPO yang secara spesifik sesuai dengan budi daya sawit di lahan gambut sebagai berikut.

KRITERIA ISPO 3.5 Identifikasi dan perlindungan kawasan lindung – pengelola perkebunan dan pabrik sawit harus mengidentifikasi kawasan lindung yang memiliki fungsi utama melindungi keanekaragaman hayati, termasuk sumber daya alam dan buatan manusia, serta kawasan bernilai sejarah dan budaya. Kawasan ini tidak boleh ditanami sawit.

• INDIKATOR

- i. Adanya kawasan lindung yang diidentifikasi
- ii. Terdapat peta perkebunan yang menunjukkan kawasan lindung yang diidentifikasi
- iii. Tersedia catatan informasi identifikasi dan distribusi kawasan lindung

• PANDUAN

- i. Melakukan inventarisasi kawasan lindung di sekitar perkebunan
- ii. Menyampaikan informasi hutan lindung kepada pekerja dan masyarakat/petani di sekitar perkebunan

KRITERIA ISPO 3.7 Kawasan konservasi yang berpotensi tinggi mengalami erosi – Pengelola perkebunan dan PKS harus melestarikan lahan dan mencegah erosi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

KRITERIA ISPO 3.8 Perkebunan sesuai Peraturan Pemerintah No. 10/2011 – Penundaan pengembangan perkebunan sawit untuk menurunkan emisi GRK melalui moratorium izin yang baru dan peningkatan pengelolaan hutan alam primer dan lahan gambut.

- **INDIKATOR**

- i. Moratorium izin baru dicantumkan dalam peta indikatif
- ii. Berlakunya permohonan yang disetujui oleh lembaga yang berwenang terkait izin tanah
- iii. Izin yang telah diterbitkan sebelum moratorium tetap berlaku

- **PANDUAN**

- i. Penundaan izin-izin baru yang berkaitan dengan perkebunan, yakni Izin Lokasi dan Izin Usaha Perkebunan (IUP)
- ii. Penundaan izin baru sesuai peta indikatif untuk hutan primer dan lahan gambut yang ada di dalam hutan konservasi, hutan lindung, hutan produksi (hutan produksi terbatas, hutan produksi tetap, hutan produksi konversi), dan areal penggunaan lain
- iii. Peraturan ini tidak berlaku bagi izin pada kawasan hutan yang dibebaskan, kecuali bagi izin dengan persetujuan prinsip dari Kementerian Kehutanan (sekarang Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan)
- iv. Penundaan diterbitkannya izin hak pemanfaatan lahan (HGU, HGB, HP, dll.), termasuk di dalamnya pengajuan yang tengah diproses pada komite B di tingkat provinsi
- v. Moratorium terkait izin lokasi, IUP, dan hak pemanfaatan lahan lainnya berlaku efektif selama dua tahun sejak 20 Mei 2011. Perpanjangan ketiga dilakukan pada bulan Mei 2017 untuk memberikan lebih banyak waktu bagi pihak berwenang dalam menentukan peraturan terkait pemanfaatan lahan (pada bulan November 2016, moratorium hutan pemerintah meliputi kawasan seluas lebih dari 66 juta ha)

KRITERIA ISPO 2.1.5 PENANAMAN DI LAHAN GAMBUT

Penanaman di lahan gambut dapat dilakukan dengan mengamati karakteristik gambut agar tidak menyebabkan kerusakan pada fungsi lingkungan.

KRITERIA ISPO 3.6 MITIGASI EMISI GAS RUMAH KACA (GRK)

Pengelola usaha perkebunan harus mengidentifikasi sumber emisi GRK. Langkah-langkah pengelolaan mencakup pengelolaan air di lahan gambut.

ISPO mungkin perlu diperbarui agar sejalan dengan peraturan yang lebih baru seperti PP No. 71/2014 dan PP No. 57/2016.

1.4.3 UU, PERATURAN, DAN PANDUAN MALAYSIA TERKAIT KONSERVASI LAHAN GAMBUT

Peraturan

Berdasarkan Bagian 6B dalam UU Perencanaan Kota dan Desa Tahun 1976 (Ayat UU 172) dan Rencana Fisik Nasional Pertama hingga Ketiga (*First to Third National Physical Plan/NPP1-3*), hutan rawa gambut diakui Pemerintah Malaysia sebagai Kawasan Peka Lingkungan. Setiap Pemerintah Negara Bagian kemudian diwajibkan untuk mematuhi persyaratan yang terdapat dalam NPP dengan menyertakan Kawasan Sensitif Lingkungan ke dalam rencana pembangunan negara bagian dan rencana daerah. NPP menyatakan bahwa jaringan Kawasan Lindung Malaysia harus diperluas agar secara penuh merepresentasikan keanekaragaman ekosistem alami, terutama hutan dipterokarpa dataran rendah dan lahan basah. Rencana ini juga merekomendasikan agar terdapat zona penyangga yang memadai antara Kawasan Peka Lingkungan dan pengembangan pertanian. Sebagian besar hutan rawa gambut yang tersisa di negara ini diklasifikasikan sebagai Kawasan Peka Lingkungan Kelas 1 yang tidak boleh dikembangkan.

Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL)

Persyaratan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (*Environmental Impact Assessment/EIA*) yang mengacu pada Undang-Undang Kualitas Lingkungan (1972) telah diperbaharui dalam Peraturan EIA 2015. Peraturan ini menekankan pentingnya Kawasan Peka Lingkungan dan menurunkan luas area lahan gambut di mana EIA wajib dilakukan di area tersebut.

AMDAL adalah persyaratan wajib untuk proyek pengembangan yang diajukan dan digolongkan sebagai 'kegiatan yang ditentukan'. Kegiatan yang ditentukan sebagaimana dinyatakan dalam Mutu Lingkungan (Kegiatan yang Ditentukan) EIA Order 2015, menetapkan Jadwal (daftar disarikan) di bawah ini. Kegiatan pada jadwal pertama membutuhkan persiapan AMDAL. Kegiatan pada jadwal kedua memerlukan pelaksanaan konsultasi publik sebagai bagian dari proses AMDAL:

a) PERTANIAN

Jadwal Pertama

- i. Skema pengembangan lahan hutan seluas 20 ha atau lebih, tetapi kurang dari 500 ha untuk dijadikan lahan produksi pertanian.

Jadwal Kedua

- i. Skema pengembangan lahan hutan seluas 500 ha atau lebih menjadi lahan produksi pertanian

b) KEHUTANAN

Jadwal Pertama

- i. Konversi hutan yang berada pada ketinggian minimal 300 mdpl untuk pemanfaatan lain seluas 20 ha atau lebih, namun kurang dari 100 ha.
- ii. Konversi area hutan rawa gambut untuk kegiatan industri, perumahan, dan pertanian dengan luas 20 ha atau lebih tetapi kurang dari 50 ha.

Jadwal Kedua

- i. Pembalakan atau konversi hutan untuk penggunaan lain di dalam area yang berbatasan atau berdekatan dengan taman negara bagian, taman nasional, atau taman laut nasional mana pun.
- ii. Konversi area hutan rawa gambut untuk kegiatan industri, perumahan, dan pertanian dengan luas 50 ha atau lebih.

c) DRAINASE DAN IRIGASI

Jadwal Kedua

- i. Setiap drainase lahan basah, habitat satwa liar atau hutan daratan seluas 20 ha atau lebih.

Rencana Aksi Nasional untuk Lahan Gambut (2011-2020)

Malaysia telah mengadopsi Rencana Aksi Nasional untuk Lahan Gambut (*National Action Plan for Peatlands/NAPP*) pada tahun 2011. Rencana ini mengatur serangkaian panduan mengenai pengelolaan lahan gambut di Malaysia. Sasaran NAPP yaitu mengelola lahan gambut di Malaysia secara berkelanjutan dan terpadu guna melestarikan sumber daya, mencegah degradasi dan kebakaran, serta menghasilkan kemaslahatan bagi generasi masa kini dan masa depan. NAPP terdiri dari empat tujuan:

1. Meningkatkan pengetahuan, kesadartahuan, dan kapasitas demi pengelolaan dan pengembangan lahan gambut yang berkelanjutan
2. Melestarikan sumber daya lahan gambut serta mengurangi degradasi lahan gambut dan kebakaran
3. Mempromosikan pengelolaan lahan gambut yang berkelanjutan dan terpadu
4. Memastikan kerja sama lintas pemangku kepentingan yang efektif

Kebijakan Nasional tentang Keanekaragaman Hayati (2016-2025)

Pemerintah Malaysia juga telah mengadopsi Kebijakan Nasional mengenai Keanekaragaman Hayati 2016-2025 yang mengatur arah dan kerangka kerja untuk melestarikan keanekaragaman hayati serta memanfaatkannya secara berkelanjutan. Pemerintah federal melalui Kementerian Sumber Daya Air, Tanah, dan Alam (sebelumnya Kementerian Sumber Daya Alam dan Lingkungan) memainkan peran penting dalam melaksanakan kebijakan ini. Kebijakan Nasional ini meliputi lima sasaran menyeluruh yang meliputi hal-hal berikut ini.

1. Pemberdayaan pemangku kepentingan
2. Berkurangnya tekanan langsung dan tidak langsung terhadap keanekaragaman hayati
3. Terpeliharanya semua ekosistem, spesies, dan keanekaragaman genetik kunci
4. Dipastikannya manfaat dari keanekaragaman hayati dirasakan secara merata
5. Meningkatnya kapasitas, pengetahuan, dan keterampilan semua pemangku kepentingan untuk melestarikan keanekaragaman hayati

Salah satu indikator utama (7.3) menetapkan target untuk merehabilitasi 10.000 ha hutan rawa gambut pada tahun 2025.

Prinsip dan Kriteria Malaysian Sustainable Palm Oil (MSPO)

Pemerintah Malaysia memperkenalkan Standar Malaysian Sustainable Palm Oil (MSPO) pada tahun 2013. Penerapan skema sertifikasi MSPO dimulai pada tanggal 1 Januari 2015, dengan target wajib sertifikasi bagi perkebunan dan petani selambatnya hingga tanggal 31 Desember 2019. Persyaratan MSPO untuk pemeliharaan kawasan konservasi dan cagar kawasan sungai memuat kriteria berikut ini:

KRITERIA 4.5.5 SUMBER DAYA AIR ALAMI

Pengelola harus menyusun rencana pengelolaan air untuk menjaga kualitas dan ketersediaan sumber daya air alami (air permukaan dan air tanah). Rencana pengelolaan air mencakup:

- i. penilaian penggunaan dan sumber pasokan air;
- ii. pemantauan air keluar yang mungkin memiliki dampak negatif terhadap saluran air alami pada frekuensi yang mencerminkan kegiatan di estate saat ini;

- iii. menyusun cara untuk mengoptimalkan penggunaan air dan unsur hara guna menekan pemborosan (mis. memiliki sistem penggunaan ulang, pemakaian pada malam hari, pemeliharaan peralatan untuk mengurangi kebocoran, pengumpulan air hujan, dll.);
- iv. perlindungan aliran air dan lahan basah, termasuk pemeliharaan dan restorasi area penyangga sempadan saat atau sebelum penanaman atau penanaman kembali, di seluruh saluran air dalam perkebunan;
- v. jika tidak ada lagi vegetasi alami di area sempadan, maka rencana restorasi terjadwal harus disusun dan dilaksanakan; dan
- vi. jika sumur bor digunakan sebagai pasokan air, tinggi muka air tanah harus diukur sedikitnya sekali dalam setahun.

KRITERIA 4.5.6: STATUS SPESIES LANGKA, TERANCAM, ATAU HAMPIR PUNAH DAN KAWASAN DENGAN NILAI KEANEKARAGAMAN HAYATI TINGGI

Indikator 1: Informasi yang harus disusun mencakup area yang ditanami dan mempertimbangkan tingkat lanskap terkait yang lebih luas (seperti koridor satwa liar). Informasi ini meliputi:

- a) identifikasi habitat dengan nilai keanekaragaman hayati tinggi, seperti ekosistem langka dan terancam, yang kemungkinan besar sangat terdampak kegiatan pekebun; dan
- b) status konservasi (mis. status International Union on Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN)) mengenai perlindungan hukum, status populasi, dan persyaratan habitat spesies langka, terancam, atau hampir punah), yang kemungkinan besar sangat terdampak kegiatan pekebun.

Indikator 2: Jika terdapat spesies langka, terancam, atau hampir punah, atau terdapat nilai keanekaragaman hayati tinggi, langkah-langkah rencana pengelolaan dan operasi harus mencakup:

- a) memastikan dipenuhinya setiap persyaratan terkait perlindungan spesies; dan
- b) mencegah kegiatan perburuan, penangkapan ikan, atau pengumpulan secara ilegal atau tidak sebagaimana mestinya; serta menyusun langkah-langkah yang bertanggung jawab untuk mengatasi konflik manusia dengan satwa liar.

Indikator 3: Rencana pengelolaan yang mengikuti Indikator 1 harus disusun dan dilaksanakan secara efektif, jika diperlukan.

KRITERIA 4.6.1: PENGELOLAAN LOKASI

Jika sawit ditanam dalam ketinggian yang diperbolehkan di lahan miring, maka langkah-langkah konservasi tanah yang tepat harus diterapkan untuk mencegah erosi serta pendangkalan saluran dan jalur air. Langkah-langkah tersebut harus dilaksanakan guna menangkal kontaminasi air permukaan dan air tanah melalui limpasan tanah, unsur hara, atau bahan kimia.

KRITERIA 4.7.1: NILAI KEANEKARAGAMAN HAYATI TINGGI

Indikator 1: Sawit tidak boleh ditanam di lahan yang memiliki nilai keanekaragaman hayati tinggi, kecuali jika penanaman dilakukan sesuai Perundang-Undangan Keanekaragaman Hayati Nasional dan/atau Negara Bagian.

Indikator 2: Kawasan Peka Lingkungan tidak boleh dikonversi menjadi perkebunan sawit sebagaimana yang disyaratkan dalam NPP Semenanjung Malaysia dan Unit Pengelolaan Hutan Sabah di bawah Perjanjian Izin Pengelolaan Hutan Sabah. Untuk Sabah dan Sarawak, pelaksanaan EIA disyaratkan untuk lahan seluas 500 ha atau lebih. Sementara Proposal Langkah Mitigasi disyaratkan untuk area dengan luas kurang dari 500 ha tetapi lebih dari 100 ha.

KRITERIA 4.7.2: LAHAN GAMBUT

Penanaman baru dan penanaman kembali dapat dikembangkan dan dilaksanakan di lahan gambut sesuai pedoman MPOB mengenai pengembangan atau praktik terbaik industri lahan gambut.

KRITERIA 4.7.3: ANALISIS MENGENAI DAMPAK LINGKUNGAN DAN SOSIAL (SEIA)

Indikator 1: Analisis mengenai dampak lingkungan dan sosial yang menyeluruh dan partisipatif dilakukan sebelum melakukan penanaman atau operasi baru.

Indikator 2: SEIA mencakup riwayat penggunaan lahan sebelumnya dan melibatkan konsultasi mandiri sesuai peraturan nasional dan negara bagian. SEIA dilaksanakan melalui metodologi partisipatif yang menyertakan pemangku kepentingan eksternal.

Indikator 3: Hasil SEIA digabungkan ke dalam rencana pengelolaan yang tepat. Selanjutnya, prosedur operasional harus dibuat, dilaksanakan, dipantau, dan ditinjau.

Indikator 4: Apabila pengembangan mencakup skema petani dengan total luas area di atas 500 ha atau estate kecil, dampak dan implikasi cara pengelolaan setiap skema atau estate kecil harus didokumentasikan. Kemudian, rencana pengelolaan dampak dibuat, dilaksanakan, dipantau, dan ditinjau.

KRITERIA 4.7.4: INFORMASI TANAH DAN TOPOGRAFI

Indikator 1: Informasi mengenai jenis tanah harus memadai untuk menentukan kesesuaian lahan jangka panjang bagi budi daya sawit.

Indikator 2: Informasi topografi harus memadai untuk memandu rencana ini.

Cagar Alam Sungai

Malaysia melalui DID membuat panduan untuk mengidentifikasi lebar jalur air yang harus dilestarikan (**Tabel 1-1**).

Tabel 1-1: Syarat lebar cagar kawasan sungai (DID Malaysia)

LEBAR JALUR AIR DI ANTARA TEPI SUNGAI	PERSYARATAN UNTUK LEBAR CAGAR ALAM SUNGAI (DUA TEPI SUNGAI)
> 40 m	50 m
20 m – 40 m	40 m
10 m – 20 m	20 m
5 m – 10 m	10 m
> 5 m	5 m

1.4.4 NEGARA LAINNYA

Lahan gambut yang luas dapat ditemukan di wilayah lain di dunia, khususnya di cekungan Kongo dan Amazon, serta di Papua Nugini. Di negara tersebut, tidak banyak peraturan khusus terkait pengelolaan lahan gambut. Namun demikian, pengelolaan lahan gambut dapat saja dimuat di peraturan yang lebih umum mengenai lingkungan atau pada kebijakan atau strategi terkait lahan basah. Sebagai contoh, Republik Demokratik Kongo sudah memberlakukan moratorium hutan terhadap hak pembalakan kayu industri yang baru sejak tahun 2002 (yang mencakup hutan gambut). Akan tetapi, pemerintah mulai mencabut moratorium tersebut di tahun 2018.

Republik Demokratik Kongo

Berdasarkan Interpretasi Nasional NKT Republik Demokratik Kongo, zona perlindungan ditentukan dari sungai dan mata air (lih. **Tabel 1-2**).

Tabel 1-2: Zona lindung untuk badan air di Republik Demokratik Kongo

UKURAN BADAN AIR	UKURAN ZONA LINDUNG
Lebar >10 m	50 m dari masing-masing tepi sungai
Mata air	150 m di semua arah

Papua Nugini

Di Papua Nugini, zona penyangga cagar kawasan sungai harus dikelola dan/atau direhabilitasi sesuai dengan kode praktik pembalakan Papua Nugini pada saat penanaman atau penanaman kembali dilakukan (lih. **Tabel 1-3**).

Tabel 1-3: Cagar kawasan sungai berdasarkan kode praktik pembalakan di Papua Nugini

Definisi sungai kecil (<i>watercourse</i>) di Papua Nugini mencakup hal-hal berikut: Sungai kecil permanen	Memiliki air yang mengalir di waktu-waktu tertentu atau sepanjang tahun selama bertahun-tahun. Dasar sungai tidak memiliki vegetasi dan dapat terdiri atas pasir yang terbilas air, endapan, batu, kerikil, atau materi batuan dasar sungai yang terbuka. Lebar dasar Sungai Kelas 1 = >5 m Lebar dasar Sungai Kelas 2 = <5 m dan >1 m
Sungai kecil atau saluran drainase non permanen	Biasanya berupa cekungan (depresi) yang stabil dan bukan torehan (<i>non incised</i>) yang membawa air permukaan pada saat terjadi hujan. Dasarnya terdiri atas tanah dan biasanya tertutup serasah daun dan vegetasi.
Rawa	Memiliki air permukaan selama 6 bulan dalam setahun.
Titik awal zona penyangga sungai berada di samping sungai.	Delineasi zona penyangga harus dimulai pada titik di mana terdapat vegetasi setinggi 10 m atau lebih.

Uganda

Lahan basah (termasuk lahan gambut) di Uganda dilindungi oleh Peraturan Lingkungan Nasional No. 3/2000 (pengelolaan lahan basah, tepi sungai, dan tepi danau). Semua sungai memiliki zona lindung selebar 30 m dan beberapa sungai tertentu memiliki zona lindung selebar 100 m yang diukur dari tanda air tertinggi. Zona lindung danau mencapai 200 m dari tanda air yang rendah. Drainase atau budi daya berskala besar tidak boleh dilakukan di lahan basah tanpa adanya izin terlebih dahulu.



2.0 EKOSISTEM LAHAN GAMBUT

2.1 DEFINISI, PEMBENTUKAN, PERSEBARAN, DAN KLASIFIKASI LAHAN GAMBUT

Definisi

Lahan gambut merupakan area dengan lapisan yang secara alami terbentuk dari akumulasi bahan organik. Sebagian besar tanah gambut tropis tergolong sebagai ordo Histosol dan sub-orde Fibrik dan Hemik. Tanah gambut terdiri dari sebagian biomassa yang terdekomposisi dan berkembang saat laju akumulasi biomassa lebih besar daripada laju dekomposisi. Laju dekomposisi tersebut dapat berkurang dengan adanya muka air tanah yang tinggi dan permanen, yang mencegah terjadinya dekomposisi aerobik dari sisa-sisa tanaman (Andriess, 1988; Driessen, 1978). Tanah digolongkan sebagai tanah gambut saat mencapai ambang batas kedalaman lapisan gambut dan persentase komposisi bahan organik yang dapat diterima (mis. oleh negara tuan rumah, FAO, atau IPCC). Sejumlah klasifikasi gambut menyepakati bahwa lahan gambut harus mengandung sekurangnya 35% bahan organik dengan akumulasi kedalaman sekurangnya 30 cm. Definisi lainnya menetapkan bahwa lahan gambut harus mengandung 65% bahan organik. Sejumlah definisi lain juga menetapkan bahwa lahan gambut harus memiliki akumulasi kedalaman sekurangnya 40 atau 50 cm.

P&C RSPO (2018) telah mengadopsi definisi gambut yang efektif berikut pada tanggal 15 November 2018.

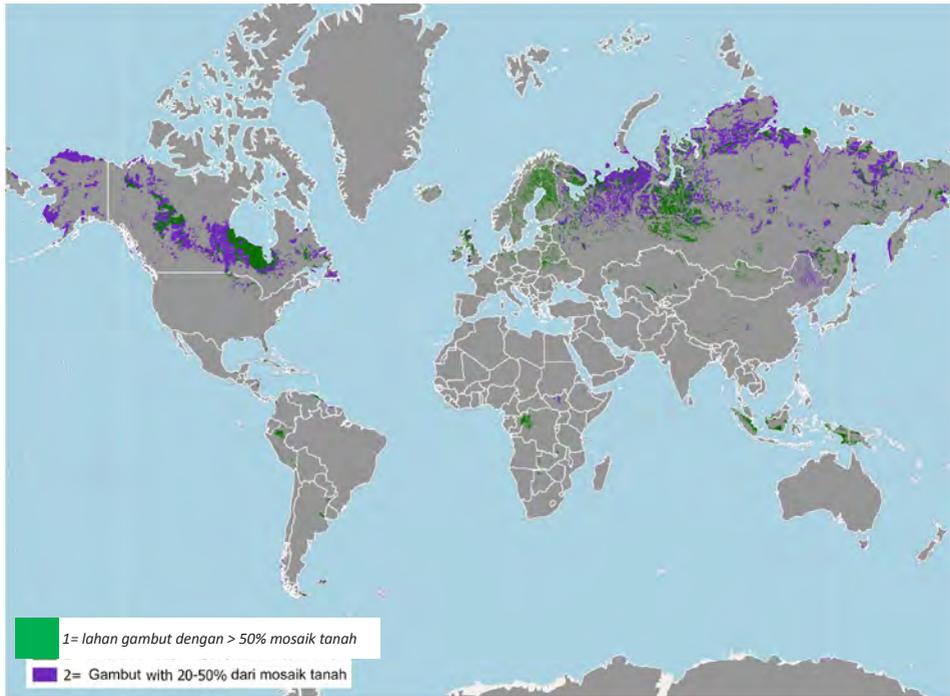
Tanah gambut tropis merupakan tanah dengan lapisan organik kumulatif yang menyusun lebih dari setengah dari 80 cm atau 100 cm lapisan tanah bagian atas, dengan kandungan 35% bahan organik atau lebih (35% atau lebih senyawa yang Hilang pada Pembakaran) atau 18% karbon organik atau lebih.

Definisi ini berasal dari definisi yang disepakati secara global (USDA dan FAO) untuk histosol.

Catatan: untuk pengelolaan perkebunan yang sedang berjalan di Malaysia dan Indonesia, definisi yang digunakan lebih sempit sesuai peraturan nasional, yakni tanah dengan lapisan organik lebih dari 50 cm pada 100 cm lapisan atas yang mengandung lebih dari 65% bahan organik.

Persebaran

Lahan gambut tropis diperkirakan memiliki luas sekitar 60 juta ha. Lahan gambut tersebut terdapat pada berbagai wilayah berikut: Asia Tenggara (24 juta ha; 40%); Afrika (20 juta ha; 33%); Amerika Selatan (10,7 juta ha; 18%); Amerika Tengah dan Karibia (2,3 juta ha; 4%); wilayah Pasifik (2 juta ha; 3%); dan Asia (negara lainnya) (600.000 ha; 1%) (diperbarui oleh Page *et al.*, 2011). Meningkatnya luas lahan gambut di Afrika baru-baru ini dapat dilihat dari adanya kompleks lahan gambut tropis terbesar yang diketahui mencakup 14,55 juta ha lahan di wilayah Cuvette Tengah, Cekungan Kongo (Dargie *et al.*, 2017).

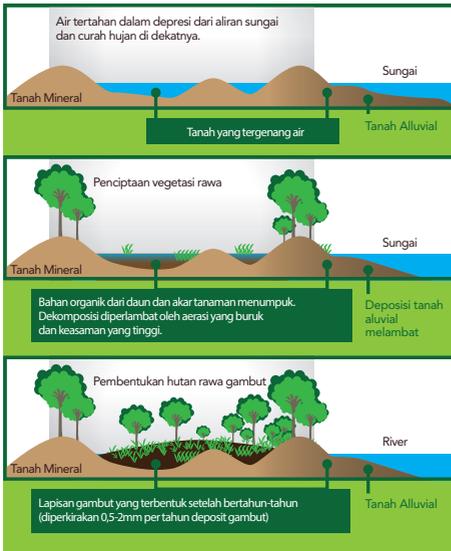


Gambar 2-1: Peta persebaran lahan gambut di dunia (Sumber: Global Peatland Database/Greifswald Mire Centre, 2019)

Pembentukan

Berbeda dengan tanah gambut di daerah beriklim sedang dan subartik yang sebagian besar terbentuk dari lumut gambut atau *Sphagnum* (yaitu lumut yang terdiri dari serat yang sangat halus), gambut tropis terbentuk dari vegetasi hutan dan berasal dari bahan kasar yang lebih berkayu. Laju pembentukan gambut tropis juga jauh lebih cepat (sebagian besar gambut di Asia Tenggara terbentuk sekitar 4000 tahun yang lalu), dan proses dekomposisi akan lebih cepat lagi jika berada dalam kondisi aerob (Paramanathan, 2008). Selain dapat berbeda-beda sesuai asal dan hidrologinya, tanah gambut tropis juga dapat didominasi dengan berbagai jenis vegetasi. Setelah terbentuk, sebagian besar lahan gambut tropis ditumbuhi vegetasi hutan rawa gambut. Sebagian besar lahan gambut pesisir terbentuk 5-10.000 tahun terakhir sejak berakhirnya zaman es, sementara lahan gambut daratan terbentuk sekitar 10-50.000 tahun yang lalu atau lebih. Lahan gambut diklasifikasikan menjadi dua jenis utama, yakni lahan gambut ombrogen atau bog yang sumber airnya berasal dari hujan, miskin unsur hara, dan sering kali berukubah, dan lahan gambut topogen yang umumnya terdapat di danau atau lanskap depresi dengan input mineral yang lebih tinggi.

Sebagian besar lahan gambut tropis, khususnya di Indonesia dan Malaysia, terbentuk di dataran rendah, di antara sungai, atau di area yang mungkin telah digenangi air akibat drainase yang terhambat, banjir, atau naiknya permukaan laut. Pada kondisi ini, vegetasi rawa terbentuk dan menyusun lapisan gambut dari waktu ke waktu (lih. **Gambar 2-2**). Tingginya muka air dan kondisi yang asam menghambat hancurnya bahan tanaman sehingga membentuk lahan gambut dengan ketebalan hingga 10 m atau lebih di bagian tengah lahan tersebut (dengan laju 1-3 mm/tahun). Lahan gambut seperti ini memiliki permukaan yang lebih tinggi dari area sekitarnya dan sering kali tidak terhubung dengan air tanah sehingga disebut sebagai bog ombrotropik, yakni gambut dengan unsur hara rendah atau oligotropik. Sebagian besar bog ombrotropik tropis berbentuk kubah dengan elevasi gambut yang lebih tinggi di area yang berada di antara sungai-sungai yang berdampungan (lih. **Gambar 2-3**). Lahan gambut berbentuk kubah ini sangat umum dijumpai di Asia Tenggara,



Gambar 2-2: Pembentukan lahan gambut berukub tropis (Sumber: ASEAN, 2011)



Gambar 2-3: Diagram skematik lahan gambut berukub (Ombrogen) (Sumber: M. J. Silvius, Wetlands International)

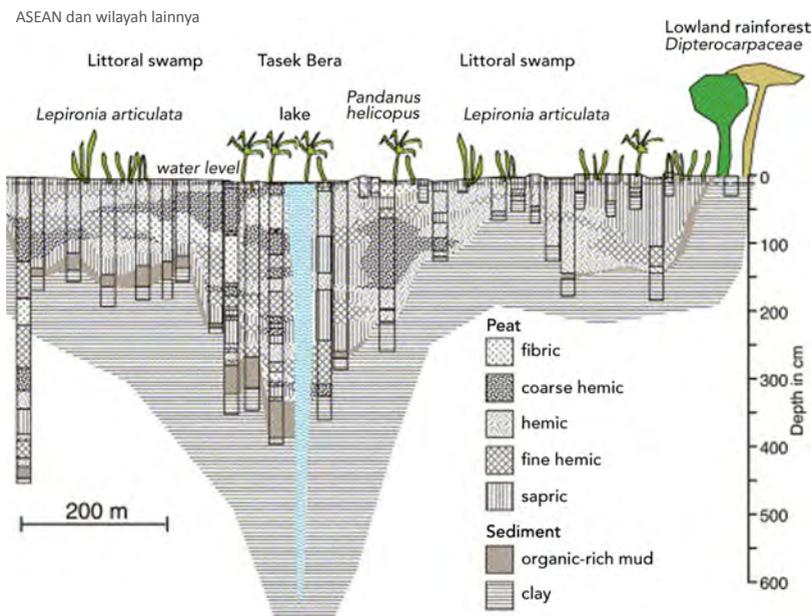
seperti dijelaskan oleh Anderson (1961). Lahan gambut di Cekungan Kongo Afrika memenuhi cekungan fluvial dangkal berskala besar, akan tetapi keberadaan kubah pada cekungan tersebut belum dapat dipastikan. Ketebalan gambut perlahan-lahan semakin menjauh dari tepi sungai. Gambut ini juga menyerupai lahan gambut ombrotropik yang disebabkan oleh rendahnya unsur hara dan muka air tanah yang sangat bergantung pada air hujan. Gambut ini rata-rata memiliki kedalaman yang rendah dan terakumulasi secara perlahan, berbeda dengan sebagian besar lahan gambut di Asia Tenggara (Dargie *et al.*, 2017).

Rawa gambut di dataran rendah tropis memperoleh sebagian besar sumber airnya dari hujan. Rawa gambut ini sebelumnya telah memiliki kondisi topografi yang menyebabkan genangan air semi permanen. Dalam kondisi alami, rawa gambut ini terbentuk dari akumulasi vegetasi yang mengendap dengan laju lebih cepat di tanah yang tergenang daripada laju pembusukannya. Hidrologi merupakan faktor penting (atau yang paling penting) dalam pembentukan dan berfungsinya ekosistem rawa gambut. Hidrologi rawa gambut bergantung pada iklim, kondisi topografi, lapisan tanah alami, dan dasar drainase. Setiap perubahan yang terjadi dalam hidrologi, terutama yang berasal dari drainase, seringkali memiliki dampak yang tidak dapat dipulihkan terhadap fungsi ekosistem yang rentan ini. Pemahaman yang lebih baik mengenai hidrologi rawa gambut memungkinkan adanya pengelolaan yang lebih berkelanjutan.

Air sangat penting untuk kelangsungan hidup lahan gambut. Dalam hal kuantitas (tinggi muka air) maupun kualitas, air tetap berdampak pada kelangsungan hidup dan pertumbuhan tanaman. Muka air yang lebih tinggi dari akar napas (*pneumatophores*) berbagai pohon di hutan rawa gambut mengganggu proses pernapasan dan pertukaran udara pada pohon-pohon tersebut. Di sisi lain, muka air yang terlalu rendah menyebabkan tanah organik mengering dan teroksidasi serta rentan terhadap kerusakan akibat kebakaran liar dan subsidensi. Hal ini mengakibatkan hilangnya vegetasi tanah dan rawa gambut yang telah beradaptasi dengan rezim air alami.

Pengelolaan lahan gambut yang baik memerlukan identifikasi tinggi muka air yang sebagaimana mestinya, yang berfluktuasi secara alami di sekitar permukaan. Hal ini juga penting untuk menjaga keseimbangan air di keseluruhan lanskap rawa gambut karena kegiatan pengelolaan air dapat berdampak pada kawasan di sekitarnya. Di Sarawak, kubah gambut berfungsi sebagai bendungan air di kawasan pesisir. Jika tidak, maka kawasan-kawasan ini akan kekurangan air selama musim kemarau (Sawal, 2004).

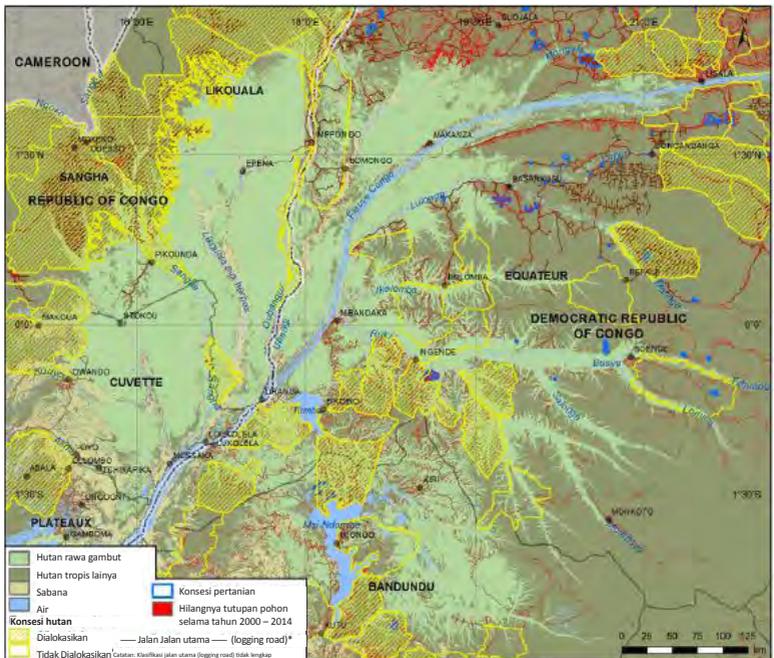
Jenis lahan gambut tropis kedua terbesar adalah cekungan atau lahan gambut topogen yang terbentuk di dalam depresi pada lanskap atau di cekungan danau, danau tapal kuda, atau dataran banjir (lih. contoh pada **Gambar 2-4**). Lahan gambut tropis juga dapat terbentuk akibat drainase yang terganggu pada sistem sungai karena adanya pendangkalan, pergeseran sedimen di sepanjang pantai, atau kenaikan muka air laut. Gambut cekungan kerap berbeda dengan bog ombrotropik karena gambut ini menerima input mineral lebih banyak dari sungai atau banjir serta mendapat asupan dari air tanah yang lebih kaya mineral. Sistem ini dapat diklasifikasikan sebagai rawa air tawar karena masih menerima input mineral, tetapi seiring waktu beberapa bagian gambut di lokasi tersebut terakumulasi dan terangkat sehingga membentuk bog. Input mineral tersebut mengakibatkan gambut ini memiliki persentase bahan organik (berat kering) yang lebih rendah, sementara struktur tanah yang lebih padat (dengan kerapatan lindak/*bulk density* tanah yang lebih tinggi) dapat menyimpan jumlah karbon yang lebih banyak per volume tertentu. Lih. **Gambar 2-5** hingga **2-7** untuk persebaran Hutan Rawa Gambut pada **Gambar 2-4**: Diagram penampang gambut cekungan di Tasek Bera, Malaysia (Sumber: Wüst, R. A., & Bustin, R. M, 2004).



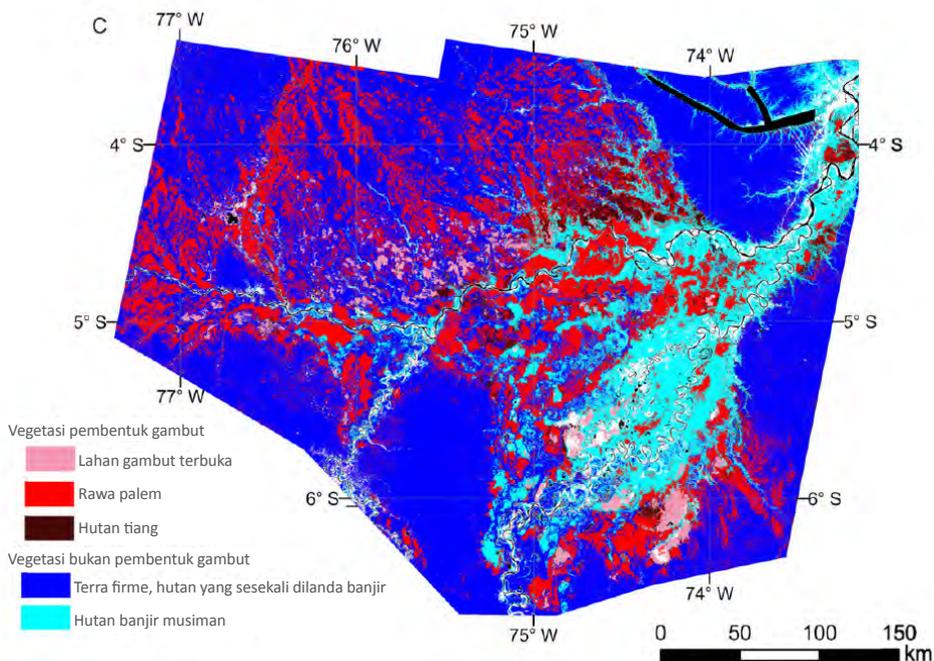
Gambar 2-4: Diagram penampang gambut cekungan di Tasek Bera, Malaysia (Sumber: Wüst, R. A., & Bustin, R. M, 2004).



Gambar: 2-5: Peta yang menunjukkan persebaran lahan gambut tropis di wilayah Asia Tenggara (Sumber: APFP-SEApeat, 2015).



Gambar 2-6: Ekosistem lahan gambut di Cuvette Centrale, Cekungan Kongo, ekosistem lahan gambut tropis terbesar di dunia dengan hutan rawa gambut (hijau), badan air (biru), dan konsesi hutan (kuning) (Sumber: Miles et al., (2018).



Gambar 2-7: Citra satelit lahan gambut di Cekungan Muka Daratan Pastaza-Marañón di Peru (Sumber: Draper et al., (2014)

2.2 FUNGSI DAN NILAI LAHAN GAMBUT

Lahan gambut merupakan komponen penting lahan basah di dunia dan membentuk jenis lahan basah utama di Asia Tenggara. Lahan gambut juga terbentuk di wilayah yang menjadi lokasi budi daya sawit di Afrika Timur, Afrika Barat, Afrika Tengah, serta Amerika Latin.

Lahan gambut merupakan habitat flora dan fauna yang sangat beradaptasi dengan kondisi air asam dan genangan. Umumnya, dengan proporsi spesies endemik yang tinggi, area ini sangat penting bagi dunia dan berperan sebagai bank gen dengan sumber daya yang belum ditemukan untuk keperluan medis dan kebutuhan penting lainnya bagi manusia.

Lahan gambut berperan penting dalam mengatur air bagi ekosistem dan berfungsi sebagai waduk air tawar untuk menstabilkan tinggi muka air dan mengurangi debit maksimum (*peak flow*). Rawa gambut pesisir bertindak sebagai penyangga antara sistem air laut dan air tawar, sehingga mencegah intrusi air laut ke tanah pesisir dan air tanah. Rawa gambut sering kali berfungsi sebagai bank gen alami yang melestarikan varietas spesies tanaman dan hewan yang berdaya guna. Pada skala global, lahan gambut berkontribusi pada penyimpanan karbon atmosfer yang merupakan agen pemanasan global dan membantu memperlambat prosesnya. Lahan gambut juga sangat produktif menghasilkan sumber daya perikanan (lih. **Gambar 2-8**), kayu, dan hasil hutan bukan kayu lainnya (lih. **Gambar 2-9**) (UNDP, 2006), jika pemanfaatannya dikelola dengan baik.



Gambar 2-8: Perikanan di sungai rawa gambut utamanya ditujukan untuk pemenuhan kebutuhan sehari-hari.



Gambar 2-9: Hasil Hutan Bukan Kayu (HHBK): pandan, rotan, dll. untuk bahan baku dinding anyam, keranjang, dsb.

Rincian lebih lanjut mengenai manfaat lahan gambut utuh yang berfokus pada penyediaan jasa ekosistem mencakup:

Mitigasi Banjir

Lahan gambut utuh dapat mengurangi debit banjir maksimum (*peak flood flow*) tidak hanya dengan menurunkan kecepatan air, tetapi juga karena lahan gambut berfungsi sebagai penyimpan air banjir yang luas dari segi area spasial hingga batas tertentu (tergantung seberapa dalam lahan gambut tersebut tergenang), melalui kapasitas penampungan air gambut.

Pemeliharaan Aliran Dasar Sungai

Air banjir yang tertampung di lahan gambut alami dilepaskan secara bertahap dalam waktu lama. Rawa gambut utuh dapat berkontribusi dalam menjaga tinggi muka air di sungai yang melintasinya selama musim kemarau.

Pencegahan Intrusi Air Laut

Intrusi air laut berkaitan dengan aliran dasar sungai. Dengan memelihara aliran dasar sungai, lahan gambut dapat mencegah intrusi air laut ke dalam sungai dan menjaga air tanah tawar di area pesisir. Pada lahan gambut pesisir yang telah dikeringkan, intrusi air laut sering kali meningkat dan berdampak buruk terhadap pasokan air dan pertanian.

Pembuangan Sedimen

Ketika area rawa gambut mengalami banjir, penurunan kecepatan aliran air di area tersebut menyebar ke wilayah yang luas disertai efek perlambatan vegetasi, sehingga sedimen yang tertahan akan terus berada di area tersebut. Dengan demikian, sebagian besar air yang mengalir kembali ke sungai akan bebas sedimen. Akan tetapi, perlu diingat bahwa hal ini biasanya terjadi pada lahan gambut di sepanjang sungai atau daerah cekungan (depresi).

Pembuangan Zat Beracun

Gambut mampu mengikat logam dengan kuat. Hal ini biasanya merupakan penyebab kurangnya (defisiensi) unsur hara mikro (mis. tembaga) yang dialami ketika tanah gambut digunakan untuk tujuan pertanian. Logam lainnya (seperti merkuri dan arsenik) sering kali terikat dalam tanah gambut yang terakumulasi dari sumber yang dibawa air dan udara dalam waktu lama. Beberapa jenis logam tersebut mengandung racun, dan gambut berperan untuk menyimpan/menampungnya.

Penyimpanan dan Penyerapan Karbon

Lahan gambut merupakan tempat penyimpanan utama karbon. Parish *et al.*, (2007) melaporkan bahwa luas lahan gambut secara global mencakup 400 juta ha dan menyimpan lebih dari 550 giga (miliar) ton karbon (GtC) atau setara dengan 30% karbon tanah di seluruh dunia. Artinya, jumlah karbon ini 60% lebih tinggi dibanding karbon yang tersimpan dalam gabungan biomassa hidup di hutan seluruh dunia (Pan *et al.*, 2011). Luas lahan gambut tropis mencakup sekitar 60 juta hektar (ha) dan menyimpan kira-kira 89 miliar ton karbon (GtC) dengan perkiraan sebanyak 68,5 GtC tersimpan di Asia Tenggara (Page *et al.*, 2011).

Sejumlah besar karbon tersimpan di lahan gambut tropis. Diperkirakan bahwa lahan gambut sedalam 10 meter dapat menyimpan hingga 5.800 ton karbon per ha, lebih besar dibanding karbon yang tersimpan di tanah mineral hutan tropis yang hanya 300-500 ton per ha (UNDP, 2006).

Neuzil (1997) memperkirakan bahwa tingkat akumulasi karbon per tahun di lahan gambut Indonesia berkisar antara 0,59-1,18 ton/C/ha/tahun, jauh lebih tinggi daripada tingkat akumulasi di zona beriklim sedang atau *boreal*, yang berkisar antara 0,2-1 ton/ha/tahun. Suzuki *et al.* (1999) mengukur penyerapan bersih 5,3 ton C/ha/tahun di hutan rawa gambut primer di To-Daeng, Thailand, pada tahun basah tertentu.

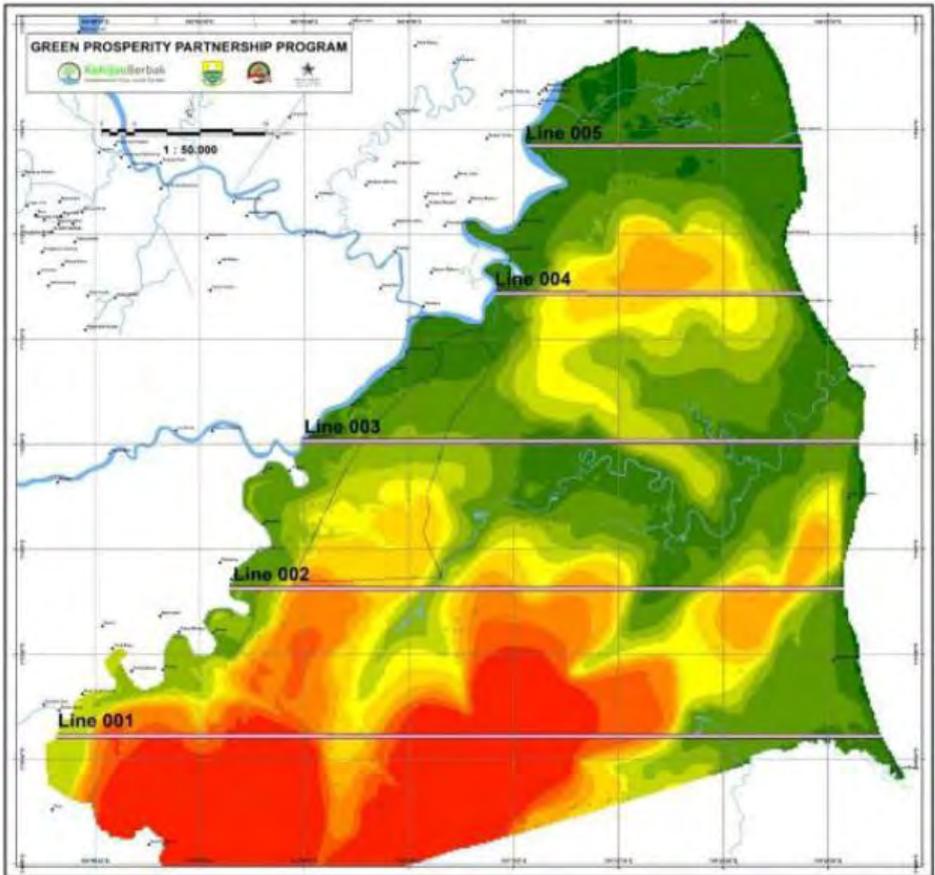
Mengingat lahan gambut menyimpan karbon dalam jumlah besar, maka degradasi lahan gambut akan mengakibatkan emisi karbon. Emisi karbon dari lahan gambut yang dikeringkan dan terdampak kebakaran di Asia Tenggara saat ini diperkirakan antara 355-855 juta ton (Mt) CO₂/tahun dari dekomposisi gambut akibat drainase (Hooijer *et al.*, 2010) dan 300-600 Mt CO₂/tahun dari kebakaran gambut (Couwenberg *et al.*, 2009; Van der Werf *et al.*, 2008; Page *et al.*, 2002). Hilangnya karbon pada skala ini berkontribusi signifikan terhadap proses penambahan jumlah karbon di atmosfer dan perubahan iklim antropogenik (Page *et al.*, 2011).

2.3 KARAKTERISTIK LAHAN GAMBUT TROPIS

Lahan gambut tropis ditemukan dalam berbagai bentuk, yakni dapat berupa kubah yang terbentuk secara alami dengan sebagian input air berasal dari hujan, atau terdapat di sungai dan cekungan danau dengan input air yang berasal dari aliran air di permukaan dan air tanah. Perbedaan kondisi fisik, ekologi, serta geografi menyebabkan perbedaan jenis vegetasi yang signifikan. Secara global, vegetasi lahan gambut alami yang paling umum adalah hutan rawa gambut. Akan tetapi, hutan rawa gambut ini mencakup beragam sub tipe termasuk zona ekologis dalam satu lahan gambut dan variasi geografis di antara lahan gambut. Hutan rawa gambut tropis murni merupakan ekosistem lahan basah unik dengan hidrologi khas yang mendukung keanekaragaman hayati yang unik, dan penyimpanan karbon tanah yang signifikan secara global (Evers *et al.*, 2017). Lahan gambut yang terdegradasi ditumbuhi hutan sekunder yang didominasi oleh beberapa spesies pohon perintis atau semak-belukar atau bahkan rumput serta rumput teki (bergantung pada tingkat degradasi atau pemulihan). Lambat laun, dengan perlindungan yang tepat, lahan gambut yang terdegradasi dapat pulih menjadi hutan rawa gambut. Di beberapa wilayah, lahan gambut secara alami ditumbuhi rumput teki atau alang-alang, seperti Cekungan Danau Victoria di lahan gambut Afrika Timur yang didominasi pohon lontar (*Cyperus papyrus*) atau di Cekungan Danau Inle di Myanmar yang didominasi alang-alang (*Phragmites australis*).

2.3.1 LAHAN GAMBUT KUBAH OMBROTROPIK

Sebagian besar lahan gambut tropis memiliki topografi berbentuk kubah. Kedalaman dan ketinggian gambut biasanya semakin meningkat di bagian tengah lahan gambut. Hal ini disebabkan perbedaan laju dekomposisi, yakni laju dekomposisi lebih lambat di bagian tengah yang terdrainase dengan buruk, dan lebih cepat di bagian tepi yang terdrainase dengan lebih baik. Tingkat unsur hara yang lebih tinggi di bagian tepi juga berkontribusi pada dekomposisi yang lebih cepat. Sebagian besar kubah gambut umumnya memiliki tinggi 4–9 m di atas aliran sungai sekitarnya, tetapi sebagian kubah tua memiliki ketebalan hingga 20 m. Kemiringan permukaan bervariasi antara 1-2 m per km (Melling dan Ryusuke, 2002). Lih. **Gambar 2-10a/b** untuk Model dan profil medan digital Lahan Gambut Berbak di Sumatera serta penampang melintang kubah gambut di **Gambar 2-11c**.



Gambar 2-10a: Profil LIDAR-DTM lanskap gambut di wilayah Berbak, Sumatera, Indonesia. Profil memiliki variabel dengan ketinggian hingga 12 mdpl. Lima garis menggambarkan penampang melintang yang ditunjukkan pada Gambar 2-10b di bawah ini (Sumber: Silvius et al., 2018/Nasrul Ichsan, Euroconsult Mott McDonald).

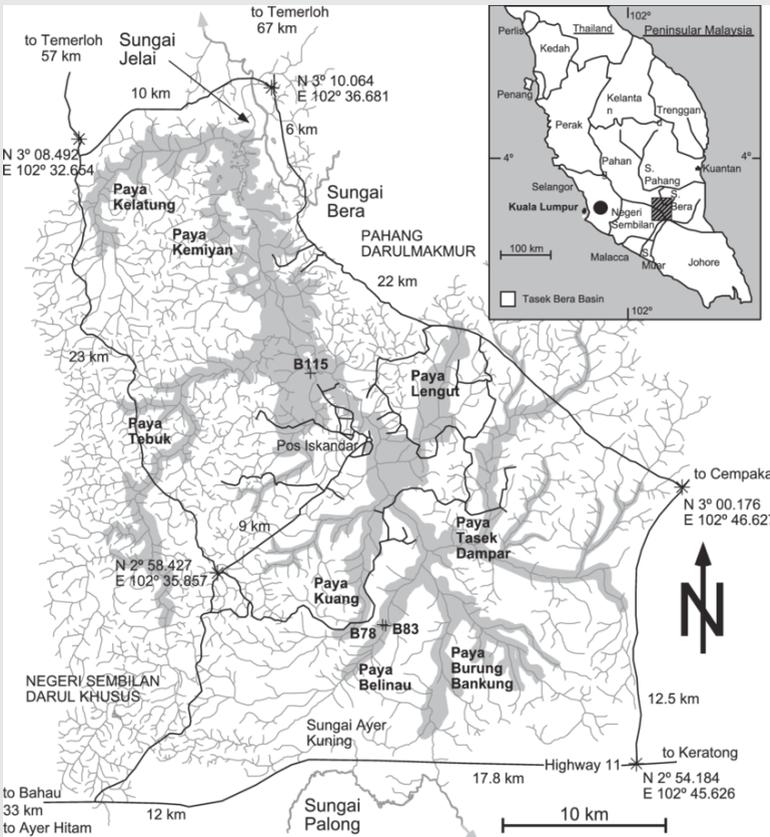
Hutan Amazon di wilayah Peru memiliki keragaman gambut yang tinggi dan berupa suatu gradien dari yang paling miskin unsur hara hingga kaya akan unsur hara (Lähteenoja dan Page, 2011). Lahan gambut tersebut mencakup lahan gambut ombrotropik berkubah dan minerotropik yang lebih dangkal. Hutan tiang lahan gambut (didominasi oleh sejumlah kecil spesies pohon) di Cekungan Muka Daratan Pastaza-Marañón (Pastaza-Marañón Foreland Basin/PMFB) Peru merupakan ekosistem dengan simpanan karbon terpadat di wilayah Amazon jika cadangan karbon di bawah permukaannya juga turut disertakan dalam penghitungan (Kelly *et al.*, 2016).

2.3.2 LEMBAH ATAU CEKUNGAN GAMBUT

Beberapa lahan gambut tropis terbentuk di cekungan danau dan dasar lembah. Hal ini karena kedua tempat tersebut kemungkinan memiliki lebih banyak masukan kandungan mineral, paling tidak di bagian tepinya. Bergantung pada kondisinya, jenis gambut ini juga dapat membentuk formasi yang menyerupai kubah di bagian tengah (lih. **Kotak 2-1** di bawah sebagai contoh area cekungan gambut di Tasek Bera, Semenanjung Malaysia).

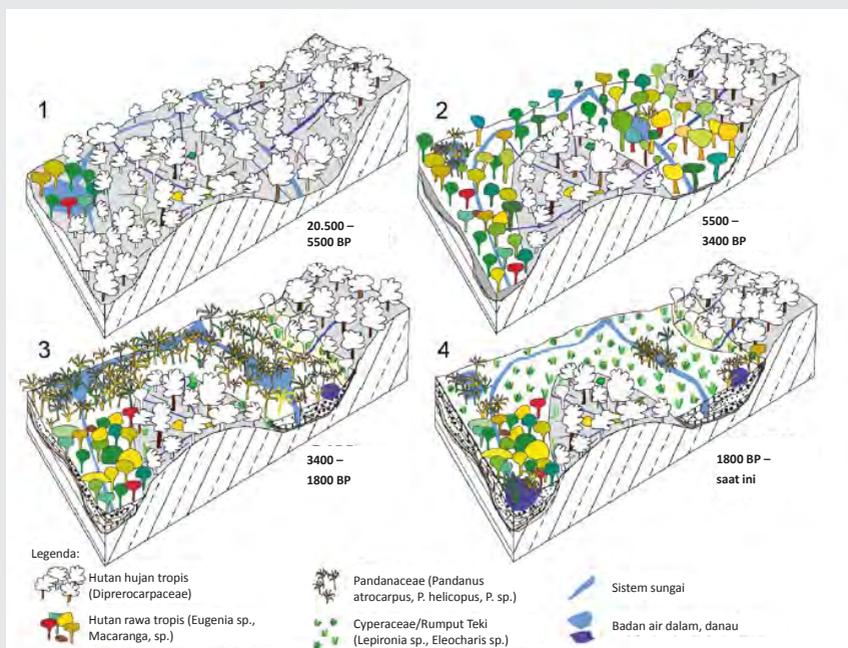
BOX 2-1

Tasek Bera Basin, Wüst *et al.*, (2004)



Gambar 2-12: Peta lokasi Cekungan Tasek Bera

Cekungan Tasek Bera adalah cekungan dendritik dataran rendah di daerah tropis Semenanjung Malaysia yang terletak di timur tengah Negara Bagian Pahang dan timur laut Negeri Sembilan (**Gambar 2-12**). Secara total, cekungan drainase meliputi area seluas 625 km², dengan luas area perkebunan karet dan sawit 300 km², sementara lahan basah dan hutan dataran rendah murni seluas 325 km². Drainase utama Cekungan Tasek Bera mengarah ke selatan, memasuki Sungai Jelai dan Sungai Bera yang bertemu di Sungai Pahang. Sungai Bera berhulu di perbukitan dataran rendah bagian timur hingga ke Timur Laut Cekungan Tasek Bera. Sungai Bera terlebih dulu mengalir ke selatan, tetapi seketika berkelok ke utara, melewati sistem rawa di bagian timur sebelum kemudian menyatu dengan air drainase dari sistem rawa Tasek Bera. Sebagian besar anak sungai hutan rawa bagian selatan mengalir ke cekungan utama, bergabung dengan drainase Tasek Dampar. Cabang Paya Burung Bangkung bagian selatan memiliki dua arah drainase. Bagian utara mengalir ke Tasek Bera, sedangkan bagian selatan mengalir ke selatan menuju Sungai Air Kuning, yang bergabung dengan Sungai Palong. Kedua sungai termasuk ke dalam wilayah DAS timur. Sungai Palong mengalir ke Sungai Muar dan menuju Selat Malaka. Akumulasi bahan organik terjadi di danau setempat selama glasial maksimum terakhir (*Last Glacial Maximum/LGM*), tetapi deposisi gambut yang luas tidak terbentuk sampai 5300 BP (*before present*, sebelum saat ini) (**Gambar 2-13**) ketika perubahan iklim menyebabkan evolusi sistem lahan basah. Akumulasi gambut meluas secara bertahap (kecepatan mulai dari 0,7 sampai 2,5 mm/tahun) dengan proses terestrialisasi kanal dan sub cekungan hingga paludifikasi bagian sempadan di area hutan dataran rendah.



Gambar 2-13: Diagram skematik kemungkinan evolusi paleo-ekologi dan sedimentologi deposit/endapan gambut di Tasek Bera selama 20.500 tahun BP.

Di barat daya Pulau Kalimantan, ditemukan lahan gambut di lembah sungai pilihan di antara perbukitan rendah bertanah podsolik dan berpadas (*hardpan/ironpan*). Padas adalah lapisan mineral padat kedap air dan berada antara 50 cm hingga 1,5 m di bawah permukaan tanah. Padas ini menghalangi masuknya air ke dalam lapisan tanah bawah sehingga ada limpasan permukaan cukup tinggi ke lembah-lembah dangkal di sekitarnya, yang membantu memudahkan pembentukan deposit gambut dalam (hingga ketebalan 6 m) (lih. **Gambar 2-14** dan **2-15**). Lahan-lahan gambut ini tidak berbentuk kubah,

sehingga jika drainase dilakukan di lahan gambut tersebut, air dari lahan sekitar akan mengalir ke lahan gambut. Hal ini berbeda dengan sistem lahan gambut berkubah yang biasa dijumpai di Indonesia. Ini merupakan fakta penting ketika melestarikan lahan gambut di dalam dan di sekitar perkebunan sawit karena air drainase dari perkebunan sekitar di tanah podsolik akan mengalir ke lahan gambut bersama dengan bahan agrokimia, mineral, dll.



Gambar 2-14a: Hutan rawa gambut di lembah gambut di antara padang rumput di perbukitan rendah podsolik di barat daya Kalimantan

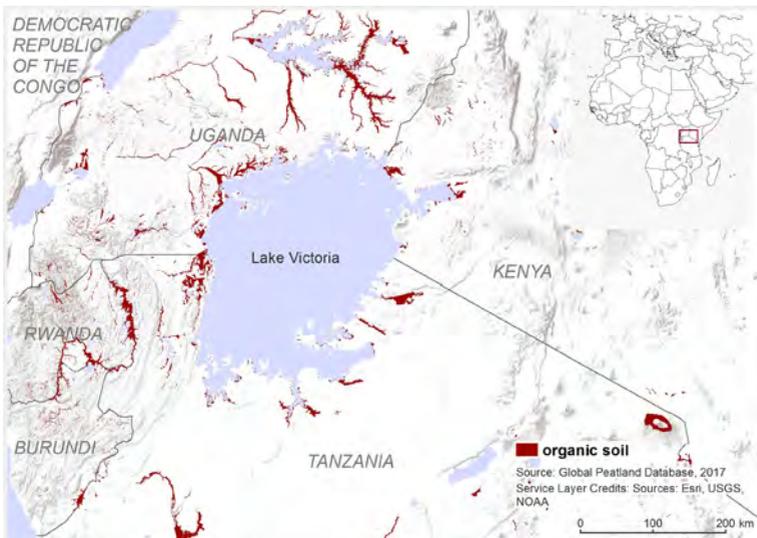


Gambar 2-14b: Citra satelit di lanskap yang sama pada Gambar 2-14a menampilkan bentuk lahan gambut lembah yang unik di antara padang rumput perbukitan rendah podsolik di barat daya Kalimantan (Sumber: planet.com).



Gambar 2-15:
Gambut cekungan di
tepi danau lanskap
Lahan Gambut Siak
Kecil-Bukit Batu di
selatan Provinsi Riau,
Indonesia.

Uganda memiliki area ekosistem lahan gambut yang signifikan yang dapat ditemukan di seluruh negara dengan luas lebih dari 1,4 juta ha. Hal ini menjadikan Uganda sebagai salah satu dari 20 negara dengan area lahan gambut terbesar di dunia (Joosten, 2009). Lahan gambut terpusat di bagian tengah dan selatan negara ini, di sepanjang dasar lembah sungai dan sekitar danau (Lih. **Gambar 2-16**). Jenis ekosistem lahan gambut Uganda mencakup lahan gambut dasar lembah yang ditumbuhi pohon lontar/*papyrus* (dengan ketebalan deposit hingga 7,5 m), lahan gambut tepi sungai (gambut dengan hamparan lontar di sepanjang tepi danau), lahan gambut palem *Raphia*, dan lahan gambut dataran tinggi. Sebagian besar jenis lahan gambut ini adalah lahan gambut cekungan.



Gambar 2-16: Peta
probabilitas tanah
organik/lahan
gambut di Afrika
Timur (Sumber:
Global Peatland
Database 2017 –
Greifswald Mire
Centre)

2.4 FLORA DI HUTAN RAWA GAMBUT

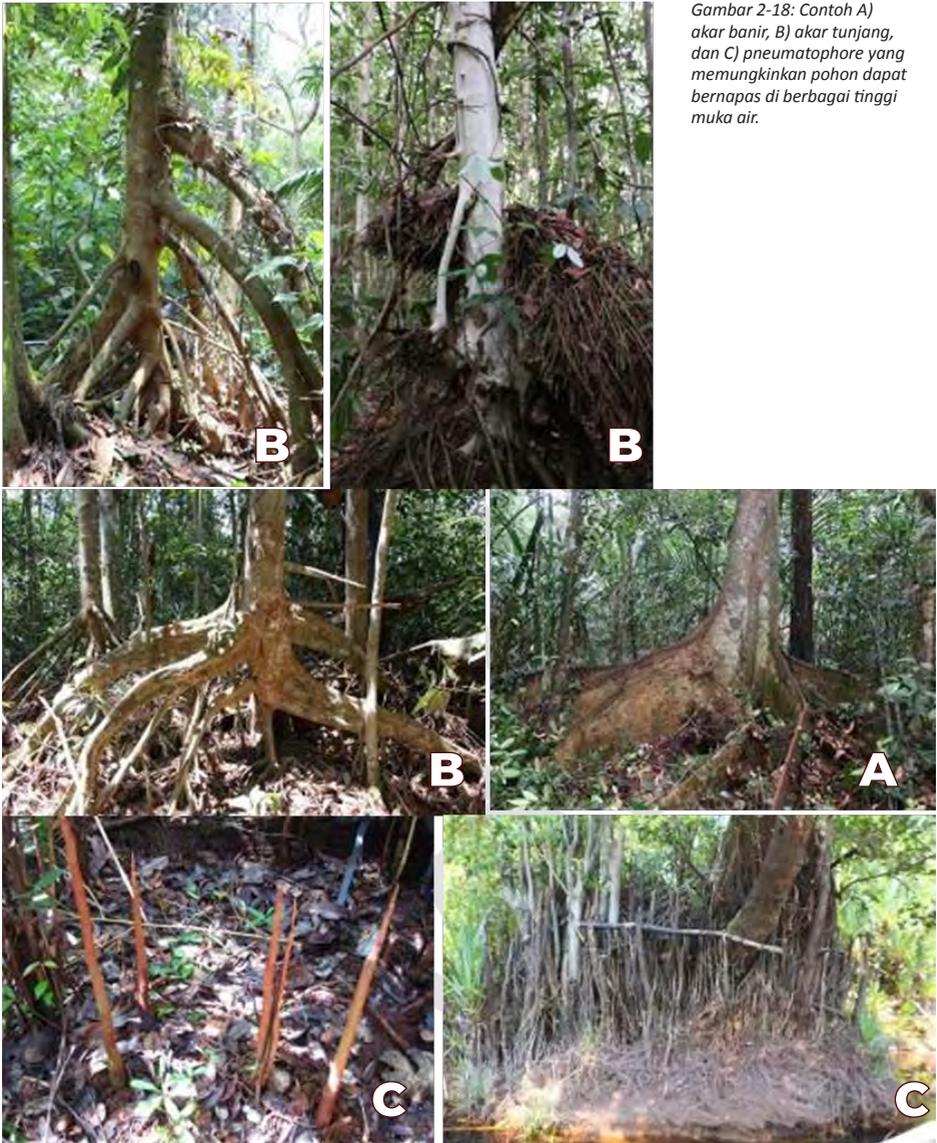
Menurut Giesen *et al.*, (2018), Hutan Rawa Gambut memiliki spesies tanaman yang cukup beragam dengan 1.337 spesies tanaman lebih tinggi yang tercatat di rawa air tawar Asia Tenggara (dari Thailand sampai Papua). Namun demikian, sebagian besar spesies tersebut juga mendiami habitat lain termasuk hutan dataran rendah dan hutan kerangas. Beberapa di antaranya bahkan juga tumbuh di habitat dataran tinggi dan montana. Jumlah, jenis, dan spesies berbeda di setiap lokasi, namun lokasi yang dikembangkan dengan baik dapat memiliki hingga 250 spesies pohon dan 500 spesies tumbuhan. Sebagai contoh, lebih dari 470 spesies dari 109 famili tercatat tumbuh di hutan rawa gambut di Thailand (Chamlong, Chawalit, dan Wiwat, 1991). Di Kalimantan, Indonesia, 310 spesies dan 78 famili tumbuhan tercatat tumbuh di hutan rawa gambut (Simbolon dan Mirmanto, 1999). Barangkali, penelitian mengenai ekologi hutan rawa gambut dataran rendah tropis paling menyeluruh dan terkenal dilakukan oleh Anderson selama lebih dari sepuluh tahun pada tahun 1950-an (Anderson, 1961, 1963, dan 1983). Anderson mencatat 253 spesies pohon, termasuk 40 pohon kecil yang tingginya jarang mencapai lebih dari 5-10 m, terdapat di HRG/hutan rawa gambut dataran rendah tropis. Baru-baru ini tercatat ada 312 spesies tumbuhan yang terdiri dari 219 spesies pohon dan 93 bukan pohon di Rawa Gambut Katingan-Mentaya di Kalimantan Tengah (Harrison *et al.*, 2011). Pada 2013, di Malaysia, ekspedisi ilmiah mengenai keanekaragaman hayati dilakukan di Hutan Rawa Gambut Selangor Selatan. Selama masa ekspedisi, tercatat sebanyak 126 spesies pohon dari 38 famili (Selangor State Forestry Department, 2014).

Giesen *et al.*, (2018) mengidentifikasi 45 spesies tumbuhan lebih tinggi yang terbatas di hutan rawa gambut dataran rendah dan 75 lainnya hanya ditemukan di hutan rawa gambut dan rawa sempadan/tanah mineral. Spesies terbatas di hutan rawa gambut, antara lain ramin (*Gonystylus bancanus*) (**Gambar 2-17**), jelutung rawa (*Dyera polyfills*), *Shorea platycarpa*, *Shorea uliginosa*, *Calophyllum lowei*, dan *Pandanus vinaceus*. Beberapa dari spesies ini, seperti *Hanguana thailandica* relatif baru diidentifikasi dan hanya dijelaskan pada tahun 2016 (Wijedasa *et al.*, 2016) dan kemungkinan akan lebih banyak spesies yang terungkap melalui penelitian lebih lanjut. Pohon yang tumbuh di hutan rawa gambut cenderung memiliki akar banir dan akar tunjang untuk memberikan keseimbangan dan penyimpanan dalam keadaan tergenang. Karena lamanya periode muka air tinggi, banyak dari spesies pohon ini memiliki *pneumatophore*, yakni akar yang mencuat di atas permukaan air yang berfungsi sebagai akar pasak/akar napas (**Gambar 2-18**).



Gambar 2-17: Ramin (*Gonystylus bancanus*)

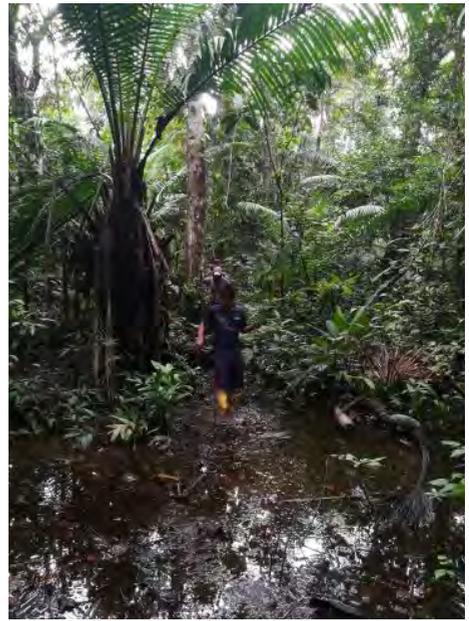
Gambar 2-18: Contoh A) akar banir, B) akar tunjang, dan C) pneumatophore yang memungkinkan pohon dapat bernapas di berbagai tinggi muka air.



Vegetasi dalam ekosistem lahan gambut Peru berbeda-beda, mulai dari rawa terbuka, hutan palem, hingga hutan rawa gambut (lih. **Gambar 2-19a** dan **b**). Salah satu jenis utama didominasi spesies palem, *Mauritia flexuosa*, yang mencakup sekitar 80% total area lahan gambut dan menyimpan karbon $\sim 2,3$ Pg (Bhomia *et al.* 2018).



Gambar 2-19a: Lahan gambut terbuka/hutan tiang (Sumber: Schultz *et al.*, 2019)



Gambar 2-19b: Lahan gambut hutan palem *Mauritia flexuosa* di Cekungan Sungai Chambira, Peru (Sumber: Schultz *et al.*, 2019).

2.5 FAUNA DI HUTAN RAWA GAMBUT

Hutan rawa gambut sejak lama dianggap sebagai ekosistem yang miskin spesies dengan produktivitas dan keanekaragaman fauna yang rendah, serta hanya memiliki sedikit spesies endemik (Johnson, 1967). Sebaliknya, penelitian terbaru menunjukkan bahwa hutan rawa gambut memiliki keanekaragaman spesies hewan yang tinggi dengan 123 spesies mamalia, 268 spesies burung, 75 spesies reptil, dan 219 spesies ikan yang tercatat di Asia Tenggara (Posa *et al.*, 2011). Penelitian mengungkapkan bahwa hutan rawa gambut juga penting bagi konservasi spesies hewan yang terancam punah (Husson *et al.*, 2018). Hutan rawa gambut merupakan habitat khusus bagi banyak spesies ikan langka dan endemik dengan lebih dari 20 spesies baru dalam sains yang dijelaskan dalam beberapa tahun terakhir dan tercatat ada lebih dari 30 lokasi endemik tunggal. Penelitian mengenai serangga, terutama capung, di hutan rawa gambut juga menemukan banyak spesies baru dan langka. Di luar Asia Tenggara, konsentrasi hewan yang sangat besar tercatat di lahan gambut di daerah cekungan Kongo dan Amazon.

Mamalia

Hutan rawa gambut diketahui memiliki keanekaragaman mamalia cukup tinggi dengan 123 spesies yang tercatat, dan enam di antaranya sangat berasosiasi dengan hutan rawa gambut. Sementara itu, 45% mamalia di hutan rawa gambut digolongkan sebagai satwa yang terancam menurut Daftar Merah IUCN (IUCN Red List) tentang kelompok spesies hampir terancam, rentan, atau terancam punah (Posa *et al.*, 2011). Beberapa di antara spesies mamalia di hutan rawa gambut merupakan spesies ikonik (**Gambar 2-20**). Di rawa gambut Katingan-Mentaya di Kalimantan Tengah, ditemukan 77 spesies mamalia. Husson *et al.*, (2018) mencatat bahwa terdapat 65 spesies mamalia di lahan gambut Sebangau di Kalimantan Tengah.

Rawa gambut juga penting bagi konservasi sejumlah spesies primata yang hampir punah. Hutan rawa berkualitas tinggi dan hutan rawa aluvial dataran rendah merupakan habitat terbaik bagi orangutan (Russon *et al.*, 2001). Di Taman Nasional Gunung Palung di sebelah barat Kalimantan, hutan gambut primer memiliki kerapatan sarang dan individu orangutan Kalimantan (*Pongo pygmaeus*) lebih tinggi dibanding yang ditemukan di hutan dataran rendah, yakni masing-masing lebih dari 49% dan lebih dari 31% (Johnson *et al.*, 2005). Daerah tangkapan air Sebangau di Kalimantan Tengah menampung sejumlah besar

populasi orangutan di Kalimantan (Morrogh-Bernard *et al.*, 2003). Hutan rawa gambut juga penting bagi konservasi primata lainnya seperti bekantan (*Nasalis larvatus*), Surili Sarawak (*Presbytis chrysomelas*) (Phillips, 1990) dan empat spesies primata endemik pulau Siberut, yaitu bilou (*Hylobates klossii*), Lutung Mentawai (*Presbytis potenziani*), Beruk Siberut (*Macaca siberu*), dan Simakobu (*Simias concolor*) (Quinten *et al.*, 2010).

Sejumlah spesies kucing yang hampir punah juga mendiami hutan rawa, termasuk kucing tandang (*Prionailurus planiceps*), macan dahan Sunda (*Neofelis diardi*), dan kucing batu (*Pardofelis marmorata*) (Cheyne *et al.*, 2009). Beberapa lokasi utama yang tersisa dan penting bagi Harimau Sumatera (*Panthera tigris sumatrana*) berada di hutan rawa gambut seperti di semenanjung Kampar dan Suaka Margasatwa Kerumutan di Provinsi Riau Indonesia.

Gambar 2-20: Mamalia yang ditemukan hidup di area hutan rawa gambut tropis (search jarum jam dari kiri atas - Beruang madu, Tapir, Orangutan, dan Harimau).



Burung

Posa *et al.*, (2011) mendokumentasikan 268 spesies burung yang tercatat dari hutan rawa gambut di Asia Tenggara. Berdasarkan jumlah tersebut, 33% di antaranya dikategorikan terancam menurut Daftar Merah spesies yang terancam, rentan, atau hampir punah IUCN (*IUCN Red List of near threatened, vulnerable, or endangered*). Terdapat dua spesies burung yang diketahui sebagai spesies hampir endemik di hutan rawa gambut Asia Tenggara (Myers, 2016), yaitu kacamata Jawa (*Zosterops flavus*) dan empuloh paruh kait (*Setornis criniger*). Sementara itu, lebih dari 200 spesies burung tercatat hidup di Taman Nasional Tanjung Puting dan jumlah yang sama juga tinggal di rawa gambut Katingan-Mentaya, kedua tempat ini ada di Kalimantan, Indonesia. Berdasarkan penilaian status spesies burung di habitat hutan rawa gambut Malaysia Barat dan Timur yang dilakukan oleh Sebastian (2002), dari 237 spesies burung yang tercatat di hutan rawa gambut tersebut, 27% di antaranya terdaftar sebagai spesies yang terancam secara global.

Ikan

Baru-baru ini telah dibuktikan bahwa hutan rawa gambut menunjang kehidupan berbagai spesies ikan sekaligus beragam spesies endemik dan sangat stenotopik (terbatas) yang ditemukan dalam beberapa tahun terakhir (Kottelat & Lim, 1994; Kottelat & Ng, 1994). Sebanyak 15% spesies ikan air tawar yang umum dijumpai di Malaysia berasosiasi dengan rawa gambut. Ada lebih dari 80 spesies ikan air gambut stenotopik yang mewakili lebih dari 20% fauna khas ini dan ditemukan hanya dalam waktu 20 tahun terakhir (Ng *et al.*, 1994). Di rawa gambut Katingan-Mentaya di Indonesia, ditemukan 110 spesies ikan. Posa *et al.*, (2011) mendokumentasikan 219 spesies ikan dari rawa gambut di Asia Tenggara, 80 di antaranya hidup terbatas pada ekosistem ini, 31 spesies merupakan endemik dan hanya ditemukan di satu lokasi.

Di antara kelompok fauna, ikan menunjukkan tingkat endemisitas tertinggi pada rawa gambut. Penelitian di Semenanjung Malaysia menunjukkan spesies yang hidup dan biomassa di air hitam di rawa gambut tidak sedikit, dan sebanyak 33% spesies ikan air tawar berasosiasi dengan rawa gambut (Ng *et al.*, 1994, Kottelat *et al.*, 2006). Rawa gambut juga merupakan tempat hidup sejumlah ikan mini, termasuk *Paedocypris progenetica*, yakni vertebrata terkecil dan anggota genus baru ikan *Paedomorphic cyprinid*

dari rawa gambut air hitam dengan keasaman tinggi di Asia Tenggara (Kottelat *et al.*, 2006). *Paedocypris progenetica* merupakan ikan dan hewan bertulang belakang terkecil di dunia. Panjang ukuran tubuh ikan betina dewasa terkecil hanya 7,9 mm. Dari 47 ikan mini di perairan tawar Asia yang dicatat oleh Kottelat & Vidthayanon (1993), 27 menghuni rawa dan 11 di antaranya hidup di rawa gambut. Sejak saat itu, penemuan baru ini berhasil mengumpulkan total 20 spesies rawa gambut mini yang sudah bernama dan selebihnya belum dideskripsikan secara resmi.

Di hutan rawa gambut, ikan-ikan mini bertahan hidup ketika musim kering dengan berlindung di genangan air dangkal, liang hewan lain, atau di dalam tanah. Ukuran tubuh yang kecil sangat menguntungkan ikan-ikan ini ketika tinggi muka air menyusut. Bahkan saat musim kering paling parah, gambut berperan sebagai penyangga dan menahan genangan air bersih dan dingin yang terpen cil. Pada kubah yang tinggi, gambut yang tergenang air sering kali membentuk sungai kecil permanen. Keberadaan air permanen di tanah yang gembur ini memastikan kestabilan habitat rawa gambut. Kestabilan ini memungkinkan kelangsungan hidup dan evolusi spesies stenotopik, termasuk di antaranya ikan-ikan mini.

Hutan Rawa Gambut Selangor Utara di Malaysia merupakan salah satu area yang paling banyak diteliti, dan terdapat sebanyak 101 spesies ikan, termasuk 48 spesies khas rawa gambut dijumpai di area tersebut (Ng *et al.*, 1992, 1994). Spesies yang ditemukan termasuk spesies langka dari genus seperti *Encheloclarias*, *Bihunichthys*, *Betta*, dan *Parosphromenus* serta enam spesies ikan yang baru ditemukan (Ng & Lim, 1993; Ng & Kottelat, 1992, 1994). Rawa gambut tidak bisa dikatakan sebagai ekosistem yang miskin fauna, karena di dalamnya terdapat spesies ikan menarik yang beragam dan unik, dan banyak di antaranya memiliki relung ekologis yang sempit dan sebaran yang terbatas (**Gambar 2-21** sampai **Gambar 2-23**). Bahkan di area hutan rawa gambut yang relatif kecil, fauna ikan tergolong beragam, misalnya, tercatat ada 72 spesies yang hidup di Rawa Gambut Pondok Tanjung seluas 4000 ha, di Perak, Malaysia (Ng *et al.*, 2018). Thornton *et al.*, (2018) mendokumentasikan 55 spesies ikan dari 16 famili berbeda di lahan gambut Sebangaou di Kalimantan Tengah. Hasil penelitian di atas menunjukkan adanya korelasi positif dengan kedalaman air musiman dan peningkatan keasaman sungai serta menurunnya penangkapan ikan setelah degradasi lahan gambut akibat kebakaran.



Gambar 2-21: *Betta livida* – ikan petarung endemik hutan rawa gambut dari Hutan Rawa Gambut Selangor Utara, Malaysia (Sumber: Stefan van der Voort).



Gambar 2-22: *Paedocypris progenetica* – hewan bertulang belakang terkecil di dunia. Spesies ikan ini ditemukan di hutan rawa gambut di Sumatera dan pertama kali ditemukan pada tahun 2005 (Sumber: H. H. Tan).

*CATATAN: Tidak lama sejak pertama kali ditemukan pada 1992, lokasi penemuan ikan ini diubah menjadi perkebunan nanas, yang kemudian gagal dan dikonversi menjadi perkebunan sawit.



Gambar 2-23: *Betta uberis* – ikan endemik yang hampir punah dan hidup di sungai air hitam kecil di hutan rawa gambut di Kalimantan.

Banyak spesies ikan di hutan rawa gambut berada di ambang kepunahan karena habitatnya berkurang akibat perluasan perkebunan sawit di era 1980-1990an (Ng C, 2018, *pers. comm.*). Spesies tersebut termasuk *Betta persephone*, *Betta chini* (hiperendemik rawa gambut Klias, Sabah), dan spesies ikan terkecil dunia *Paedocypris progenetica* dan *Parosphromenus* spp. yang sangat bergantung pada habitat gambut. Dengan adanya perluasan perkebunan sawit di berbagai wilayah, hilangnya ikan khas gambut menjadi suatu permasalahan yang mendesak karena spesies ini bersifat hiperendemik dan tidak ditemukan di tempat lain di dunia.

Reptil

Delapan spesies kura-kura yang terancam punah yang ditemukan di hutan rawa gambut menunjukkan bahwa hutan rawa gambut merupakan habitat penting bagi kelompok yang sangat terancam ini (Posa *et al.*, 2011). Selain itu, hutan rawa gambut adalah habitat yang disukai oleh buaya sepiit (*Tomistoma schlegelii*) (Bezuijen *et al.*, 2001).

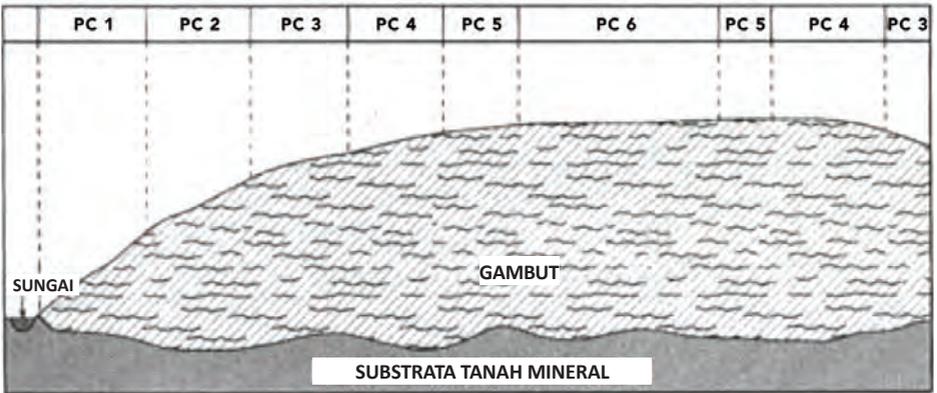
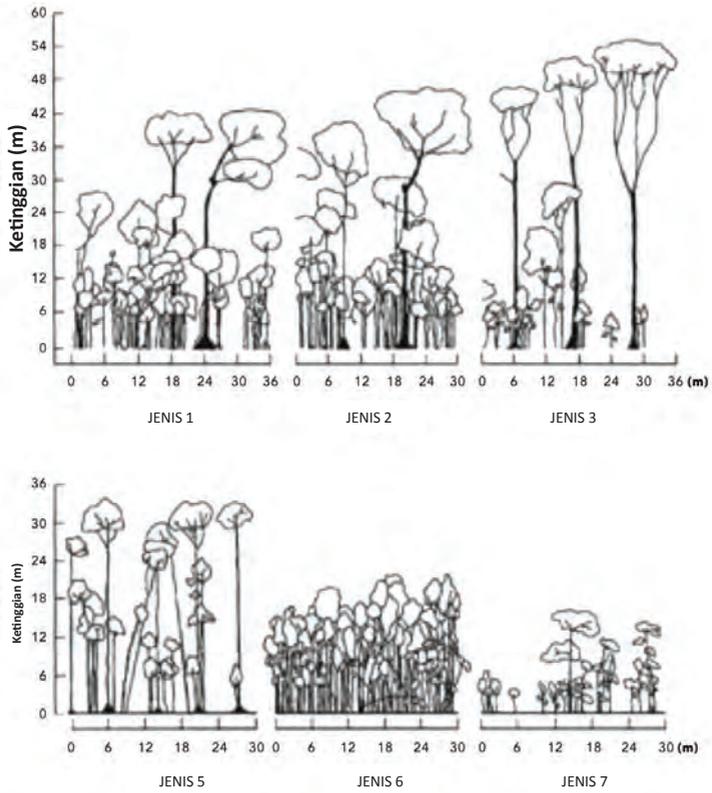
2.6 ZONASI EKOSISTEM HUTAN RAWA GAMBUT

Buwalda (1940) yang melakukan penelitian di Sumatera mungkin merupakan peneliti pertama yang menemukan bahwa beragam kelompok tumbuhan hidup di hutan rawa gambut bergantung pada ketebalan gambut dan jarak hutan rawa gambut dari sungai. Buwalda menyatakan bahwa vegetasi di lahan gambut dengan ketebalan lebih dari tiga meter tumbuh lebih buruk dibanding vegetasi yang tumbuh di lahan gambut yang lebih dangkal. Spesies jambu-jambuan (*Myrtaceae*) dan *Calophyllum* dengan batang ramping tinggi yang tumbuh berdekatan satu sama lain mendominasi lahan yang memiliki deposit gambut yang sangat tebal. Di bagian tengah atau dalam hutan, lapisan paling tebal ditumbuhi vegetasi yang lebih terbuka dengan pohon yang kurang berkembang, bengkok/melintir, dan kerdil serta sebaran genangan air berwarna coklat pekat dengan pH 3,0 sampai 3,5. Hutan yang didominasi spesies *Myrtaceae-Calophyllum* ini kaya akan tumbuhan kantong semar (*Nepenthaceae*), sementara lumut, pakis, dan rumput teki (*Cyperaceae*) menutupi tanahnya. Gambut dengan ketebalan kurang dari tiga meter memiliki tumbuhan bawah antara lain, talas-talasan (*Araceae*), *Commelinaceae*, *Palmae* (*Eleiodoxa conferata*, *Licuala*), dan pakis. Tanahnya memiliki pH 3,5 sampai 4,5. Berdasarkan penelitian di area Indragiri tersebut, Buwalda melaporkan enam jenis vegetasi berbeda dengan dominasi satu atau beberapa spesies. Keadaan yang serupa juga diutarakan oleh Anderson (1961, 1963, dan 1964) yang melakukan penelitian di Pulau Kalimantan (Sarawak dan Brunei).

Anderson (1961) juga menemukan bahwa dataran rendah tropis rawa gambut menunjukkan perubahan jenis vegetasi yang mencolok mulai dari batas luar hingga bagian tengah di masing-masing rawa gambut berbentuk kubah. Anderson, yang meneliti rawa di Sarawak, Malaysia dan sekitar Brunei di pulau Kalimantan, menggunakan istilah Komunitas Berfase (*Phasic Community/PC*) untuk menandai zona vegetasi dominan. Anderson menemukan enam PC atau zona berbeda berdasarkan komposisi bunga dan struktur vegetasi di setiap zona:

- **Jenis 1:** Hutan rawa campuran, asosiasi *Gonystylus-Dactylocladus-Neoscortechinia*;
- **Jenis 2:** Hutan Alan, asosiasi *Shorea albida-Gonystylus-Stemonurus*;
- **Jenis 3:** Hutan Alan Bunga, asosiasi *Shorea albida*;
- **Jenis 4:** Hutan Padang Alan, asosiasi *Shorea albida-Litsea-Parastemon*;
- **Jenis 5:** Asosiasi *Tristania-Parastemon-Palaquium*, dan
- **Jenis 6:** Padang keruntum, asosiasi *Combretocarpus-Dactylocladus*.

Zona ini diberi nomor PC1 di batas luar sampai PC6 di bagian tengah rawa gambut. Lih. **Gambar 2-24** untuk ilustrasi zonasi lateral hutan rawa gambut. **Gambar 2-25a** dan **Gambar 2-25b** memperlihatkan Zona Alan Bunga yang didominasi oleh *Shorea albida* di Brunei. Perlu dicatat bahwa zonasi khusus ini jarang dijumpai di luar Sarawak. Zonasi terjadi di lokasi lain tetapi sifat pasti dan komposisi spesiesnya berbeda di setiap wilayah.



Gambar 2-24: Zonasi lateral vegetasi di enam komunitas berfase (phasic communities) (Sumber: Anderson, 1961)



Gambar 2-25a: Hutan rawa gambut yang didominasi Shorea albida di Brunei Darussalam



Gambar 2-25b: Tampilan permukaan tanah Shorea albida yang mendominasi hutan di Brunei Darussalam

2.7 DEGRADASI HUTAN RAWA GAMBUT

Di Asia Tenggara, 90% hutan rawa gambut mengalami degradasi akibat pembalakan, drainase, dan kebakaran, serta jutaan ha hutan rawa gambut saat ini dikelola untuk perkebunan industri termasuk sawit dan pulp. Secara keseluruhan, perkebunan industri mencakup 4,3 juta ha (27%) lahan gambut di Semenanjung Malaysia, Sumatera, dan Kalimantan, area lahan gambut utama di Indonesia dan Malaysia. Sebagian besar perkebunan industri adalah perkebunan sawit (73%), sedangkan hampir seluruh sisanya (26%) merupakan perkebunan kayu pulp (Miettinen *et al.*, 2016). Di Malaysia, pada 2016, diperkirakan lebih dari 1 juta ha lahan gambut dikembangkan untuk budi daya sawit (Miettinen *et al.*, 2016). Di Indonesia, lebih dari 2 juta ha lahan gambut ditanami sawit. Baik budi daya sawit maupun kayu pulp memerlukan drainase lahan gambut yang menjadi penyebab penurunan utama keanekaragaman hayati, emisi GRK, kebakaran, dan kabut asap, serta subsidi lahan yang dalam jangka panjang mengakibatkan area ini rawan banjir dan menjadi lahan yang tidak produktif untuk tujuan pertanian.

Hidrologi dan Drainase

Drainase merupakan langkah awal mendasar bagi budi daya sawit dan banyak tanaman lainnya di lahan gambut. Namun, drainase mengganggu fungsi hidrologi ekosistem lahan gambut, yang sering kali menimbulkan dampak negatif di luar perbatasan kebun/estate, karena sistem hidrologi yang saling bersinggungan. Drainase berlebihan biasanya menyebabkan dampak yang lebih serius, tetapi sistem drainase yang terkendali pun masih berdampak negatif terhadap lahan gambut di sekitarnya. Drainase dalam area perkebunan dapat memengaruhi bagian kubah gambut yang signifikan, karena drainase berdampak pada tinggi muka air hingga dua km dari saluran, bergantung kedalaman drainase, laju aliran, dan konduktivitas hidrologi gambut.

Subsidi dan Risiko Banjir

Subsidi adalah penurunan permukaan tanah akibat pemampatan/kompresi fisik gambut dan hilangnya karbon karena oksidasi dan erosi. Tanah gambut hanya terdiri dari 10% akumulasi bahan organik dan 90% air. Jika dikeringkan, sebagian besar air seketika menghilang dan bahan organik yang tersisa teroksidasi sehingga semua gambut di atas drainase pada akhirnya juga akan menghilang. Subsidi dan risiko banjir terkait merupakan fenomena populer dan tidak dapat dihindari di seluruh tempat di dunia ketika lahan gambut dikonversi menjadi lahan yang bergantung pada drainase. Beberapa contohnya termasuk Britania Raya (Somerset), AS (Sacramento Delta, Everglades), Jerman bagian utara, Denmark, dan Belanda. Di Belanda, sebagian besar wilayah barat yang berpenduduk padat terletak di bawah permukaan laut sebagai akibat dari subsidi tanah.

Di Indonesia (yakni Sumatera dan Kalimantan) dan Malaysia, banyak hutan rawa gambut dikeringkan untuk perkebunan sawit dan kayu pulp. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dalam lima tahun pertama setelah drainase, lahan gambut biasanya mengalami subsidi 1 hingga 2 m. Di tahun-tahun berikutnya, subsidi terjadi secara konstan menjadi 3 sampai 5 cm/tahun, mengakibatkan subsidi 2-3 m dalam 25 tahun dan 4-5 m dalam 100 tahun (Hooijer *et al.*, 2012; Jauhainen *et al.*, 2012).

Kebakaran

Salah satu risiko serius lainnya bagi hutan rawa gambut di Asia Tenggara dan tempat lain di dunia adalah kebakaran. Saat kekeringan El Nino pada 1997-1998, lebih dari 2,5 juta ha lahan gambut di Indonesia terbakar dan mengakibatkan kabut asap menutupi 10 juta km² wilayah selama enam bulan. Dampak jangka panjangnya memang tidak dapat diprediksi, namun penelitian mengenai efek bencana kabut asap 1997-1998 menyebabkan kematian tidak kurang dari 15.600 janin, bayi, dan anak-anak di Indonesia (Jayachandran, 2009). Selama kekeringan akibat El-nino pada Juli-September 2015, lebih dari 100.000 kebakaran terjadi di Indonesia, menghancurkan sekitar 2,6 juta ha perkebunan, hutan, dan lahan gambut di seluruh wilayah Sumatera, Kalimantan, dan Papua. Diperkirakan sekitar 1,75 miliar ton karbon dioksida dilepaskan hanya dalam beberapa bulan, melebihi total emisi tahunan di Jerman ataupun Jepang. Emisi per hari selama minggu-minggu puncak kebakaran melebihi emisi bahan bakar fosil harian dari seluruh perekonomian di AS (Harris *et al.*, 2015).

Kebakaran menimbulkan krisis kabut asap yang berdampak di seluruh Asia Tenggara, memicu keadaan darurat nasional di seluruh Indonesia dan meluas ke Singapura, Malaysia, serta negara lainnya sehingga menyebabkan ketegangan diplomatik antara Indonesia dengan negara-negara tetangga. Kebakaran ini merenggut 24 nyawa langsung saat kejadian dan ada lebih dari 500.000 kasus infeksi saluran pernapasan yang dilaporkan. Koplitz *et al.*, (2016) memperkirakan kebakaran dan asap menyebabkan lebih dari 100.000 kematian dini di seluruh wilayah (91.600 orang di Indonesia, 6.500 di Malaysia, dan 2.200 di Singapura) akibat terpapar partikel halus polusi udara (PM2.5). Krisis kabut asap menyebabkan penutupan sekolah dan transportasi udara di wilayah terpapar. Bank Dunia (World Bank, 2016) memperkirakan kerusakan akibat kebakaran terhadap perekonomian Indonesia mencapai sekitar US\$ 16 miliar (Rp 221 triliun), setara dengan 1,9 persen dari Produk Domestik Bersih (PDB).

Lahan gambut kering sangat rentan terhadap api karena gambut kering sangat mudah terbakar (lih. **Gambar 2-26**). Pengembangan perkebunan berskala industri secara besar-besaran mengakibatkan keringnya sejumlah besar area lahan gambut. Ditambah dengan perubahan alami dan cuaca, kondisi ini menjadi pemicu terjadinya kebakaran parah. Karena terbakar dengan kadar oksigen yang rendah, lahan gambut tidak terbakar dengan sempurna dan mengakibatkan pembentukan kabut asap tebal. Pengembangan perkebunan besar menjadi salah satu pemicu utama kebakaran yang menyebabkan bencana kabut asap yang berbahaya. Emisi dari kebakaran gambut juga mengandung Senyawa Organik Mudah Menguap (Volatile Organic Compounds/VOC) yang berdampak buruk bagi kesehatan dan lingkungan lainnya, dan mencakup senyawa nitrogen ammonium dan hidrogen sianida yang konsentrasinya meningkat di area-area yang telah mengalami pemupukan (mis. area yang dibuka untuk budi daya) (Smith *et al.*, 2018). Penemuan terbaru juga menunjukkan keterkaitan antara gambut dengan kerapatan lindak tinggi (mis. gambut yang terdegradasi) dengan peningkatan GRK dan gas metana yang lebih kuat selama peristiwa kebakaran (Smith *et al.*, 2019; Samuel, 2019 *pers. comm.*). Dengan demikian, kebakaran pada area yang sebelumnya ditanami memiliki dampak potensial lebih dahsyat bagi lingkungan dan kesehatan.



Gambar 2-26: Lahan gambut terdegradasi yang berdekatan dengan perkebunan sangat rentan terhadap kebakaran (Foto diambil di area yang berdekatan dengan Cagar Hutan Klias, Sabah, Malaysia).

Perambahan/Pengambilan Kayu dan HHBK yang Tidak Lestari

Biasanya, infrastruktur dan akses menuju area lahan gambut semakin baik karena adanya pengembangan perkebunan. Perlunya memastikan transportasi yang baik untuk sawit (baik jalur darat maupun sungai) menunjukkan bahwa akses bagi para migran atau warga setempat ke pinggiran hutan rawa gambut yang tersisa meningkat secara signifikan. Hal ini menghadirkan peluang terjadinya tindakan ilegal baik yang bersifat oportunistis ataupun dorongan dari luar termasuk pembalakan (yang semakin meningkatkan risiko kebakaran), perburuan, penangkapan ikan tanpa izin, penangkapan ikan secara destruktif/merusak, atau pengambilan hasil hutan tanpa izin. Kehadiran masyarakat di sekitar atau di dalam perkebunan sering kali menambah kompleksitas/kerumitan untuk memastikan pemanfaatan sumber daya hutan yang berkelanjutan dan wajar.



3.0 PENGELOLAAN AREA HUTAN RAWA GAMBUT YANG ADA DI DALAM ATAU DI SEKITAR PERKEBUNAN SAWIT

3.1 KATA PENGANTAR

Konservasi dan pengelolaan area hutan rawa gambut yang ada di dalam ataupun di sekitar perkebunan sawit sangat penting untuk mencegah dampak degradasi sebagaimana disebutkan dalam **Bab 2**, serta menghemat waktu dan sumber daya yang diperlukan untuk merehabilitasi area tersebut jika di kemudian hari mengalami degradasi.

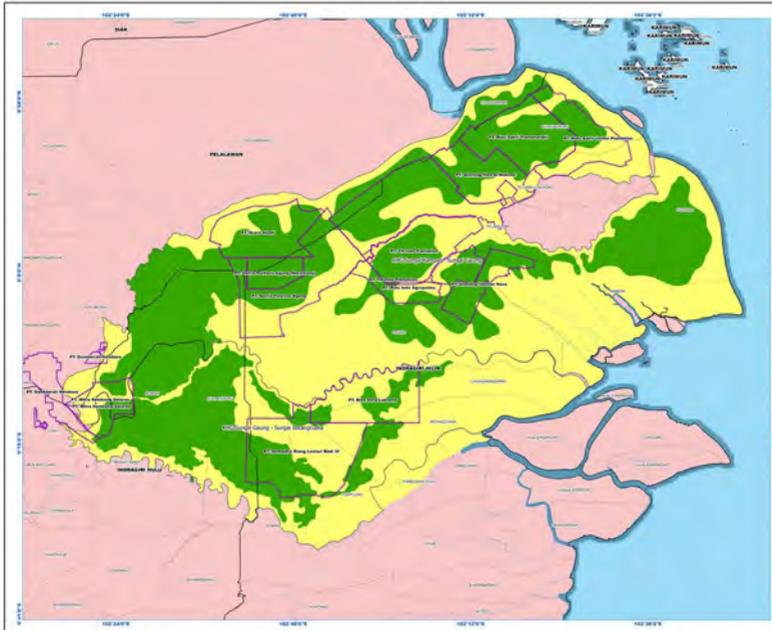
Berikut ini adalah contoh area yang direkomendasikan untuk diidentifikasi, dikelola, dan ditingkatkan sebagai kawasan konservasi di dalam perkebunan di lahan gambut.

- Area hutan rawa gambut utuh
- Kawasan NKT di lahan gambut
- Vegetasi sungai dan area di zona penyangga sungai yang ditentukan
- Area penyangga di sekitar hutan rawa gambut utuh
- Bagian tengah area kubah gambut (kubah gambut, Padang Raya)
- Tepian/bahu kubah (di Sarawak pada Hutan Alan)
- Area yang dekat dengan dasar drainase sehingga berisiko banjir
- Area yang tidak dapat dikeringkan dengan gravitasi atau area yang diidentifikasi melalui penilaian drainabilitas yang menghadapi kendala drainabilitas gravitasi di masa depan
- Koridor satwa liar (untuk mencegah konflik antara manusia-satwa liar dan melestarikan keanekaragaman hayati)
- Area lahan gambut tersisa lainnya di dalam area perkebunan/konsesi setelah November 2018 (ditunjuk sebagai kawasan konservasi lahan gambut sesuai dengan P&C 2018)
- Di Indonesia:
 - a. Area gambut yang diidentifikasi berada di zona konservasi Kesatuan Hidrologis Gambut (KHG), yaitu area yang mencakup sedikitnya 30% dari setiap KHG, area yang penting bagi konservasi keanekaragaman hayati, dan semua area dengan kedalaman gambut lebih dari 3 m (sesuai peraturan Indonesia – PP No. 71/2014 dan PP No. 57/2016);
 - b. Area gambut yang memiliki tanah sulfat masam potensial atau pasir kuarsa infertil (pengembangan tidak diizinkan sesuai dengan peraturan Indonesia)
 - c. Area yang diidentifikasi sebagai hutan lindung
- Di Malaysia: area yang ditetapkan sebagai Kawasan Peka Lingkungan Kelas 1 atau 2.

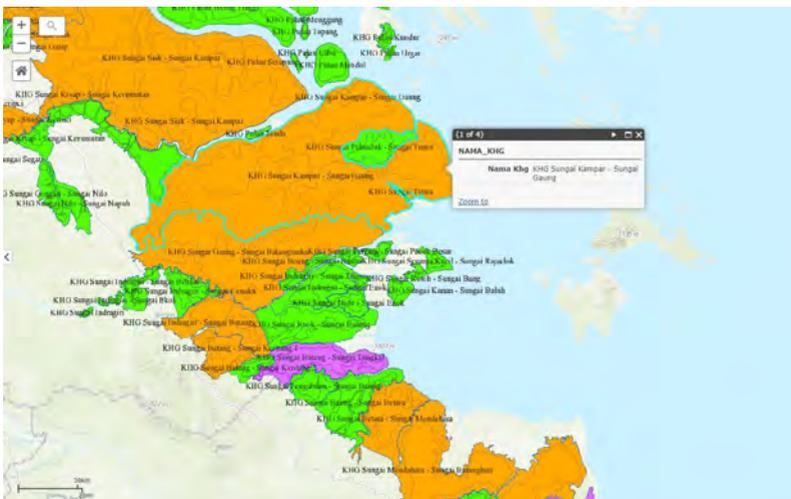
3.2 MENJAGA KEUTUHAN KESATUAN HIDROLOGIS GAMBUT

Lahan gambut adalah sistem lahan basah dan sangat membutuhkan air untuk mendukung keutuhan dan kesehatan ekosistem. Gambut mengandung 90% air dan air menghubungkan setiap bagian dari keseluruhan lahan gambut. Perubahan pada tatanan air karena drainase atau banjir di satu bagian lahan gambut akan berdampak pada bagian lain dalam sistem. Setiap lahan gambut yang terdapat di KHG

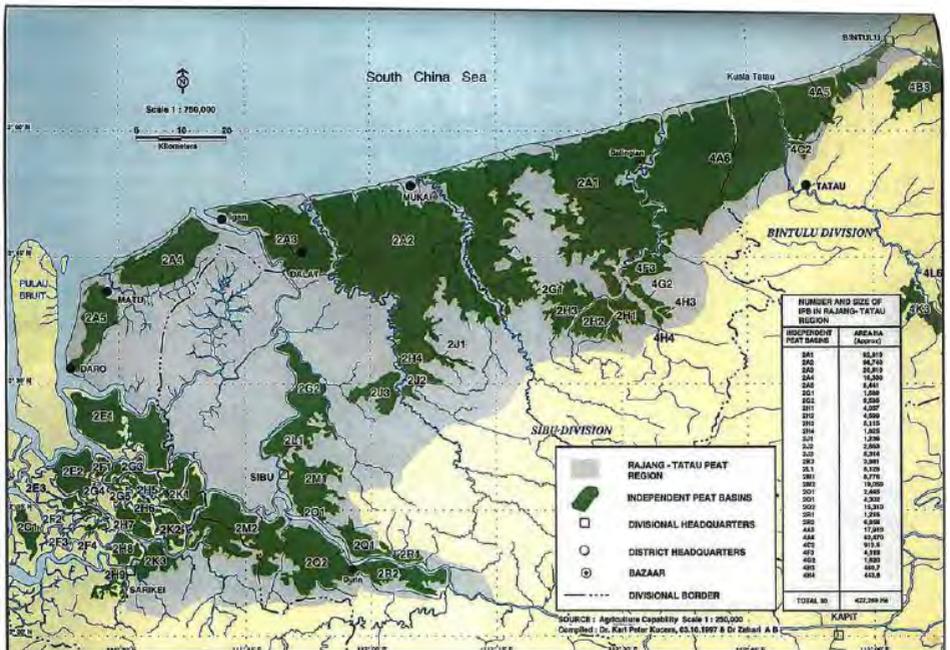
atau Cekungan Lahan Gambut terdiri atas area gambut yang bersambungan dengan tanah mineral di sekitarnya dan mengarah ke sungai atau badan air terdekat. Peta yang menampilkan KHG di seluruh Indonesia bersumber dari Kementerian Lingkungan dan Kehutanan (Lih. **Gambar 3-1a** dan **b**). Peta cekungan/kubah gambut tersendiri/independen (dengan konsep serupa) telah disiapkan untuk Sarawak (Lih. **Gambar 3-2**).



Gambar 3-1a: Peta Kesatuan Hidrologis Gambut Sungai Kampar sampai Sungai Gaung, Provinsi Riau, menunjukkan kawasan konservasi (hijau) dan area pemanfaatan potensial (kuning) dari Atlas SK 130 (Sumber: Kementerian Lingkungan dan Kehutanan Indonesia, 2017).

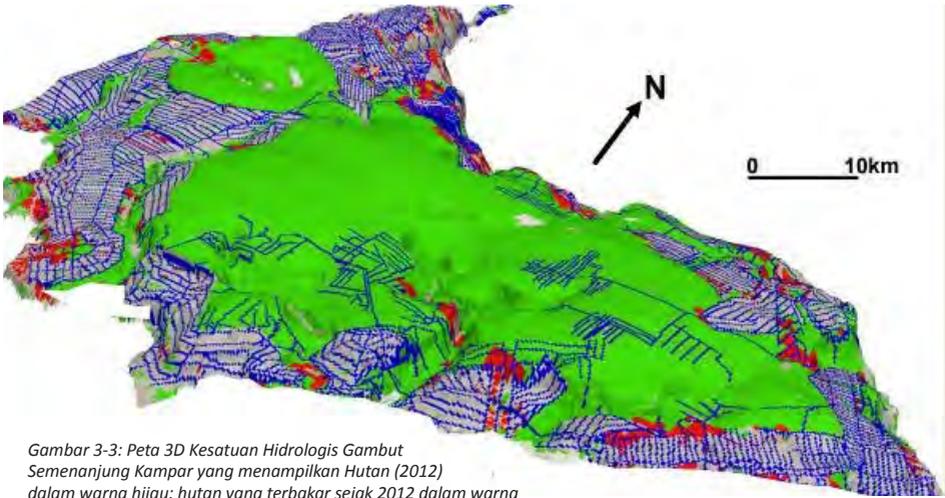


Gambar 3-1b: Peta basis data daring mengenai Kesatuan Hidrologis Gambut (Sumber: Kementerian Lingkungan dan Kehutanan Indonesia, 2017)



Gambar 3-2: Peta untuk menunjukkan cekungan/kubah gambut tersendiri/independen di bagian Tengah Sarawak (Sumber: Academy of Sciences Malaysia, 2018).

Untuk pengelolaan dan rehabilitasi lahan gambut, sangat penting memahami lokasi dan sifat area terkait dengan KHG masing-masing. Memahami hubungan antara ractean konservasi atau restorasi mana pun yang diajukan dan status konservasi serta hidrologi dalam KHG yang tersisa sangat penting untuk memungkinkan strategi pengelolaan berkelanjutan yang akan dikembangkan. Misalnya, jika area yang akan dikonservasi juga dikeringkan oleh perkebunan di sekitarnya atau oleh penggalian kanal untuk transportasi atau pembalakan di KHG yang sama, maka restorasi mungkin tidak akan berjalan dalam jangka panjang tanpa adanya perundingan dengan pemangku kepentingan dan penyesuaian keseluruhan pola drainase. **Gambar 3-3** menunjukkan model 3D KHG untuk Semenanjung Kampar (kubah pusat ditunjukkan dengan jelas) seluas kurang lebih 700.000 ha. Bagian Tengah meliputi hutan dan batas luar merupakan area perkebunan. Jaringan kanal (biru) untuk pembalakan dan transportasi dibuka/dipotong ke dalam area hutan (hijau). Perusahaan dengan perkebunan di sekitar tepi hutan harus bekerja sama melakukan pendekatan terpadu untuk menangani pengelolaan air. Namun, jika area yang akan dikonservasi terdiri dari beberapa KHG yang dipisahkan oleh sungai di atas tanah mineral, maka pengelolaan setiap KHG direncanakan secara mandiri karena kegiatan di satu KHG tidak akan berdampak langsung pada KHG lainnya. Meski demikian, logika ini tidak berlaku bagi lahan gambut cekungan karena air dari satu bagian lahan gambut akan mengalir ke bagian yang berdekatan di seberang sungai, sebab gambut berada setingkat dengan atau lebih rendah dari sungai.



Gambar 3-3: Peta 3D Kesatuan Hidrologis Gambut Semenanjung Kampar yang menampilkan Hutan (2012) dalam warna hijau; hutan yang terbakar sejak 2012 dalam warna merah, serta kanal drainase dan pembalakan dalam warna biru/hitam (Sumber: Wardhana, B., 2016)

3.3 PENGELOLAAN TERPADU LAHAN GAMBUT

Berdasarkan pemahaman mengenai KHG dan lanskap gambut, penting untuk membuat strategi atau rencana pengelolaan terpadu untuk area restorasi atau konservasi yang diusulkan atau seluruh KHG yang ada di dalamnya. Strategi ini akan memandu keseluruhan pendekatan untuk pengelolaan lanskap lahan gambut berkelanjutan sehingga masing-masing pemangku kepentingan dapat mengaitkan masing-masing upayanya untuk mendukung konservasi dan rehabilitasi lahan gambut.

Prinsip utama pengelolaan terpadu lahan gambut disajikan dalam pedoman Perencanaan Pengelolaan Terpadu untuk Hutan Lahan Gambut di Asia Tenggara (D’Cruz, 2014) berikut ini:

1. Menyadari fungsi penting hutan lahan gambut dalam menahan dan mendistribusikan air ke seluruh lanskap cekungan sungai.
2. Menyadari kompleksitas interaksi iklim, hidrologi, geologi, ekologi, dan waktu pembentukan serta evolusi hutan lahan gambut di wilayah tropis.
3. Menyadari kebutuhan untuk kolaborasi dan koordinasi lintas disiplin ketika melaksanakan rencana pengelolaan terpadu.
4. Menyadari bahwa niat baik, kesepakatan, dan komunikasi di antara para pemangku kepentingan akan sangat berharga dalam mencapai hasil yang kompleks dan dinamis, yaitu hutan gambut yang sehat dan berfungsi dengan baik, yang semaksimal mungkin mendekati sistem alaminya sesuai dengan pengetahuan dan kemampuan yang dimiliki saat ini.
5. Menyadari bahwa praktik terbaik akan berkembang jika diiringi dengan penelitian, pemantauan, dan pengelolaan adaptif yang berkesinambungan.

Terka’t ‘praktik yang b’ik’, perencana dan pengelola harus memasukkan prinsip-prinsip lintas sektor ini ke dalam semua komponen pekerjaannya. Tujuannya adalah untuk memastikan koordinasi dan koherensi yang diperlukan untuk benar-benar mencapai hasil yang efektif. Selain prinsip-prinsip tersebut, ada 13 unsur penting mengenai proses pengelolaan terpadu lahan gambut yang sukses sebagaimana disajikan pada **Tabel 3-1**.

Tabel 3-1: Unsur penting dalam proses pengelolaan terpadu lahan gambut

ELEMEN	KLARIFIKASI
Yurisdiksi	Otoritas manajemen dan yurisdiksi departemen serta lembaga pemerintah diakui dan tegas.
Pengakuan	Diakuinya perjanjian dan komitmen saat ini.
Kerja sama lintas sektor dalam pengembangan dan pelaksanaan kebijakan	Seluruh lembaga sektor publik yang bertanggung jawab terhadap kegiatan atau kebijakan yang memengaruhi lahan, air, dan hutan gambut harus berkomitmen pada proses konsultasi dan penetapan tujuan kebijakan bersama yang kooperatif, di tingkat nasional maupun di tingkat cekungan sungai.
Kesetaraan dalam faktor partisipasi dan pengambilan keputusan	Harus ada kesetaraan bagi setiap pemangku kepentingan dalam berpartisipasi pada keputusan pengelolaan yang berkaitan dengan lahan gambut.
Konsensus	Keputusan dan rekomendasi yang dibuat berdasarkan konsensus serta prosesnya mencakup mekanisme penyelesaian masalah.
Pertanggungjawaban terhadap keputusan	Pengambil keputusan harus bertanggung jawab. Jika prosedur yang telah disepakati tidak diikuti atau keputusan yang diambil secara subjektif terbukti bertentangan dengan prinsip-prinsip di atas, maka pengambil keputusan harus memberikan penjelasan lengkap. Pemangku kepentingan harus meminta bantuan kepada badan independen jika merasa bahwa prosedurnya belum diikuti.
Transparansi dalam pelaksanaan	Setelah keputusan mengenai rencana, prosedur, dan pengelolaan ditetapkan dan disepakati, sangat penting untuk memastikan bahwa semuanya dilaksanakan dengan benar.
Kejelasan proses	Proses pengambilan keputusan harus jelas bagi seluruh pemangku kepentingan.
Fleksibilitas pengelolaan	Sangat penting menerapkan strategi pengelolaan adaptif yang dapat diubah ketika ada informasi atau pemahaman baru yang muncul.
Efisiensi	Proses harus mematuhi dan memperkuat pendekatan yang ada, memfasilitasi kerja sama dan kolaborasi, serta menghindari ketumpangtindihan dan duplikasi. Selain itu, penanganan masalah juga harus tepat waktu.
Kredibilitas sains/pengetahuan	Metode ilmiah yang digunakan untuk mendukung keputusan pengelolaan harus kredibel dan ditinjau dengan tinjauan dari komunitas ilmiah.
Asas Kehati-Hatian	Keputusan yang diambil dengan uji tuntas terhadap risiko sudah teridentifikasi.
Keberlanjutan sebagai sasaran	Perlindungan terhadap dampak penggunaan lahan dan air yang memadai harus diberikan, dengan menghargai dinamika ekosistem alami untuk kepentingan generasi selanjutnya.

Rencana pengelolaan terpadu telah disusun untuk sejumlah lokasi di Malaysia, termasuk Hutan Rawa Gambut Selangor Utara (Departemen Kehutanan Selangor, 2014), Hutan Rawa Gambut Pahang Tenggara (Departemen Kehutanan Pahang, 2008), Rencana Pengelolaan untuk Taman Nasional Loagan Bunut (Departemen Kehutanan Sarawak, 2008), dan Cagar Hutan Klias, Sabah (Departemen Kehutanan Sabah, 2007). Lih. **Kotak 3-1** untuk informasi terkait Hutan Rawa Gambut Selangor Utara.

KOTAK 3-1

Rencana Pengelolaan Terpadu Hutan Rawa Gambut Selangor Utara

Hutan Rawa Gambut Selangor Utara berada di pantai barat Semenanjung Malaysia, sekitar 50 km dari Barat Laut Kuala Lumpur. Hutan rawa gambut ini merupakan yang terbesar di pantai barat Semenanjung Malaysia.

Hutan rawa gambut ini terletak di dataran pesisir di bagian barat laut Negara Bagian Selangor dan mencakup area seluas 81.304 ha (sedikit lebih luas daripada Singapura). Sebelum menjadi cagar hutan di tahun 1990, hutan tersebut merupakan tanah milik negara dan telah ditebang secara selektif sesuai rotasi. Operasi penebangan pertama dimulai sekitar 65 tahun yang lalu. Lih. **Tabel 3-2** untuk rincian terkait Hutan Rawa Gambut Selangor Utara yang terdiri dari empat Cagar Hutan.

Tabel 3-2: Total kawasan Hutan Rawa Gambut Selangor Utara sebagaimana tercantum dalam dokumen pengukuhan resmi

CAGAR HUTAN	UKURAN (HA)
Cagar Hutan Raja Musa	35.656
Cagar Hutan Sungai Karang	37.417
Bagian dari (Perluasan) Cagar Hutan Bukit Belata	4.342
Suaka/Cagar Hutan Sungai Dusun	5.091
Total	81.304

Hutan ini memiliki peran penting bagi ekonomi dan ekologi kawasan tersebut, termasuk di antaranya menyediakan HHBK dan berperan penting dalam pengendalian banjir dan pasokan air ke kawasan di sekitarnya (mis. Tanjung Karang Rice Schemes, dan kota-kota seperti Tanjung Karang, Sekinchan, dan Sabak Bernam), serta memiliki peran yang sangat signifikan secara global, yakni sebagai tempat penyimpanan sejumlah besar karbon di tanah dan sebagai habitat keanekaragaman hayati yang unik dan penting.

Rencana Pengelolaan Terpadu dilaksanakan dalam jangka waktu 10 tahun sejak tahun 2014 hingga tahun 2023. Secara keseluruhan, tujuan rencana pengelolaan yang diajukan ini adalah 'untuk mengelola cakupan geografis dan integritas Hutan Rawa Gambut Selangor Utara guna mempertahankan dan merehabilitasi fungsi ekosistem sebagai penyedia barang dan jasa bagi kepentingan masyarakat setempat dan global'. Sedangkan tujuan khusus rencana pengelolaan ini adalah sebagai berikut.

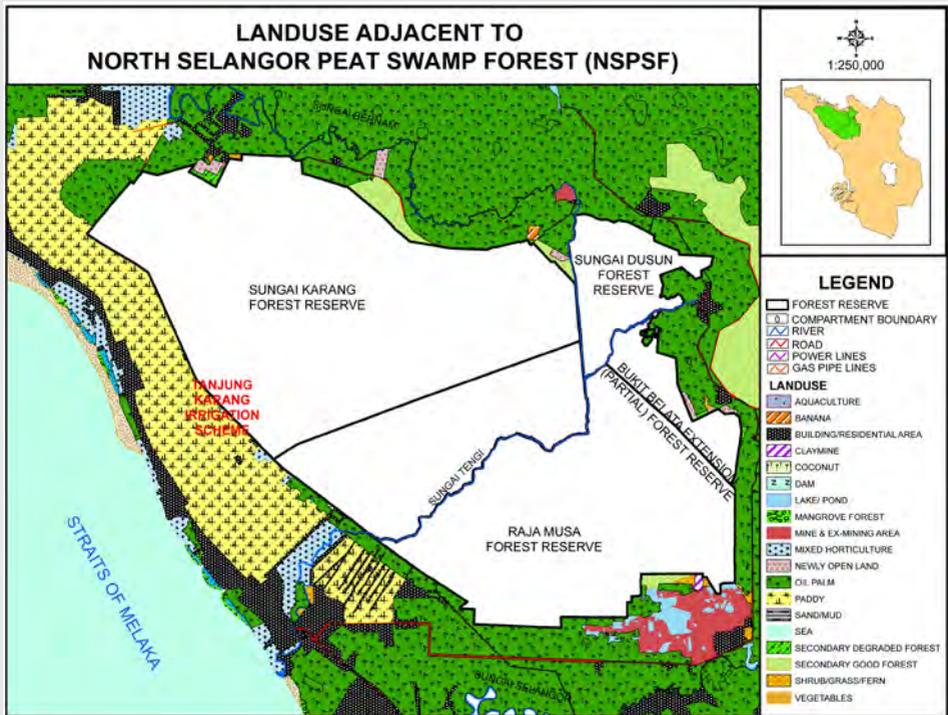
- 1) Mengembangkan kembali fungsi hidrologis dan keseimbangan air alami dari Hutan Rawa Gambut Selangor Utara.
- 2) Mencegah terjadinya segala jenis kebakaran dan kabut yang menyertainya di dalam dan di kawasan sekitar Hutan Rawa Gambut Selangor Utara.
- 3) Memulihkan ekosistem Hutan Rawa Gambut Selangor Utara dengan cara mendorong regenerasi hutan alami dan, jika perlu, melakukan penanaman di berbagai lokasi yang sangat terdegradasi.
- 4) Menetapkan zona penyangga dengan luas sekurangnya 500 m di seluruh batas luar Hutan Rawa Gambut Selangor Utara guna meminimalkan dampak kegiatan di kawasan sekitarnya.
- 5) Mengembangkan dan mendukung penggunaan Hutan Rawa Gambut Selangor Utara yang lestari, termasuk di antaranya ekowisata, pemanenan HHBK, rekreasi, serta kesadartahuan, edukasi, dan penelitian terkait lingkungan.
- 6) Mendukung konservasi keanekaragaman hayati dan fungsi ekosistem lahan gambut.
- 7) Mengelola dan meningkatkan stok karbon, meminimalkan emisi GRK, dan mengembangkan opsi pendanaan karbon.
- 8) Mendukung partisipasi multipemangku kepentingan dalam melaksanakan rencana pengelolaan terpadu.

Pendekatan

Rencana Pengelolaan Terpadu disusun dengan menggunakan pendekatan partisipatif. Penyusunan tersebut dipandu oleh Departemen Kehutanan Negara Bagian Selangor dan Departemen Kehutanan Semenanjung Malaysia, dengan bantuan teknis dari Pusat Lingkungan Global. Konsultasi pemangku kepentingan diselenggarakan di tingkat negara bagian dan distrik pada bulan November 2013 hingga Juni 2014. Hal ini dilakukan agar pemangku kepentingan setempat dan negara bagian dapat memberikan *input*/masukan. Pemangku kepentingan yang berpartisipasi dalam pertemuan tersebut mencakup masing-masing Kantor Daerah dan Dewan Pemerintah Daerah (Kuala Selangor, Hulu Selangor, dan Sabak Bernam), Departemen Suaka Margasatwa dan Taman Nasional, Unit Perencanaan Ekonomi, Departemen Federal Perencanaan Kota dan Negara Semenanjung Malaysia, Departemen Pemadam Kebakaran dan Penyelamatan, Departemen Mineral dan Geosains, MPOB, Departemen Pekerjaan Umum, Departemen Lingkungan Hidup, Departemen Kedokteran Hewan dan Pelayanan, Perusahaan Pengembangan Pertanian Selangor, Lembaga Pembangunan Tanah Federal (*Federal Land Development Authority*/FELDA), LUAS, IADA, Kumpulan Darul Ehsan Bhd, Kumpulan Semesta Sdn Bhd., serta Perkebunan dan Konsultasi Sejawat Sime Darby (M) Sdn Bhd.

Pemanfaatan Lahan

Hutan Rawa Gambut Selangor Utara dikelilingi oleh tanah milik negara dan pribadi yang sebagian besar dibudidayakan untuk tujuan pertanian (lih. **Gambar 3-4**). Pemanfaatan lahan utama di area yang berbatasan dengan cagar hutan antara lain adalah Skema Irigasi Padi Tanjung Karang (*Tanjung Karang Rice Irrigation Scheme*) di bagian barat daya dan barat, penambangan pasir dan tanah liat di bagian selatan, serta perkebunan sawit di bagian tenggara dan utara. Hutan ini terpisah dari skema irigasi di bagian barat daya oleh Kanal Irigasi Utama, sedangkan batas utaranya dipisahkan oleh Sungai Bernam. Sungai Tenggi berfungsi sebagai pemisah alami antara Cagar Hutan Sungai Karang dan Cagar Hutan Raja Musa. Hutan Rawa Gambut Selangor Utara berada di bawah yurisdiksi tiga daerah administratif di Negara Bagian Selangor, yaitu Distrik Kuala Selangor, Distrik Sabak Bernam, dan Distrik Hulu Selangor.



Gambar 3-4: Pemanfaatan lahan di sekitar Hutan Rawa Gambut Selangor Utara (Sumber IMP-NSPSF, 2014)

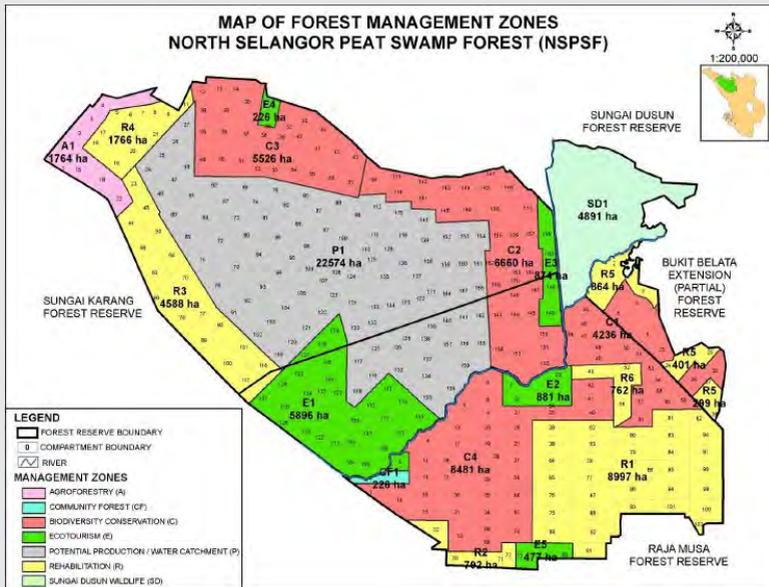
Degradasi Hutan

Selama 30 tahun terakhir, sebagian besar Hutan Rawa Gambut Selangor Utara terdegradasi akibat beberapa faktor, yakni penebangan komersial yang meluas, pembukaan lahan secara ilegal, drainase, dan kebakaran. Kombinasi dari faktor-faktor ini menyebabkan sebagian besar kawasan Hutan Rawa Gambut Selangor Utara (hampir 20.000 ha) terdegradasi, meskipun tingkat degradasinya sangat bervariasi di setiap lokasi. Di bagian selatan hutan tersebut, sebagian besar kawasannya telah dibakar berulang kali hingga mengalami degradasi parah. Hal ini menyebabkan sebagian besar kawasan tersebut tidak memiliki pepohonan dan hanya ditutupi oleh rumput/ilalang (*Imperata cylindrica*). Jika tidak ada tindakan mitigasi yang dilakukan untuk merehabilitasi kawasan tersebut, maka degradasi akan terus terjadi akibat tingginya risiko kebakaran di masa mendatang. Oleh karena itu, disarankan untuk memprioritaskan rehabilitasi kawasan yang terdegradasi parah.

Zona Pengelolaan

Penelitian dan inventarisasi yang dilakukan menunjukkan adanya nilai penting dan degradasi dari berbagai bagian hutan tersebut. Berdasarkan hal ini dan persyaratan pengelolaan, Sumber Daya Hutan dibagi menjadi tujuh kategori zona yang masing-masing membutuhkan pengelolaan yang berbeda (lih. **Gambar 3-5**) sebagai berikut:

- i) Konservasi Kenekaragaman Hayati (25.027 ha); Hutan Tangkapan Air (22.594 ha);
- iii) Zona Rehabilitasi (18.547 ha);
- iv) Rekreasi, Ekowisata, dan Pendidikan (8.299 ha);
- v) Suaka Margasatwa Sungai Dusun (5.091 ha);
- vi) Zona Agroforestri (1.521 ha); dan
- vii) Kehutanan Masyarakat (226 ha).



Gambar 3-5: Zona Pengelolaan Hutan Rawa Gambut Selangor Utara

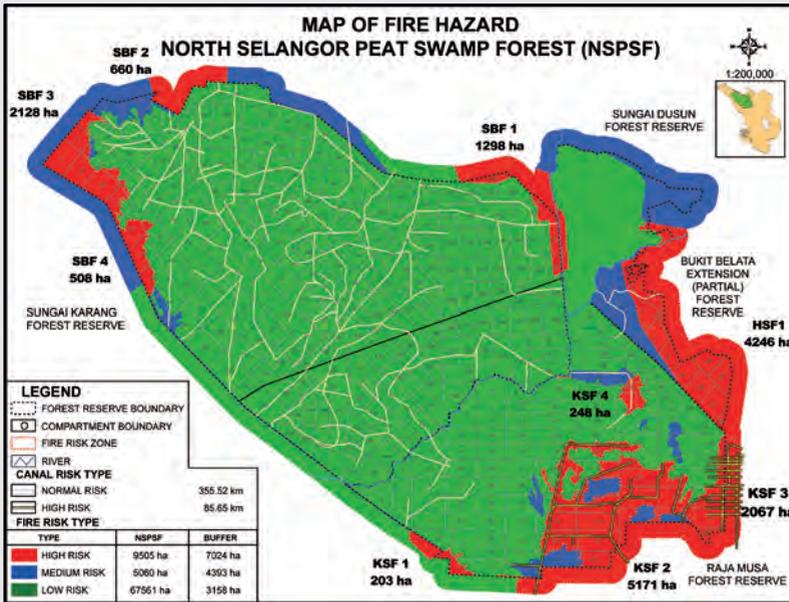
Pencegahan Kebakaran Hutan

Kebakaran menyebabkan sekitar 6.000 ha bagian hutan terdampak secara terus-menerus selama 20 tahun terakhir. Berdasarkan analisis frekuensi, cakupan dan akar penyebab kebakaran dikembangkan dalam peta risiko kebakaran sebagaimana ditunjukkan dalam **Gambar 3-6**. Zona berisiko tinggi menjadi sorotan bagi para pemangku kepentingan terkait, dan tindakan mulai dilakukan untuk mengurangi risiko kebakaran dan meningkatkan tindakan pengendalian. Selain itu, Rencana Penanganan Kebakaran secara Kooperatif juga dikembangkan sebagai bagian dari Rencana Pengelolaan Terpadu. Hal ini memungkinkan beberapa lembaga, tim swasta, serta tim yang berasal dari masyarakat untuk ikut bergabung dan mendukung satu sama lain selama dilakukannya upaya pencegahan dan penanggulangan kebakaran. Setelah menerapkan rencana pengelolaan terpadu dan rencana penanganan kebakaran secara kooperatif, cakupan wilayah yang mengalami kebakaran telah berkurang dari 1.500 ha di tahun 2014 menjadi kurang dari 10 ha di tahun 2018.

Rencana Penanganan Kebakaran secara Kooperatif

Rencana Penanganan Kebakaran secara Kooperatif merupakan bagian dari Rencana Pengelolaan Terpadu. Rencana ini memberikan rincian dan rekomendasi terkait strategi pencegahan, kesiapan, respons, dan pemulihan pasca kebakaran, serta mengajukan anggaran lima tahun terkait Rencana Penanganan Kebakaran secara Kooperatif untuk Hutan Rawa Gambut Selangor Utara. Pada intinya, rencana ini berisi sejumlah strategi dan tindakan yang harus dilakukan beberapa kali dalam setahun, serta sejumlah peralatan dan alat yang dibutuhkan untuk mencegah dan menanggulangi kebakaran. Tanpa mengatasi penyebab yang mendasarinya, maka segala tindakan yang dilakukan untuk menangani kebakaran akan menjadi tidak relevan.

Rencana tersebut dibagi menjadi tiga komponen, yang pertama adalah pengembangan strategi penanganan kebakaran. Kedua, anggaran perencanaan sumber daya yang dikembangkan pada tingkat tinggi guna memberikan panduan mengenai biaya pelaksanaan rencana di seluruh lokasi. Ketiga, rencana pelaksanaan telah disusun untuk komponen pencegahan dan penanggulangan kebakaran. Rencana pelaksanaan dibuat dalam



Gambar 3-6: Peta Risiko Kebakaran Hutan Rawa Gambut Selangor Utara yang menunjukkan kawasan berisiko rendah (hijau), sedang (biru), dan tinggi (merah).

bentuk halaman A3 tunggal yang disertai dengan peta terlampir, dan rencana ini diharapkan untuk diperbarui setiap tahun guna menunjukkan perubahan dan fitur yang diterapkan dalam jangka waktu 12 bulan selanjutnya.

Penyusunan Rencana Penanganan Kebakaran secara Kooperatif memberikan kerangka kerja yang konsisten, yang dapat digunakan untuk menentukan prinsip dan strategi dalam mencapai tujuan utama untuk lokasi yang bersangkutan. Di sisi lain, rencana pelaksanaan akan menentukan kegiatan mana yang sebaiknya dilakukan oleh lembaga, masyarakat, dan peserta dari sektor swasta untuk mengatur tindakan pencegahan, kesiapan, dan respons. Dengan mengetahui hal tersebut, maka tujuan utama dilaksanakannya rencana ini adalah untuk mencegah terjadinya kebakaran di lokasi, dan jika memang terjadi kebakaran, rencana ini dapat digunakan untuk penanganan segera guna meminimalkan area yang terbakar serta biaya penanggulangan kebakaran.

Rencana Rehabilitasi

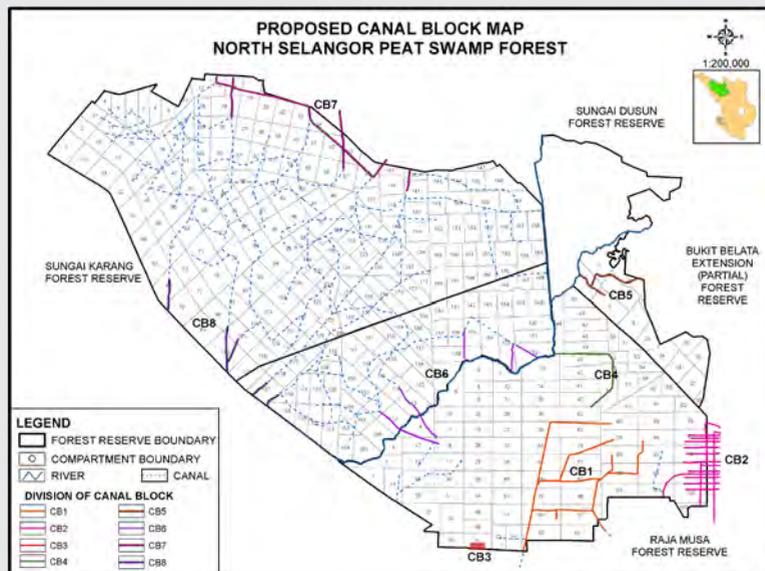
Penyebab utama degradasi Hutan Rawa Gambut Selangor Utara adalah drainase dan kebakaran sehingga upaya rehabilitasi harus difokuskan pada penanggulangan akar penyebab tersebut. Restorasi hidrologi dan pencegahan kebakaran memegang peranan kunci pada keberhasilan setiap upaya rehabilitasi. Setelah dua faktor tersebut diatasi, maka hal yang perlu dilakukan selanjutnya adalah menerapkan langkah ketiga, yakni melakukan revegetasi. Jika tidak, pohon yang ditanam akan rusak akibat kebakaran dan upaya yang dilakukan selama bertahun-tahun akan sia-sia. Secara singkat, rehabilitasi dapat dirangkum menjadi tiga langkah penting, yaitu restorasi hidrologi, pencegahan kebakaran, dan revegetasi.

Saluran Drainase Hutan Rawa Gambut Selangor Utara

Berdasarkan pengamatan lapangan, data satelit Landsat 8 ETM, serta data satelit beresolusi tinggi (*Worldview*) dari Google Earth, FRIM (2018) memperkirakan adanya bekas pembalakan dan saluran drainase pertanian seluas 698 km di Hutan Rawa Gambut Selangor Utara (lih. **Tabel 3-3**). **Gambar 3-7** di bawah ini menunjukkan jaringan saluran drainase di Cagar Hutan Sungai Karang dan Raja Musa.

Tabel 3-3: Panjang jaringan kanal drainase bekas pembalakan dan pertanian yang ada di Hutan Rawa Gambut Selangor Utara (Sumber: Selangor Forestry Department, 2017)

CAGAR ALAM HUTAN	KEDALAMAN KANAL (KM)
Cagar Alam Hutan Raja Musa	289
Cagar Alam Hutan Sungai Karang	395
Cagar Alam Hutan Sungai Dusun	6
Cagar Alam Hutan Bukit Belata (Tambahan/Perluasan)	7
Total	697

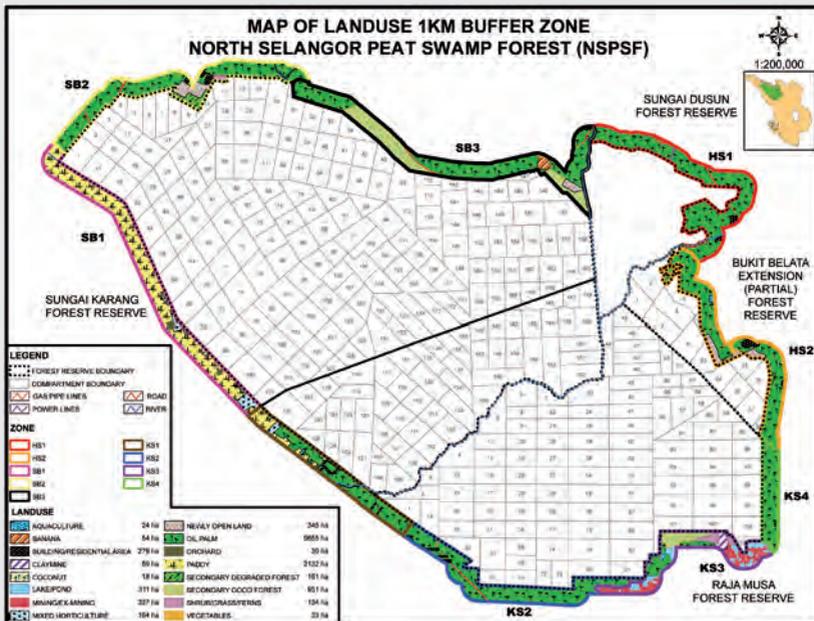


Gambar 3-7: Jaringan saluran drainase dalam Hutan Rawa Gambut Selangor Utara dan prioritas penyekatan

Rencana Pengelolaan Zona Penyangga

Hutan Rawa Gambut Selangor Utara diidentifikasi sebagai Kawasan Peka Lingkungan Kelas 1 (ESA 1) menurut NPP 2020 dan *Selangor State Structure Plan 2020*, yang dipublikasikan oleh Departemen Federal Perencanaan Kota dan Negara Semenanjung Malaysia. Pemerintah telah menetapkan seluruh area Hutan Rawa Gambut Selangor Utara sebagai ESA Kelas 1 dan area penyangga seluas 500 m yang mengelilingi Hutan Rawa Gambut Selangor Utara ditetapkan sebagai ESA Kelas 2, dan area penyangga seluas 500 m yang mengelilingi ESA Kelas 2 adalah ESA Kelas 3. Secara keseluruhan, luas zona penyangga mencapai 1 km (lih. **Gambar 3-8**). Pengelolaan ESA akan dipandu oleh kriteria berikut ini:

- **Tingkatan ESA (Tingkat 1):** Tidak diperbolehkan adanya kegiatan pengembangan, pertanian, atau pembalakan, kecuali pariwisata alam berdampak rendah (kegiatan yang berkaitan dengan ekowisata).
- **Tingkatan ESA (Tingkat 2):** Tidak ada kegiatan pengembangan atau pertanian. Pembalakan berkelanjutan dan wisata alam berdampak rendah diizinkan dengan mengikuti batasan setempat.
- **Tingkatan ESA (Tingkat 3):** Pengembangan terkendali dengan pembatasan ketat pada jenis dan intensitas pengembangan sesuai sifat batasan/kendala.



Gambar 3-8: Peta penggunaan lahan area 1 km zona penyangga di Hutan Rawa Gambut Selangor Utara

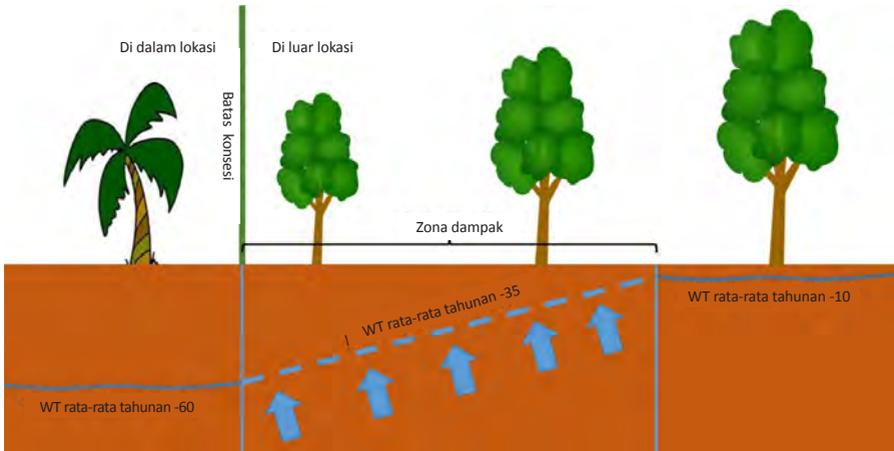
3.4 PEMBAHASAN KEMBALI DAN REVEGETASI PENGELOLAAN REZIM HIDROLOGI ALAMI

Pengelolaan rezim hidrologi yang tepat sangat penting bagi keberhasilan setiap langkah konservasi atau rehabilitasi gambut. Tidak boleh ada drainase buatan di area lahan gambut yang diidentifikasi untuk konservasi karena pada akhirnya hal tersebut akan menyebabkan degradasi dan/atau hilangnya gambut. Di area perkebunan yang berbatasan dengan kawasan konservasi lahan gambut, muka air tanah harus dipertahankan setinggi mungkin untuk meminimalkan efek drainase dari area perkebunan ke lahan gambut (dampak di luar lokasi/off-side). Jika penanaman kembali diperlukan sebagai bagian dari rehabilitasi, gunakan hanya spesies tanaman asli lahan gambut yang toleran terhadap tingkat muka air tanah yang tinggi dan tidak membutuhkan drainase apa pun. Restorasi hidrologi harus lebih diutamakan atau setidaknya sama/sejalan dengan setiap program penanaman kembali.

3.4.1 PENYEKATAN KANAL DAN PARIT SECARA SISTEMATIS

Satu kegiatan yang sangat berdampak terhadap area sekitar selama pengembangan perkebunan sawit di lahan gambut adalah penggalian kanal dan parit di area tersebut. Kegiatan ini sering terjadi pada tahap pembersihan kayu dan pembukaan lahan, karena kayu mungkin dibawa keluar melalui kanal dan muka air tanah dibuat rendah agar memungkinkan masuknya alat berat. Kanal dan parit di lahan gambut ini biasanya mengalir ke kanal atau sungai utama. Ketika kanal dan parit ini tidak dibangun dengan baik, maka sejumlah besar tanah (sampah dan gambut baru), segera maupun tidak, akan terbangun ke sungai. Hal ini menyebabkan perubahan pada morfologi sungai dan kualitas air. Selanjutnya, perubahan tersebut akan mendatangkan efek merugikan pada kehidupan air dan keanekaragaman hayati serta masyarakat yang bergantung pada sumber daya ini. Namun, kekhawatiran paling utama adalah drainase melalui parit dan kanal ini juga mengakibatkan keringnya lahan gambut yang menyebabkan gambut rentan terhadap kebakaran serta subsidiensi

gambut. Drainase perkebunan sawit di lahan gambut juga berdampak pada lahan di sekitarnya karena daya hantar listrik yang tinggi pada tanah gambut (Wetlands International, 2016) (Lih. **Gambar 3-9**).



Gambar 3-9: Ilustrasi sederhana dampak drainase dalam lokasi gambut pada hidrologi di luar perkebunan (Wetlands international, 2016)

Dalam beberapa situasi, perkebunan sawit mungkin ingin memulihkan hidrologi ekosistem lahan gambut di dalam dan di sekitar perkebunannya melalui sekat parit dan kanal (lih. **Gambar 3-10** dan **Gambar 3-11**). Dengan membangun sekat dan bendungan, tinggi dan retensi muka air lahan gambut dapat ditingkatkan dan dipulihkan. ‘Panduan Penyekatan Parit dan Saluran Bersama Masyarakat’ yang dipublikasikan oleh Wetlands International – Indonesia pada tahun 2005 menguraikan metode perbaikan kondisi hidrologi lahan gambut melalui penyekatan kanal dan parit. Berikut adalah unsur penting yang dikutip dari Panduan ini (Wetlands International – Indonesia Programme, 2005a):



Gambar 3-10: Bendungan yang dibangun sebagai penyekat kanal yang sebelumnya digunakan sebagai jalur transportasi kayu guna memulihkan tinggi muka air rawa gambut.



I. IDENTIFIKASI LOKASI

- Penelitian drainase yang ada
- Peninjauan aksesibilitas lokasi
- Penilaian risiko: penenggelaman lahan lain, area perumahan
- Sumber informasi: peta, citra satelit, survei *drone*, masyarakat, dan pihak berwenang setempat



II. PENILAIAN LAHAN

- Memastikan lokasi yang cocok untuk sekat
- Mengidentifikasi sumber bahan potensial yang akan digunakan (mis. karung tanah, geotekstil, tanah, dan tiang)
- Memastikan proses rancangan dan konstruksi
- Memastikan persetujuan pemangku kepentingan dan mengidentifikasi keterlibatannya



III. MEMULAI Pengerjaan Penyekatan Kanal

- Secara manual atau dengan alat
- Pertimbangkan akses dan keselamatan



IV. MEMANTAU SEKAT

- Pemeliharaan sekat
- Pemantauan muka air tanah

Gambar 3-11: Proses penyekatan kanal yang disederhanakan

3.4.2 REKOMENDASI UMUM UNTUK PENYEKATAN KANAL DAN PARIT

Survei lokasi dan status kanal/parit: untuk memetakan kondisi bio-fisik kanal/parit dan mengidentifikasi potensi dampak sosioekonomi terhadap masyarakat sekitar. Kegiatan penyekatan harus disosialisasikan melalui rapat konsultasi dengan masyarakat dan pemerintah daerah guna memastikan dukungan atau tidak adanya keberatan dari pihak-pihak tersebut. Kegiatan ini juga mencakup klarifikasi sasaran dan penggunaan kanal/parit yang disekat serta mengatasi kekhawatiran mengenai dampak yang mungkin terjadi.

Teknik penyekatan: Kegiatan penyekatan harus dimulai di bagian hulu parit/kanal, lalu dilanjutkan ke bagian hilir. Jarak antar sekat harus diminimalkan agar memungkinkan retensi yang lebih efektif dan mengurangi kecepatan aliran air dan perbedaan tinggi jatuh air/*head* (perbedaan tinggi muka air di setiap bendungan). Persiapan dan mobilisasi bahan bangunan ke lokasi penyekatan harus dilakukan pada akhir musim hujan (atau awal musim kemarau). Pembangunan bendungan selama musim hujan sulit dilakukan dan membutuhkan tenaga kerja tambahan. Bendungan besar (lebar lebih dari 5 m) memiliki risiko kerusakan yang lebih besar pada bagian tepi dan bawah sekat akibat erosi lapisan gambut.

Pemantauan dan pemeliharaan bendungan: Kondisi fisik sekat harus dipantau minimal satu bulan sekali. Struktur sekat yang rusak atau bocor merupakan masalah yang harus dipantau dan diperbaiki secepatnya.

3.4.3 REKOMENDASI LANJUTAN UNTUK PENYEKATAN KANAL DAN PARIT

Strategi penyekatan kanal berikut ini dikembangkan berdasarkan keunikan karakteristik lahan gambut:

- Gambut memiliki daya tampung yang rendah, sehingga bendungan tidak boleh menciptakan perbedaan tinggi jatuh air/*head* yang besar (perbedaan antara tinggi muka air di bagian hulu dan hilir kanal).
- Permeabilitas gambut yang tinggi, sehingga bendungan tidak dapat menyimpan air dalam jumlah banyak dan hanya bertindak sebagai penghambat aliran tambahan (penghambat air meningkatkan resistansi aliran).
- Kanal juga dapat digunakan sebagai lintasan/transportasi oleh masyarakat setempat. Oleh karena itu, konsensus dengan masyarakat setempat mengenai kanal mana yang dianggap tidak aktif sehingga dapat disekat, serta kanal yang masih aktif dan tidak boleh disekat harus dicapai. Tidak tercapainya konsensus dapat mengakibatkan ketidakefektifan struktur bendungan (Budiman dan Wosten, 2009).

Saat membangun bendungan, aspek-aspek berikut ini harus dipertimbangkan:

- Bendungan seri (*cascade*) diusulkan guna mencegah terjadinya perbedaan tinggi jatuh air (*head*) yang terlalu signifikan pada bendungan. Pengalaman dan penggunaan simulasi komputer dengan model simulasi pada keadaan yang tidak stabil (*unsteady state*) menunjukkan bahwa tinggi jatuh air (*head*) pada saluran-saluran yang relatif kecil dengan lebar rata-rata 2 m dan kedalaman rata-rata 1 m memiliki selisih maksimum 25 cm.
- Pembuatan bendungan seri yang relatif mudah dengan jarak pendek antar bendungan (misalnya 300-500 m) juga mengurangi kecepatan aliran pada saluran. Pada gilirannya, kecepatan aliran yang terbatas mendorong sedimentasi mineral dan partikel organik ke hulu bendungan dan mengurangi erosi saluran serta bendungan.
- Penyekatan paling baik dimulai di bagian hulu kanal untuk mencegah terlalu banyaknya debit air sehingga secara bertahap mengurangi tekanan pada bendungan yang dibangun di bagian hilir kanal.
- Bahan-bahan asli seperti tiang *Melaleuca* (gelam), karung gambut atau tanah, dan lainnya sebaiknya digunakan untuk menghindari kelebihan beban/berat. Pada prinsipnya, konsolidasi/gabungan lapisan gambut yang berlangsung di bawah struktur ini harus kira-kira sama dengan total subsidensi yang tak terhindarkan dari area sekitarnya. Konsekuensi praktis dari prinsip ini adalah bahwa tekanan dari beban yang berlebih (*overburden*) harus sangat rendah (mis. untuk muka air tanah 25 cm, tekanan *overburden* tidak boleh melebihi sekitar 1.000 Paskals (kPa) atau 100kg/m²).
- Penggunaan bahan-bahan lokal yang tersedia tidak hanya praktis dan murah, tetapi juga efisien karena tidak ada bahan bangunan baru yang perlu diangkut ke lokasi pembangunan bendungan.
- Mempertimbangkan jumlah bendungan yang diperlukan untuk melestarikan lahan gambut yang tersisa secara efektif, maka disarankan untuk menggunakan kayu dengan hemat guna mencegah deforestasi. Sebaiknya pertimbangkan penggunaan gambut dipadatkan atau bendungan dari karung tanah terlebih dahulu karena keduanya paling sedikit menggunakan kayu. Bendungan dari gambut yang dipadatkan jauh lebih murah dibanding bendungan dari peti kayu. Pengalaman di Taman Nasional Tahura Berbak, ekskavator diberi kayu gelondongan (mis: batang kelapa) untuk bergerak melintasi gambut agar tidak tenggelam akibat pembangunan yang tidak dapat dihindari selama musim hujan. Pemadatan terbukti dapat diterapkan dan bendungan dinilai cukup efektif, dilihat dari pemantauan selama 6-12 bulan pasca konstruksi.

- Bendungan harus dirancang sedemikian rupa agar vegetasi dapat tumbuh kembali dengan mudah sehingga membantu alam untuk perlahan-lahan mengambil alih kedudukannya. Karena bahan-bahan asli, yakni gambut yang berada di atas tinggi muka air tanah akan teroksidasi, dan bahkan tiang gelam pun memiliki masa hidup terbatas ketika keduanya bersifat tidak jenuh air secara permanen. Pertumbuhan vegetasi di bendungan dan di bagian kanal yang disekat harus distimulasi untuk memastikan penyekatan sistem drainase yang lebih permanen.
- Tujuan akhir dari sistem penyekatan kanal adalah untuk menutup saluran dengan vegetasi pembentuk gambut asli. Dengan cara ini, resistansi aliran air di lahan gambut dapat dikembalikan ke nilai daya hantar hidrolik gambut awal sekitar 30 m/hari. Namun, proses ini memerlukan waktu yang cukup lama (lebih dari 20 tahun) (Budiman dan Wosten, 2009).

Perlu dicatat bahwa penyekatan kanal sangat sulit dan pada keadaan yang paling baik sekalipun, keberhasilannya sedang/cukup. Alternatif yang jauh lebih baik dan murah adalah sedapat mungkin menghindari pembangunan bendungan. Dengan kata lain, menghindari pembangunan kanal dan parit di daerah berhutan jika memungkinkan.

Jenis sekat kanal

Lih. **Tabel 3-4** untuk rangkuman berbagai jenis sekat kanal yang telah dikembangkan dan digunakan di lahan gambut.

Tabel 3-4: Jenis sekat kanal untuk lahan gambut

JENIS SEKAT KANAL	DESKRIPSI	CATATAN
Sekat dari Gambut yang Dipadatkan	Sekat dapat dibuat dari gambut hasil kerukan yang dipadatkan dari area sekitar. Sekat ini dibuat dengan cara mengeruk gambut menggunakan ekskavator lalu dipindahkan ke dalam sekat dan dipadatkan dengan menggilas gambut di atas sekat tersebut atau menggunakan timba ekskavator (lih. Gambar 3-12 dan 3-13).	Sekat ini relatif lebih murah dan bisa dibuat dengan cepat asalkan lokasi dapat diakses ekskavator. Biayanya pun relatif rendah (US\$ 500-1000/sekat untuk kanal selebar 8-10 m dan US\$ 100-200 untuk saluran yang lebih sempit), tetapi kanal perlu dibangun berdekatan karena <i>head</i> yang rendah (20-30 cm) harus dipertahankan untuk meminimalkan erosi sekat.
Sekat Karung Pasir	Dibuat dari karung pasir atau karung bekas pupuk yang diisi tanah mineral. Biasanya diperkuat dengan tambahan deretan tiang kayu (lih. Gambar 3-14 dan 3-15).	Sekat jenis ini cocok untuk kanal atau saluran yang lebih sempit atau yang berada di lokasi terpencil yang tidak memiliki akses untuk masuknya ekskavator.
Sekat dari Isian Tanah	Sekat dari isian tanah dibuat menggunakan tanah mineral dari area sekitar. Untuk mencegah erosi, tepi sekat dilindungi dengan tiang kayu dan lapisan geotekstil atau karung pasir (lih. Gambar 3-16).	Digunakan untuk kanal sedang atau besar yang berada dekat dengan sumber tanah mineral dan akses bagi ekskavator. Sekat dapat terkikis jika tidak ada langkah perlindungan yang dilakukan.
Sekat <i>Geobag</i>	Tidak berbeda dengan sekat kantong pasir, sekat <i>geobag</i> dibuat dari geotekstil; umumnya lebih besar, kuat, dan tahan lama dibanding karung pupuk atau karung pasir biasa (lih. Gambar 3-17).	Sekat jenis ini cocok untuk kanal atau saluran yang lebih sempit atau yang berada di lokasi terpencil yang tidak memiliki akses untuk masuknya ekskavator. Namun demikian, karena ukuran dan beratnya lebih besar, sekat tidak mudah dipindahkan dengan tangan.
Sekat dari Isian Batu	Sekat dari isian batu dibuat dengan bantuan ekskavator, dengan menggunakan campuran batu dan batuan berukuran sedang dan kecil (lih. Gambar 3-18a, b, dan c).	Digunakan untuk kanal besar dengan <i>head</i> yang tinggi (dengan ketinggian yang berbeda-beda di seluruh sekat), seperti misalnya titik temu antara hutan dan lahan gambut sekitar (tersubsidensi) pada tingkat yang lebih rendah. Terkendala oleh ketersediaan batu dan akses ekskavator di lokasi terpencil.
Sekat Kotak Kayu	Serupa dengan sekat karung pasir, tetapi dibungkus dengan papan kayu guna mengurangi dampak hujan atau aliran air dari sekat yang terkikis. Kotak dapat diisi dengan karung pasir atau tanah (lih. Gambar 3-19).	Sekat jenis ini cocok untuk kanal atau saluran yang lebih sempit atau yang berada di lokasi terpencil yang tidak memiliki akses untuk masuknya ekskavator.
Sekat Papan	Sekat yang mudah dan dapat dibuat dengan cepat dari sebuah tiang dengan deretan papan yang disandarkan ke tiang tersebut (lih. Gambar 3-20).	Cocok untuk kanal kecil dan sedang. Dapat dengan mudah dibangun dan dilepas. Dapat ditambahkan terpal di bagian muka hulu sekat untuk mengurangi kebocoran.
Pintu Air	Pintu air permanen cocok untuk gambut dangkal, tempat pintu dipasang/ditanam ke tanah mineral (lih. Gambar 3-21).	Jenis struktur sekat ini umumnya lebih mahal dan tidak cocok untuk lokasi gambut yang dalam karena masalah dalam konstruksinya dan pintu air kemungkinan tidak efektif akibat subsidensi gambut.
Sekat Multilapis	Sekat yang terbuat dari beberapa lapisan sekat.	Contoh pada Gambar 3-21 memperlihatkan sekat ganda dengan dua kayu besar yang digabungkan untuk membentuk sekat selebar 12 m dan panjang 30 m di kanal dengan kedalaman 10 m. Penambahan lebar dan beberapa rangkaian kayu semakin memperkuat sekat.
Sekat Kombinasi	Sekat yang terbuat dari kombinasi bahan-bahan di atas.	

Sebagian besar dari jenis sekat ini diilustrasikan dalam **Gambar 3-12** sampai **Gambar 3-22**.



Gambar: 3-12a (kiri): Lima rangkaian bendungan dari gambut yang dipadatkan dibangun di sepanjang kanal selebar 20+ meter di sisi barat Tahura OKI (zona penyangga di TN Berbak). Sekat ini dibangun saat musim hujan pada Jan-Feb 2018 dan berfungsi dengan baik setelah 1 tahun (Foto milik Mott MacDonald).



Gambar 3-12b (bawah): Kanal berukuran sedang di kawasan konservasi di Kalimantan Barat disekat dengan bendungan dari gambut yang dipadatkan menggunakan ekskavator.



Gambar 3-13: Kanal besar yang disekat dengan gambut yang dipadatkan (Sumber: Wardhana, B., 2016).



Gambar 3-14: Parit dengan lebar sedang yang disekat menggunakan karung pasir dan kayu.



Gambar 3-15: Sekat karung pasir di kanal besar



Gambar 3-16: Sekat urukan terbuat dari kayu, karung tanah, dan urukan di kanal berukuran sedang



Gambar 3-17: Sekat geobag



Gambar 3-18a: Bendungan dari pecahan batu di kanal besar pada akhir tahun 2012, 2 bulan pasca pembangunan.



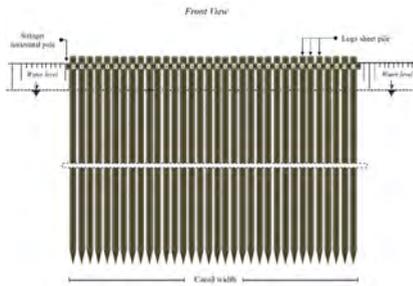
Gambar 3-18b: Bendungan yang sama yang terbuat dari pecahan batu pada tahun 2014, setahun pasca pembangunan.



Gambar 3-18c (atas): Sekat yang sama, tujuh tahun pasca pembangunan. Catatan: Di sisi yang berada jauh dari sekat, pepohonan tumbuh lebih baik dibandingkan dengan Gambar 3-18a.



Gambar 3-19 (kiri): Sekat Kotak Kayu untuk kanal kecil (Sumber: Kementerian Lingkungan dan Kehutanan, Indonesia)



Gambar 3-20: Sekat Papan di saluran kecil (Foto milik Alue Dohong)



Gambar 3-21: Sekat multilapis dibangun pada tahun 2005 di kanal inlet primer Blok AB proyek Pengembangan Lahan Gambut Sejuta Hektar (PLG) yang terbengkalai di Kalimantan Tengah. Lebar sekat 30 m dan kedalaman kanal 10 m. Panjang tiang utama 12-15 m dan dipasang ke lapisan mineral di bawah gambut. Sebanyak 25.000 karung pasir (terbungkus dua lembar geotekstil besar) digunakan dalam pembangunan yang dilakukan secara manual oleh satu tim yang terdiri dari hampir 100 pekerja selama satu bulan (Foto milik Alue Dohong).



Gambar 3-22: Gabion dan pintu air dengan air yang bersumber dari sumur tabung di sekitar lahan (Catatan: Struktur gabion dengan batu-batu besar tidak cocok diterapkan karena air menerobos batu dan melewati pintu air)

Saluran Pelimpah (*Spillway*)

Rancangan saluran pelimpah yang tepat untuk sekat kanal sangat penting untuk memungkinkan air mengalir ke permukaan atau sekitar sekat saat hujan deras. Air yang mengalir ke permukaan sekat dapat menyebabkan sekat terkikis dan rusak. Jika air tidak dapat mengalir ke permukaan sekat dan ada perbedaan ketinggian yang signifikan di atas dan di bawah sekat, air dapat mengikis saluran *bypass* di sekitar tepi sekat dan mengakibatkan ketidakefektifan sekat. Untuk mencegah masalah ini, rancangan saluran keluar atau saluran pelimpah sangat penting untuk dipertimbangkan. Ada dua jenis utama saluran pelimpah, yakni saluran pelimpah yang memungkinkan air mengalir langsung ke permukaan sekat dan saluran pelimpah yang mengalihkan air ke sekitar sekat. Rancangan dan bahan-bahan saluran pelimpah berbeda-beda sebagaimana dijelaskan di **Tabel 3-5**.

Tabel 3-5: Jenis saluran pelimpah

JENIS SALURAN PELIMPAH	DESKRIPSI	CATATAN
Saluran pelimpah dari karung pasir atau <i>geobag</i>	Bagian tengah sekat diturunkan dengan cara menyingkirkan karung pasir atau <i>geobag</i> agar air dapat mengalir (lih. Gambar 3-14 dan 3-17).	Membuat saluran pelimpah di bagian tengah dapat mencegah pengikisan di bagian samping sekat, sekaligus menurunkan tinggi jatuh air (<i>head</i>) untuk air yang diatur oleh bendungan. Takik (<i>notch</i>) harus ditutup kembali dengan karung pasir saat musim kemarau dan hanya disingkirkan saat musim hujan.
Dibungkus geotekstil	Sekat dapat dibungkus dengan lembaran geotekstil untuk mencegah pengikisan (lih. Gambar 3-23).	Geotekstil memungkinkan rembesan air yang lambat dan membantu menjaga tinggi muka air alami
Dibungkus terpal	Karung pasir dapat dibungkus dengan terpal untuk mencegah degradasi karung dan pengikisan oleh air yang melewati sekat (lih. Gambar 3-24).	Terpal plastik dapat mencegah terjadinya rembesan air. Hal ini juga menyebabkan air mengalir melewati sekat dan mengikis tepinya.
Saluran pintasan samping	Jenis saluran pelimpah ini digunakan oleh beberapa perkebunan yang memiliki kanal dibatasi dan mungkin memerlukan beberapa drainase untuk mencegah banjir di area perkebunan sekitar (lih. Gambar 3-25).	Saluran pintasan tidak tepat jika digunakan di kawasan konservasi karena mencegah proses pembasahan kembali yang maksimal. Di kawasan konservasi, lebih tepat jika air di bagian hulu sekat meluap ke tepi kanal dan membasahi lanskap di sekitarnya.
Saluran pelimpah pada sekat kotak kayu	Rancangan ini sering diterapkan pada sekat kotak kayu untuk memungkinkan masyarakat setempat menggunakan kanal untuk transportasi dan menyeret perahu melalui saluran pelimpah (lih. Gambar 3-26).	Saluran pelimpah berukuran besar tidak jarang mengalihkan tujuan pembangunan sekat sebagai sarana untuk menjaga tinggi muka air. Satu opsi untuk mengatasi hal ini adalah menempatkan karung pasir di slot yang akan digunakan untuk menjaga tinggi muka air saat musim kemarau.
Geotekstil dengan tanaman vegetasi	Menanam pohon atau vegetasi lainnya di atas struktur bendungan dapat membantu melindungi bendungan tersebut dari erosi jangka panjang dan berkontribusi pada keseluruhan restorasi (lih. Gambar 3-28).	Pertumbuhan vegetasi harus dipantau. Dalam jangka pendek pertumbuhan vegetasi dapat menyebabkan kerusakan geotekstil, tetapi dalam jangka panjang akan memberikan stabilitas.



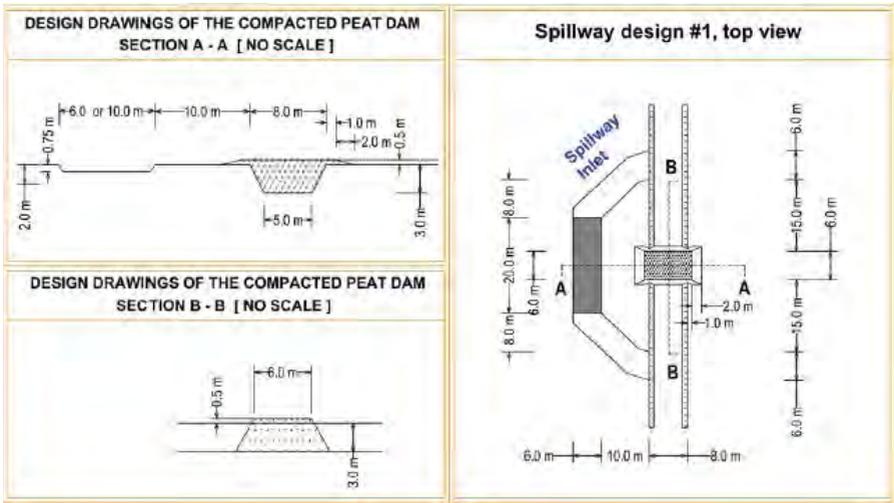
Gambar 3-23: Geotekstil yang membungkus sekat besar dan saluran pelimpah di bagian tengah untuk mencegah erosi.



Gambar 3-24: Sekat karung pasir yang dibungkus terpal untuk mencegah erosi ketika air melewatinya



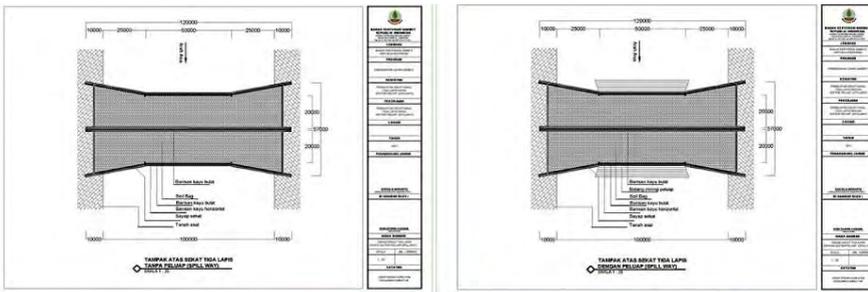
Gambar 3-25a: Saluran pelimpah untuk sekat dari gambut yang dipadatkan, memungkinkan luapan air berbelok dan tidak mengikis sekat kanal utama. Catatan: dasar pintasan dibuat sangat dangkal guna memudahkan penyekatan di musim kemarau (Sumber: Wardhana, B., 2016).



Gambar 3-25b: Rancangan sekat dari gambut yang dipadatkan pada kanal besar dan saluran pelimpah (Sumber: APP dan Deltares, 2016).



Gambar 3-26: Saluran pelimpah di tengah sekat kotak kayu untuk jalur lintas kapal kecil (Sumber: Kementerian Lingkungan dan Kehutanan, Indonesia) (Catatan: Rendahnya tingkat saluran pelimpah ini menunjukkan bahwa gambut di bagian hulu tidak dibasahi dengan sempurna)



Gambar 3-27: Rancangan Sekat dan Saluran Pelimpah untuk sekat berukuran sedang (Catatan: Tingkat saluran pelimpah relatif tinggi) (Sumber: BRG, 2018)



Gambar 3-28: Sekat karung pasir, bagian atasnya dibungkus geotekstil dan ditanami pepohonan (Sumber: Wardhana, B., 2016).

Kotak 3-2 merangkum ulasan pengalaman dalam penyekatan kanal di Proyek PLG yang terbengkalai di Kalimantan Tengah, Indonesia. Proyek yang berlangsung pada tahun 1995-1997 ini melibatkan pembukaan lahan serta drainase hampir satu juta ha dan pembangunan kanal sepanjang 4.600 km untuk penanaman padi di atas lahan gambut dalam (dengan ketebalan hingga 15 m), (meskipun kenyataannya padi tidak dapat tumbuh atau menghasilkan gabah di lahan gambut dalam). Proyek ini lalu terbengkalai pada tahun 1998 sebelum sempat dioperasikan, setelah 500.000 ha lahan terbakar saat peristiwa El-Nino pada tahun 1997-1998.

KOTAK 3-2

Pengalaman praktik penyekatan kanal di Kalimantan Tengah (Euroconsult Mott Macdonald *et al.*, 2008a)

Kata Pengantar

Baik di Kalimantan maupun di area gambut dalam lain dengan kondisi serupa, beberapa lembaga, terutama lembaga swadaya masyarakat (LSM) aktif melakukan penyekatan kanal untuk meningkatkan tinggi muka air dan merehabilitasi area gambut. Bagian ini menampilkan rangkuman dan evaluasi

kegiatan antara tahun 2000-2008 di Kalimantan Tengah, terutama di area Proyek PLG. Informasi ini dirangkum berdasarkan wawancara dengan anggota organisasi terkait, pengamatan di lapangan, serta penelitian data dan laporan pemantauan. Kunjungan lapangan dilakukan guna mengumpulkan informasi spesifik mengenai sekat saluran dan untuk mengevaluasi kondisi serta keefektifannya pada awal 2008. Kunjungan yang dilakukan termasuk ke bagian barat laut Blok A (bendungan Wetlands International), Blok C (bendungan CIMTROP), dan Taman Nasional Sebangau (struktur WWF). Di bawah ini adalah kesimpulan utama masing-masing area tersebut. Tercatat bahwa mayoritas sekat kanal berukuran besar terbuat dari berbagai macam bendungan dari kotak kayu, terdiri dari jajaran tiang kayu yang dipasang sepanjang badan kanal dengan ruang di antara jajaran tiang tersebut yang diisi oleh karung tanah.

CIMTROP (Universitas Palangkaraya)

Bagian selatan Blok C dan timur laut Taman Nasional Sebangau merupakan area gambut dalam yang menjadi lokasi penelitian CIMTROP. Sejak tahun 2004, telah dibangun sembilan struktur sekat dengan lebar 20 m di kanal utama/primer dan 50 bendungan berukuran lebih kecil di kanal sekunder. Rancangan dan konstruksi memanfaatkan pakar, pekerja, bahan, dan peralatan lokal. Strukturnya agak ringan. Biaya konstruksi yang dihabiskan sebesar 25 juta rupiah (USD2.500) per sekat. Beberapa sekat hanyut saat musim hujan. Umur sekat cenderung pendek dan harus diganti setiap 2-3 tahun sekali. Terdapat percobaan untuk menggabungkan struktur penyekatan dengan cara vegetasi.

CCFPI/CKPP/Wetlands International

Wetlands International melakukan kegiatan konservasi gambut di bawah naungan Proyek CCFPI yang didanai CIDA (bekerja sama dengan Wildlife Habitat Canada dan Global Environment Centre) dan melalui Proyek CKPP di barat laut Blok A. Area ini terletak di utara Mantangai, di antara Sungai Kapuas dan Sungai Mantangai. Sebanyak 26 sekat kanal dengan lebar mulai dari 15-30 m dibangun pada tahun 2004-2010. Rancangan struktur dibuat berdasarkan analisis struktural serta pengalaman dan keahlian lokal. Kontraktor lokal dan masyarakat setempat bekerja sama membangun struktur tersebut. Sebagian besar bahan bangunan dikirim dari luar area langsung.

Struktur sekat ini lebih kuat daripada struktur yang dibangun oleh CIMTROP. Tiang lebih dalam dan badan bendungan lebih lebar. Aliran kanal sebagian merembes melalui struktur dan sebagian lagi melewati struktur. Ketentuan untuk mengalihkan aliran puncak ke atas tanah yang berdekatan juga diikuti. Pada rancangan CKPP selanjutnya, bagian tengah bendungan dipersempit dan ditambah papan kayu untuk memfasilitasi penarikan kapal kecil di atas bendungan, sehingga orang-orang tidak menggali parit untuk jalur lintas kapal di sekitar bendungan. Akan tetapi, penyempitan biasanya cenderung mengurangi ketahanan bendungan. Biaya rata-rata yang dikeluarkan untuk setiap struktur adalah Rp 100 juta (US\$10.000). Umur struktur diperkirakan sekitar 5-8 tahun dengan mempertimbangkan bahwa kayu yang digunakan mengalami pelapukan seiring waktu. Geotekstil digunakan untuk mengurangi perembesan, namun setelah satu tahun banyak lembaran yang sudah sobek. Dengan tujuan agar 'alam mengambil alih', vegetasi ditanam di sekitar struktur dan lambat-laun memenuhi kanal.

Dinas Pekerjaan Umum (PU)

Alih-alih membangun struktur penyekatan di kawasan konservasi, PU membangun banyak struktur pengendali air di kanal pada area yang dikembangkan. Sebagian besar struktur dibangun di kanal tersier, dengan lebar 4-6 m, terbuat dari beton, bata, atau gabungan keduanya. Beberapa uji coba menggunakan serat kaca sedang berjalan. Struktur tersebut lebih banyak difungsikan sebagai pengendali aliran kanal daripada sebagai sekat, dan dilengkapi dengan pintu air (mis. *stoplog*, pintu air otomatis (*flap gate*), atau pintu geser). Tanpa adanya perlindungan yang ekstensif di lereng bagian bawah dan samping,

rembesan kerap kali terjadi di bawah atau di samping struktur ini, dan selisih jatuh air (*head*) pada ketinggian lebih dari setengah hingga satu meter jarang dapat dipertahankan dalam jangka waktu yang lama, meskipun sebagian tanahnya merupakan tanah liat (yang lunak). Biaya pembuatan struktur ini berkisar antara Rp 50 hingga 150 juta (US\$ 5.000-15.000), tergantung pada ukurannya. Struktur ini dibangun oleh kontraktor. Sebagian besar struktur pengendalian air yang dibangun di beberapa saluran utama melalui Proyek Pengembangan Lahan Gambut Sejuta Hektar rusak berat dan tidak dapat diperbaiki. Namun demikian, fondasi beton yang tersisa dapat digunakan dalam struktur penyekatan di masa mendatang.

Evaluasi dan Pembelajaran

Upaya penyekatan saluran di Kalimantan Tengah memberikan pengalaman yang sangat penting, terutama dalam merancang sekat dan cara membangunnya. Sebagian besar struktur berfungsi secara efektif dalam menciptakan daur air atau selisih tinggi jatuh air (*head*) di saluran, dan struktur ini dibangun dengan bahan minimum yang diimpor dari luar kawasan. Meskipun sarana yang disediakan bagi organisasi yang bertanggung jawab untuk membangun struktur ini terbatas, berbagai upaya pembangunan tersebut telah berhasil dilaksanakan. Namun demikian, kanal PLG dibangun melalui suatu operasi yang sangat besar, yang melibatkan banyak perusahaan konstruksi besar dengan puluhan alat berat dan anggaran yang sangat besar.

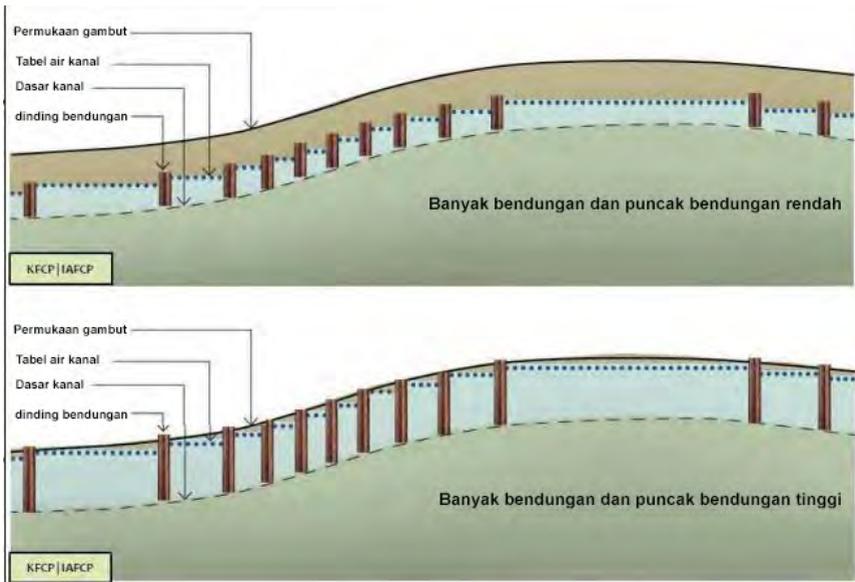
Berikut ini adalah kesimpulan dan pembelajaran yang dapat diambil dari pengalaman di Kalimantan Tengah.

- Meskipun efektif untuk meningkatkan tinggi muka air saluran di hulu, efek penyekatan ini pada muka air tanah lanskap relatif kecil, mengingat fakta bahwa kanal-kanal tersebut 'telah menyatu dengan lahan' dan kini berada dalam depresi kecil. Namun demikian, perlu dilakukan peningkatan tinggi air kanal untuk mencegah penurunan muka air tanah lebih lanjut dan mengurangi risiko terjadinya kebakaran.
- Efek dari masing-masing sekat meluas beberapa ratus meter atau kilometer ke hulu, tergantung pada selisih tinggi jatuh air (*head*) yang ditimbulkan dan lereng saluran. Untuk meningkatkan tinggi jatuh air (*head*) di sepanjang saluran, dibutuhkan lebih banyak sekat dengan selisih jatuh air (*head*) yang lebih kecil.
- Dengan keterbatasan sarana, pembuatan sekat dengan selisih *head* yang besar guna memaksimalkan efek sekat akan lebih menggiurkan. Namun demikian, semakin besar selisihnya, maka semakin besar pula tekanan air pada bendungan dan semakin tinggi rembesan yang mengalir melalui atau di sekitar bendungan. Dengan bahan dan metode konstruksi yang ada, selisih *head* sebesar lebih dari setengah meter terbukti sulit untuk dipertahankan.
- Bendungan yang dibangun oleh Wetlands International, khususnya bendungan CCFPI terdahulu, tampaknya merupakan bendungan yang paling kuat, meskipun biaya pembangunannya juga paling mahal. Rancangan CKPP selanjutnya kemungkinan akan lebih lemah akibat bagian yang lebih sempit di tengah bendungan. Struktur tersebut sebaiknya harus tertanam dalam di lapisan tanah mineral guna menghindari adanya ketidakstabilan.
- Usia bendungan diperkirakan mencapai sekitar 5-8 tahun. Di banyak kasus, terdapat sedikitnya tanda alam yang ditunjukkan dengan adanya pertumbuhan kembali atau sedimentasi di bagian hulu kanal, dan hal tersebut menunjukkan segera diperlukannya pembangunan bendungan yang baru. Untuk mendorong adanya pertumbuhan kembali di saluran, pembangunan bendungan mungkin harus dikombinasikan dengan pemenuhan sebagian hulu saluran dan penanaman jenis pohon (yang tahan air).
- Air yang mengalir di bendungan merusak puncak bendungan. Air yang meluap menghilangkan bahan pengisi bendungan dan menciptakan jalur aliran melalui bendungan yang ada di bawah puncak, sehingga mengurangi selisih *head* dan efektivitas bendungan, serta merupakan ancaman kerusakan lebih lanjut pada bendungan.
- Rembesan dan pemipaan di bawah dan di sekitar bendungan adalah ancaman serius dan menyebabkan adanya selisih tinggi muka air yang kecil di bendungan dan di badan bendungan yang panjang. Bahan pengisi bendungan sebaiknya adalah tanah liat.
- Bendungan memerlukan inspeksi berkala dan organisasi pemeliharaan yang cepat tanggap dalam memperbaiki kerusakan kecil, sebelum kerusakan tersebut menjadi lebih besar.

- Adanya keterlibatan masyarakat setempat dalam perencanaan, perancangan, dan pembangunan sekat diperlukan untuk memperoleh dukungan mereka, tetapi tidak ada jaminan bahwa bendungan tersebut akan aman dari intervensi manusia. Saluran pintasan berukuran kecil perlu dipertimbangkan untuk bendungan pada kanal yang sering digunakan untuk mengangkut barang atau orang. Papan yang digunakan untuk menarik perahu ke bagian bawah bendungan terbukti tidak tahan lama. Penyediaan mata pencaharian alternatif bagi penduduk lokal dapat mengurangi ketergantungan mereka terhadap sumber daya hutan, akan tetapi solusi terbaik ini hanya dapat berhasil jika dilakukan dalam jangka panjang.

Sebagian besar pengalaman di wilayah lain menegaskan kesimpulan di atas. Selisih *head* yang kecil pada bendungan dan banyaknya jumlah bendungan sangat diperlukan untuk meningkatkan tinggi muka air secara efektif, serta sebagai tindakan pencegahan jika salah satu atau lebih banyak bendungan tidak berfungsi dengan baik.

Untuk rincian dan panduan teknis lebih lanjut mengenai perancangan strategi dan struktur pembangunan sekat serta pelaksanaannya, lih. Euroconsult *et al.*, 2008a.



Gambar 3-29: Pentingnya banyak bendungan dengan puncak tinggi agar benar-benar dapat membasahi kembali gambut (Sumber: APP dan Deltares, 2016).

Kotak 3-3 memberikan informasi mengenai pengalaman pembangunan sekat saluran drainase di Taman Nasional Sebangau, Kalimantan Tengah.

KOTAK 3-3

Pembasahan kembali hutan rawa gambut tropis di Taman Nasional Sebangau, Kalimantan Tengah, Indonesia

Taman Nasional Sebangau adalah hutan rawa gambut seluas 90.882 ha yang sebelumnya merupakan Hutan Produksi yang ditebang sejak tahun 1970 hingga tahun 1995. Setelah tahun 1995, penebangan liar semakin merajalela. Banyak kanal yang digali oleh para penebang liar untuk mengangkut kayu gelondongan dari hutan rawa gambut sehingga mempercepat aliran air dari lahan gambut dan mengakibatkan drainase dan dekomposisi gambut sekaligus pelepasan GRK.

Proyek Sebangau WWF Indonesia bertujuan untuk mengurangi emisi GRK dari dekomposisi gambut dengan cara membasahi kembali lahan gambut yang dikeringkan, yang dapat dilakukan dengan membangun bendungan di kanal drainase. Pembangunan bendungan dimulai dengan kegiatan percontohan di tahun 2004, dan ditingkatkan di tahun 2008. Pada tahun 2010, berkat dukungan dana dari dua sponsor Jerman, Deutsche Post dan Krombacher, proyek ini telah membangun 434 bendungan di sub Daerah Tangkapan Air (DTA) Sungai Bakung, Bangah, dan Rasau di bagian timur Taman Nasional Sebangau.

Selain mengurangi emisi GRK, restorasi kondisi hidrologi alami diharapkan dapat menghasilkan pemulihan ekosistem hutan rawa gambut di Sebangau. Membasahi kembali gambut dapat membantu pertumbuhan kembali vegetasi, memungkinkan terjadinya pemulihan dan perluasan populasi satwa liar, termasuk di dalamnya orangutan Kalimantan yang terancam punah. Area proyek adalah habitat penting orangutan. Sebuah survei yang dilakukan pada tahun 2006 dan 2007 menunjukkan terdapat populasi orangutan sekitar 5.400 individu di Taman Nasional Sebangau.

Sejak awal pelaksanaan proyek, masyarakat setempat telah terlibat di dalamnya. Hal ini dikarenakan fungsi kawasan proyek tersebut sebagai lokasi memancing dan mengumpulkan getah jelutung. Tiga keluarga besar yang tinggal di desa terdekat dari Kereng Bangkirai mengklaim hak pengelolaan tradisional atas tiga sub DTA karena selama empat generasi keluarga tersebut bergantung pada penangkapan ikan di tanah rawa dan anak Sungai Sebangau sebagai mata pencaharian. Masyarakat, terutama para nelayan yang menangkap ikan secara intensif di kawasan tersebut, turut diajak dalam konsultasi mengenai rancangan bendungan. Bendungan yang dibangun pada kanal-kanal yang sering dijadikan lokasi memancing dan dimanfaatkan untuk mengangkut getah jelutung dilengkapi dengan saluran pelimpah agar kapal-kapal tetap dapat melewatinya. Masyarakat juga terlibat dalam pembangunan dan pemeliharaan bendungan (Sumber: WWF-Indonesia, 2012).

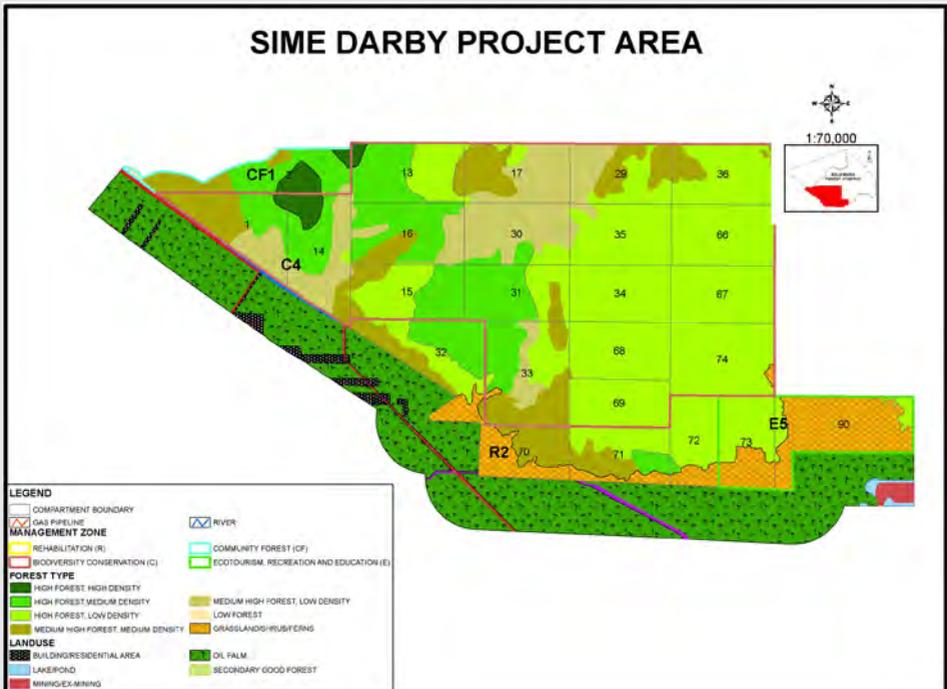
Pengalaman Perkebunan Sime Darby dalam meningkatkan tinggi muka air di kanal perbatasan guna meningkatkan regenerasi hutan dijelaskan dalam **Kotak 3-4**.

KOTAK 3-4

Program Kemitraan Sime Darby dalam melakukan konservasi dan rehabilitasi Hutan Rawa Gambut Selangor Utara

Hutan Rawa Gambut Selangor Utara adalah hutan rawa gambut terbesar di pesisir barat Semenanjung Malaysia (lih. **Kotak 3-1**). Hutan ini berperan penting dalam hal ekonomi dan ekologi kawasan tersebut (menghasilkan HHBK), serta dalam mengendalikan banjir dan memasok air ke berbagai kawasan di sekitarnya (mis. Tanjung Karang Rice Schemes dan kota-kota seperti Tanjung Karang, Sekinchan, dan Sabak Bernam). Selain itu, hutan rawa gambut juga memiliki peran yang sangat signifikan secara global, yakni sebagai tempat penyimpanan sejumlah besar karbon di tanah dan keanekaragaman hayati yang unik dan penting.

Secara administratif, Hutan Rawa Gambut Selangor Utara selanjutnya dibagi menjadi kawasan Cagar Hutan Raja Musa (35.656 ha), Cagar Hutan Sungai Karang (37.417 ha), Bagian Cagar Hutan Bukit Belata (Perluasan) (3.140 ha), dan Suaka Margasatwa/Cagar Hutan Sungai Dusun (5.091 ha). Cagar Hutan Raja Musa terletak tepat di utara dan barat Bukit Talang dan Tennamaram Estate di Sime Darby. Cagar hutan ini terus-menerus terkena dampak kebakaran hutan yang disebabkan oleh perambahan ilegal yang berkaitan dengan kegiatan pertanian dan praktik kehutanan sebelumnya yang tidak berkelanjutan. Kegiatan tersebut telah menyebabkan drainase berlebih sehingga gambut rentan terhadap kebakaran, terutama pada musim kemarau. Hampir setiap tahun sejak 1992, terjadi kebakaran parah yang menyebabkan adanya kabut asap serius yang memengaruhi kawasan di sekitar hutan, serta sebagian besar Lembah Klang. Oleh karena itu, pencegahan kebakaran dan kabut gambut, serta pengurangan emisi GRK akibat degradasi hutan dan gambut menjadi persoalan yang sangat penting dalam panduan ini.



Gambar 3-30: Peta lokasi Program Kemitraan/Kerja Sama Sime Darby (di bagian barat daya Hutan Rawa Gambut Selangor Utara)

Proyek ini dilaksanakan antara bulan Mei 2014 – Mei 2019 oleh Yayasan Sime Darby dan Global Environment Centre untuk memperkuat upaya pencegahan kebakaran dan pengelolaan air, serta rehabilitasi dan konservasi RMFR (Petak Hutan 32 & 70) di sekitar Perkebunan Sime Darby - Raja Musa Division. Kegiatan utama yang dilakukan antara tahun 2014-2019 mencakup:

TUJUAN 1: DEMARKASI DAN PENILAIAN LOKASI PROYEK

- Survei dan penandaan batas lokasi rehabilitasi/area hutan yang terdegradasi
- Penempatan papan penanda inisiatif
- Penilaian dan pemetaan vegetasi, tinggi muka air, dan kedalaman tanah yang ada
- Penilaian lahan sekitar yang dikembangkan oleh masyarakat untuk menilai pengelolaan drainase, lahan gambut, perkebunan (agronomi), serta risiko kebakaran

TUJUAN 2: PENGELOLAAN AIR DAN PENCEGAHAN KEBAKARAN MELALUI PENERAPAN PPT DI AREA PENYANGGA

- Penilaian semua kanal drainase di lokasi proyek dan pemasangan sekat dilakukan guna mengelola tinggi muka air agar tingkat pertumbuhan hutan rawa gambut tetap optimal dan mencegah terjadinya kekeringan pada musim kemarau serta mengurangi risiko kebakaran dan emisi GRK.
- Dukungan pengelolaan lahan gambut yang baik melalui pengembangan mata pencaharian berkelanjutan dan/atau PPT untuk masyarakat sekitar.
- Memperkuat kapasitas Dinas Kehutanan Negara Bagian serta masyarakat dan pemilik tanah setempat untuk mencegah kebakaran lahan gambut dengan mempromosikan sistem bahaya dan peringatan kebakaran serta melakukan patroli yang kolaboratif.

TUJUAN 3: REHABILITASI HUTAN

- a. Pembudidayaan semai di persemaian masyarakat
- b. Persiapan dan penanaman lahan seluas 20 ha dengan spesies perintis hutan rawa gambut asli bersama masyarakat, murid sekolah, serta staf dan buruh perkebunan setempat
- c. Pemeliharaan semai/pohon yang telah ditanam (20 ha)
- d. Mendorong regenerasi alami bagian hutan yang kurang terdegradasi

TUJUAN 4: MENINGKATKAN KESADARTAHUAN DAN PEMAHAMAN MENGENAI PENDEKATAN EKOSISTEM UNTUK PENGELOLAAN HUTAN RAWA GAMBUT SELANGOR UTARA DI ANTARA PARA PEMANGKU KEPENTINGAN UTAMA DI TINGKAT NASIONAL, NEGARA BAGIAN, DAN LOKAL

- a. Menyelenggarakan acara dan/atau forum kesadartahuan masyarakat secara rutin guna mendukung kegiatan pengelolaan lahan gambut SHGSU dan rehabilitasi hutan.
- b. Meningkatkan keterlibatan pelajar dalam konservasi hutan rawa gambut (Program Penjaga Hutan Gambut Junior/*Junior Peatland Forest Ranger* (JPFR)). Harus ada persetujuan dari Kantor Pendidikan dan Dinas Pendidikan Distrik Kuala Selangor untuk mengatur program JPFR.

Proyek ini sangat berhasil dalam meningkatkan pemahaman para pemangku kepentingan utama termasuk perkebunan, masyarakat setempat, dan lembaga pemerintah tentang pentingnya hutan lahan gambut. Program ini juga menunjukkan pendekatan yang tepat untuk mencegah kebakaran dan merehabilitasi kawasan hutan yang terdegradasi. Unsur kuncinya adalah peningkatan tinggi muka air di kanal perbatasan perkebunan dan penyekatan saluran kecil di hutan yang sebelumnya digali oleh masyarakat setempat. Hampir 50 ha hutan terdegradasi di sepanjang perbatasan telah direhabilitasi melalui upaya pencegahan kebakaran dan peningkatan muka air tanah. Selain itu, 20 ha hutan terdegradasi parah juga telah ditanami kembali. Hasilnya, insiden kebakaran hutan menurun secara signifikan dan hutan telah dipulihkan sehingga meningkatkan habitat bagi satwa liar dan semakin mengurangi risiko kebakaran.



Gambar 3-31a: Lokasi penanaman pohon sebelumnya (2013) dan setelah penanaman serta pemeliharaan berkala (2019)



Gambar 3-31b: Lokasi penanaman pohon sebelumnya (2013) dan setelah penanaman serta pemeliharaan berkala (2019)



Gambar 3-31c: Proses regenerasi alami yang dilaksanakan sejak 2013 (kiri) sampai 2019 (kanan) setelah penyekatan saluran dan pencegahan kebakaran.

3.4.4 PEMELIHARAAN TINGGI MUKA AIR SEPANJANG KANAL PERBATASAN DI ANTARA PERKEBUNAN DAN KAWASAN KONSERVASI

Pemeliharaan tinggi muka air di antara perkebunan di lahan gambut dan kawasan konservasi sekitar seperti cagar hutan, zona NKT, dan lainnya sangatlah penting. Hal ini dilakukan untuk mencegah drainase yang tidak disengaja pada area di luar perbatasan (lih. **Gambar 3-32**).



Gambar 3-32a: Gambar tahun 2012 yang menunjukkan muka air yang tinggi di kanal antara hutan rawa gambut dan perkebunan sawit untuk mencegah drainase tepi hutan dan meminimalkan risiko kebakaran (tetapi air tidak boleh terlalu tinggi, atau tidak menutupi permukaan gambut).



Gambar 3-32b: Gambar tahun 2018 di lokasi yang sama dengan tinggi muka air yang terpelihara antara perkebunan sawit dan hutan rawa gambut, menunjukkan pemeliharaan dan perluasan vegetasi alami.

3.4.5 PEMULIHAN ALAMI SETELAH RESTORASI REZIM AIR

Apabila rezim air alami segera dipulihkan setelah hilangnya habitat atau terjadinya kebakaran, maka pemulihan alami yang cepat sangat mungkin terjadi sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 3-33a** dan **b**.



Gambar 3-33a: Area hutan rawa gambut yang terdegradasi oleh kebakaran di sepanjang kanal yang dijadikan jalur transportasi kayu bulat (logging canal) yang terbengkalai di Cagar Hutan Raja Musa, Malaysia pada tahun 2012.



Gambar 3-33b: Area yang sama setelah pembangunan bendungan berbahan isian batu dan regenerasi alami selama lima tahun

3.4.6 MENCEGAH NAIKNYA TINGGI MUKA AIR

Mencegah naiknya muka air yang terlalu tinggi sama pentingnya dengan mencegah tinggi muka air yang terlalu rendah. Pepohonan di hutan rawa gambut bernapas melalui akarnya. Meskipun beberapa spesies memiliki akar penyangga atau akar tunjang yang besar dan spesies lain memiliki *pneumatophore* untuk membantunya bernapas di lingkungan yang sebagian terkena banjir, mayoritas spesies pohon di hutan rawa gambut tidak dapat bertahan hidup dalam genangan permanen (lih. **Gambar 3-34a** dan **3-34b**). Oleh karena itu, pembangunan infrastruktur seperti jalan atau guludan di perkebunan dan sekitarnya sebaiknya tidak mengakibatkan tinggi muka air yang melebihi batas normal. Sebagai panduan, tinggi muka air di sebagian besar hutan rawa gambut umumnya berada tepat di bawah (5-15 cm) permukaan gambut (memungkinkan adanya lapisan dangkal dan teroksigenasi untuk akar pohon) dan hanya melebihi permukaan setelah hujan lebat atau di area yang terkena dampak banjir dari sistem sungai di sekitarnya.



Gambar 3-34a: (atas) dan 3-34b (kanan): Pohon-pohon di hutan rawa gambut yang mati karena tinggi muka air yang naik yang disebabkan oleh pembalikan aliran air (back-flooding) akibat guludan di sekitarnya dibangun tanpa gorong-gorong di antara hutan dan lahan pertanian.

3.5 PENCEGAHAN DAN PENGENDALIAN KEBAKARAN

Sebagaimana telah disebutkan sebelumnya, kebakaran merupakan ancaman utama lahan gambut. Fakta ini memicu pengawasan ekstra dari, misalnya, pemerintah di Indonesia dan Malaysia untuk semua jenis pengembangan di lahan gambut. Hal ini terutama berlaku untuk pengembangan perkebunan, dan peraturan seputar pencegahan kebakaran dari pemerintah yang disesuaikan dengan penekanan dan penerapan pedoman pengelolaan pembukaan lahan tanpa bakar oleh perusahaan perkebunan. Untuk rincian lebih lanjut, lih. Pedoman Pelaksanaan Kebijakan Pembukaan Lahan Tanpa Bakar ASEAN (Secretariat ASEAN, 2003) dan Pedoman ASEAN tentang Pengelolaan Kebakaran Lahan Gambut (ASEAN, 2015), pada kerangka kerja Perjanjian ASEAN tentang Pencemaran Asap Lintas Batas (AATHP). Unsur utama dalam Pedoman ASEAN tentang Pengelolaan Kebakaran Lahan Gambut adalah bahwa empat unsur siklus pengelolaan kebakaran harus diketahui, yaitu Pencegahan, Persiapan, Respons, dan Pemulihan. Secara tradisional, sebagian besar perhatian/penekanan dan sumber daya ditempatkan pada respons. Namun, pengalaman yang panjang menunjukkan bahwa memfokuskan sumber daya pada pencegahan jauh lebih hemat biaya. Pedoman ini menyarankan bahwa 80% sumber daya dialokasikan untuk pencegahan kebakaran gambut. Begitu terjadi, kebakaran gambut sangat sulit dikendalikan dan biaya pemulihannya pun sangat mahal. **Gambar 3-35** menampilkan Siklus Pengelolaan Kebakaran, sedangkan **Gambar 3-36** dan **3-37** menunjukkan dampak kebakaran gambut.



Gambar 3-35: Siklus Pengelolaan Kebakaran Terpadu menggabungkan komponen Pencegahan, Kesiapan, Respons, dan Pemulihan (Sumber: ASEAN, 2015)



Gambar 3-36: Hutan yang terbakar di sekitar lahan yang dikembangkan untuk perkebunan sawit.



Gambar 3-37: Kebakaran di hutan rawa gambut tidak hanya menghanguskan vegetasi tetapi juga lapisan gambut di bawah pepohonan

3.5.1 PANDUAN PENCEGAHAN KEBAKARAN

Perkebunan dapat membantu mencegah kebakaran gambut di perkebunan dan lahan gambut di sekitarnya dengan memastikan keberadaan dan pelaksanaan rekomendasi berikut ini.

- Metode pembukaan lahan/penanaman kembali tanpa bakar: Pelaksanaan konsep Pembukaan Lahan Tanpa Bakar secara signifikan dapat mengurangi risiko kebakaran.
- Memelihara tinggi muka air di kanal perbatasan atau menempatkan area penyangga yang memadai di dalam perkebunan untuk mencegah kekeringan hutan dan gambut.
- Melibatkan masyarakat sekitar dalam program pencegahan kebakaran yang meningkatkan kesadaran, kapasitas, dan cara pengelolaan lahan gambut bebas kebakaran
- Pembangunan menara pengawas kebakaran atau penggunaan *drone* untuk pengawasan udara yang dilakukan secara berkala.
- Pengawasan dan pemantauan yang efektif: Pemeliharaan jalan internal di dekat area rawan kebakaran dapat memudahkan patroli dan akses untuk peralatan penanggulangan kebakaran sesuai kebutuhan. Harus diperhatikan bahwa pihak luar dilarang mengakses atau merambah jalan tersebut.

Kebakaran gambut sering kali berasal dari area luar (namun berdekatan dengan) perkebunan, terutama kawasan yang dihuni masyarakat dan petani setempat. Kerja sama dengan masyarakat dan pemilik lahan lainnya pada tingkat lanskap sangat penting untuk menghindari awal dan penyebaran kebakaran.

Terkait hutan dan area penyangga sungai di dalam perkebunan lahan gambut dan lahan gambut di sekitar perkebunan, drainase dari perkebunan sekitar juga dapat mengeringkan dan menyebabkan lokasi ini lebih rentan terhadap kebakaran. Selain itu, vegetasi permukaan dan sejumlah besar sampah yang terakumulasi membuat area tersebut lebih rentan terhadap kebakaran dibanding area perkebunan dengan sedikit sampah yang biasanya lebih padat atau terkonsolidasi dengan tutupan vegetasi yang tidak terlalu rentan terhadap kebakaran.

Untuk mencegah masalah kebakaran di area tersebut, diperlukan langkah-langkah berikut ini:

- Untuk lahan gambut, area penyangga di dalam perkebunan harus bebas dari infrastruktur drainase atau tinggi muka air tanah terpelihara dengan adanya guludan atau kanal tingkat tinggi.
- Untuk area lain yang tidak dikeringkan, pemeliharaan tinggi muka air (drainase tidak lebih dari 20 m di bawah permukaan tanah) dilakukan dengan menggunakan saluran perimeter tingkat tinggi yang menjaga air berada pada atau hampir menyentuh permukaan.
- Penyekatan parit atau kanal yang memotong hutan atau kawasan konservasi.
- Patroli berkala di hutan, area penyangga sungai dan lahan gambut sekitar guna memeriksa kegiatan pembukaan lahan, drainase, atau lainnya yang dapat menyebabkan kebakaran.
- Unit respons cepat untuk pengendalian kebakaran di dalam dan area sekitar perkebunan.
- Melakukan dialog dan kerja sama dengan pemangku kepentingan sekitar termasuk perusahaan perkebunan, masyarakat setempat, dan pemerintah daerah untuk meningkatkan perlindungan area lahan gambut yang masih utuh.

Program Pengelolaan dan Pemantauan Air

Penyebab utama kebakaran gambut dapat dikaitkan dengan kekeringan lahan gambut parah karena pengelolaan air yang buruk dan drainase berlebihan. Namun, perlu diingat bahwa jika lahan gambut dikeringkan, kemungkinan terjadinya kebakaran akan meningkat tajam. Putra *et al.* (2016) meneliti kejadian kebakaran gambut pada 2010-2012 di area bekas Proyek PLG di Kalimantan Tengah dan hasilnya menunjukkan bahwa 'sebagian besar kebakaran terjadi di area dengan tinggi muka air tanah (GWL) kurang dari -20 cm', yang menandakan bahwa kebakaran berkorelasi dengan rendahnya GWL. Menurut Putra *et al.*, (2018), rendahnya GWL ini bahkan mungkin bisa mencapai -10 cm di bawah permukaan. Oleh karena itu, memastikan pemeliharaan tinggi muka air di perkebunan dan setiap area hutan di sekitarnya secara efektif sangat penting dilakukan. Menjaga permukaan gambut tetap lembap akan membantu mengurangi risiko kebakaran gambut yang tidak disengaja. Rencana pengelolaan air harus memastikan bahwa tidak ada drainase dari kawasan konservasi lahan gambut mana pun di dalam atau di sekitar perkebunan. Sistem pengelolaan air harus memastikan bahwa struktur pengendali air terawat dan terpantau dengan baik. Selain itu, langkah-langkah yang perlu diambil secepatnya untuk mengatasi setiap masalah terkait tinggi muka air tanah yang rendah di kawasan konservasi juga harus dipastikan berjalan dengan baik. Perawatan harus dilakukan untuk memantau dan memastikan kegiatan pengelolaan air di dalam perkebunan tidak berdampak buruk terhadap area rawa gambut sekitarnya (lih. **Gambar 3-38a** dan **Gambar 3-38b**).

Tinggi muka air di lahan gambut dapat berfluktuasi dengan cepat, terutama saat musim hujan atau kemarau. Itu sebabnya, pemantauan tinggi muka air secara berkala penting dilakukan. Hal ini dapat dilakukan dengan memasang pengukur tinggi muka air di lokasi strategis dan di pintu masuk saluran pengumpul di belakang setiap pemberhentian dan diberi nomor. Akan lebih baik apabila ada petugas pengelola air purnawaktu di setiap estate gambut sehingga pengendalian air yang efektif dan tepat waktu berjalan optimal. Petugas ini juga bertanggung jawab terhadap pengoperasian pintu air, pengecekan berkala kondisi gundukan, dan pemeriksaan struktur pengendali air dari kerusakan, penyumbatan, dll. Harus ada koordinasi antara tim pengelolaan air dan satuan penanggulangan kebakaran untuk bersama-sama mengidentifikasi area yang kering dan rawan kebakaran di dalam perkebunan. Perhatian khusus diperlukan untuk memantau tinggi muka air di dalam dan di sekitar kawasan konservasi dan ketika tinggi muka air menurun, ada tindakan yang dilakukan untuk memperbaikinya. Opsi untuk meningkatkan muka air tanah di kawasan konservasi dengan memompa air permukaan atau air tanah selama musim kemarau juga harus dipertimbangkan.



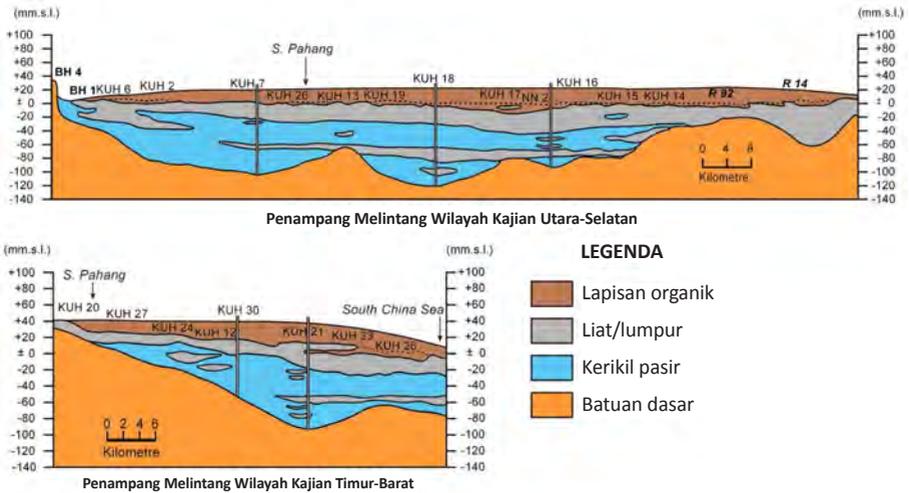
Gambar 3-38a: Saluran perimeter perkebunan pada tahun 2012 yang dipertahankan dengan muka air rendah menyebabkan drainase hutan rawa gambut di sekitarnya, dan merupakan akar penyebab kebakaran berkala serta buruknya pertumbuhan hutan.



Gambar 3-38b: Gambar yang diperoleh pada tahun 2018 di lokasi yang sama - Saluran perimeter perkebunan yang dipertahankan dengan muka air tinggi dapat meningkatkan regenerasi alami sehingga meminimalkan risiko kebakaran.

Pemompaan Air Tanah

Salah satu kendala penanggulangan kebakaran di lahan gambut adalah ketersediaan air di musim kemarau, saat lahan gambut rentan sekali terhadap kebakaran. Tanpa adanya air, kebakaran akan sulit sekali untuk dikendalikan. Salah satu strategi untuk mengatasi hal ini adalah dengan membuat sumur tabung di kawasan rawan kebakaran guna menyadap air bawah tanah dari akuifer yang ada di bawah lahan gambut (lih. Paramanathan, 2016). Air tanah dapat dimanfaatkan untuk mempertahankan muka air tanah yang lebih tinggi di perkebunan gambut atau di kawasan konservasi guna mencegah terjadinya kebakaran. Terdapat banyak lahan gambut yang memiliki akuifer di substrata mineral di bawah lapisan organiknya (**Gambar 3-39**). Sebagian besar kawasan lahan gambut memiliki satu atau dua akuifer, yaitu akuifer yang dekat permukaan pada kedalaman 10 m (akuifer tidak terbatas), dan akuifer lainnya pada kedalaman antara 30 m hingga 40 m (akuifer terbatas). Pembuatan sumur tabung juga relatif sederhana. Untuk akuifer pada kedalaman 10 m, tabung harus dimasukkan ke dalam tanah dan pompa listrik diperlukan untuk memompa air ke luar. Sedangkan untuk akuifer yang lebih dalam, pengeboran kerap kali diperlukan untuk memasang tabung, akan tetapi pompa mungkin tidak diperlukan karena tekanan air bawah tanah akan mendorong air ke permukaan. Perlu dilakukan penelitian untuk menentukan apakah akuifer tersebut tidak terbatas (pemompaan air diperlukan) atau terbatas (tidak perlu memompa air), serta untuk mengetahui kemampuan mengisi ulang dan kualitas air dari air tanah sebelum digunakan.



Gambar 3-39: Penampang melintang hidrogeologis Kuantan-Nenasi menunjukkan lapisan pasir/kerikil yang dapat menjadi akuifer (Ismail & Ang, 1996).

Badan Restorasi Gambut (BRG) di Indonesia juga telah menekankan pembuatan sumur yang cepat dan murah di kawasan lahan gambut yang rawan kebakaran (lih. Dohong *et al.*, 2017). Sumur tersebut digunakan untuk mencapai akuifer air tanah di bawah gambut. Jika akuifer yang terbatas dapat dicapai, air kemungkinan akan muncul ke permukaan dengan tekanannya sendiri (jika tidak, maka pemompaan mungkin diperlukan). **Gambar 3-40** menunjukkan bor yang dibuat di lahan gambut yang ada di Indonesia.

Meskipun sistem yang demikian secara teori berguna untuk mencegah atau memadamkan kebakaran di lahan gambut yang rentan, masih terdapat beberapa kekurangan pada pendekatan ini (Giesen W, Pers. Comm. 2018).

Pertama, dibuatnya sumur (dan penyiraman gambut) tidak berarti gambut benar-benar dibasahi kembali. Meskipun terdapat sirkulasi air vertikal (sementara), tetapi jika lahan gambut dikeringkan secara keseluruhan, maka oksidasi dan subsidensi gambut akan terus berlanjut terlepas dari keberadaan (dan operasi sementara) sumur. Kedua, penggunaan pompa akan rentan terhadap ketersediaan dana dan keinginan masyarakat untuk mengambil risiko dalam mengoperasikan pompa di lahan gambut yang terancam mengalami kebakaran.



Gambar 3-40: Bor air tanah dibangun di lahan gambut rawan kebakaran yang ada di Indonesia.

3.5.2 KESIAPAN

Berikut ini merupakan langkah-langkah kesiapan penanganan kebakaran lahan gambut.

- Penilaian dan pemantauan risiko kebakaran
- Patroli di kawasan rawan kebakaran
- Pemeliharaan dan peningkatan peralatan
- Pelatihan personel
- Penempatan peralatan dan personel ke lokasi rawan kebakaran

Sistem Pemeringkatan Bahaya Kebakaran (SPBK)

Salah satu aspek keberhasilan tindakan pencegahan kebakaran adalah suatu sistem yang memberikan informasi terkait kemungkinan terjadinya kebakaran, di mana informasi tersebut dibagikan ke semua pemangku kepentingan yang bersangkutan, termasuk pemangku kepentingan yang ada di lapangan. Dengan bantuan teknologi modern (komputer, peralatan telekomunikasi, dan penginderaan jauh), pengembangan sistem informasi kebakaran berdasarkan faktor-faktor yang memengaruhinya (mis. kondisi bahan bakar, kondisi iklim, dan perilaku kebakaran) dapat dilakukan.

Salah satu sistem informasi kebakaran yang utama adalah Sistem Pemeringkatan Bahaya Kebakaran (SPBK), yakni suatu sistem peringatan dini mengenai risiko kebakaran. Sistem ini dikembangkan berdasarkan indikator yang memengaruhi terjadinya kebakaran. SPBK adalah sistem yang memantau risiko kebakaran hutan/vegetasi, dan memasok informasi yang dapat membantu penanganan kebakaran. Produk-produk SPBK dapat digunakan untuk memprediksi perilaku kebakaran dan sebagai panduan bagi pengelola lahan dan pembuat kebijakan dalam mengambil tindakan untuk melindungi kehidupan, harta benda, dan lingkungan.

Variabel meteorologis yang digunakan (suhu, kelembapan relatif, curah hujan, kecepatan angin) adalah unsur-unsur yang diukur di stasiun meteorologi di seluruh wilayah Asia Tenggara, yang disediakan dalam Global Telecommunication System (GTS). Analisis Spasial dilakukan menggunakan perangkat lunak ArcView.

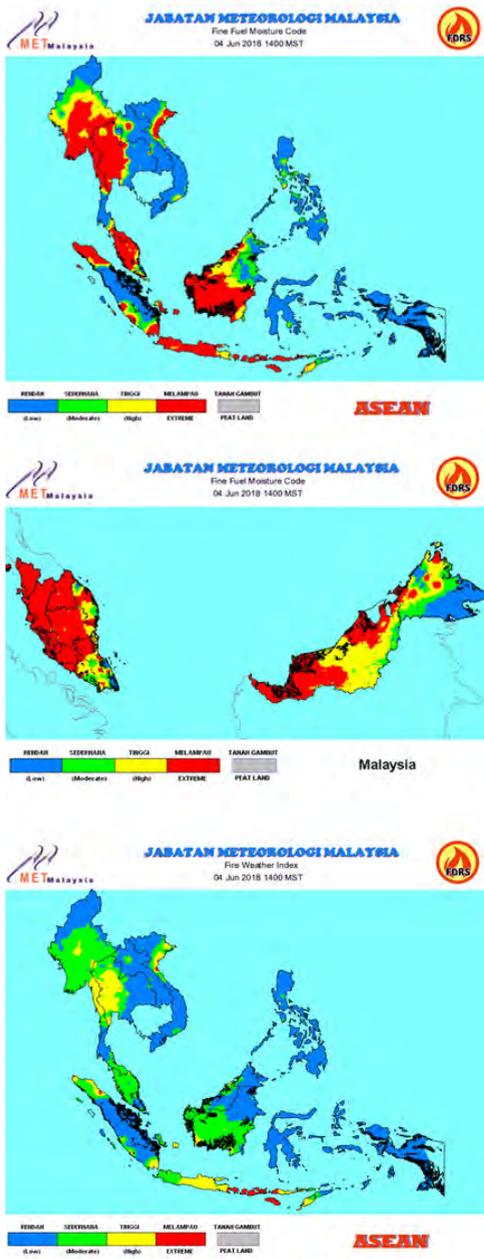
Enam kode dan indeks yang diproduksi dengan peta terkait adalah sebagai berikut:

- a. **Kode Kadar Air Serasah/Fine Fuel Moisture Code (FFMC)**, indikator risiko kebakaran semak belukar atau rumput;
- b. **Kode Kadar Air Humus/Duff Moisture Code (DMC)**, indikator risiko kebakaran yang membakar lapisan gambut bagian atas dan lahan gambut yang dikeringkan;

- c. **Kode Kekeringan/Drought Code (DC)**, indikator risiko kebakaran pada lapisan gambut dalam atau lahan gambut yang tidak kering;
- d. **Indeks Lahan Terbangun/Build Up Index (BUI)**, indeks gabungan mengenai kerentanan padang rumput, hutan, dan lahan gambut;
- e. **Kesulitan Pengendalian Kebakaran/Initial Spread Index (ISI)**, indikator kemungkinan laju penyebaran api yang cepat (mis. akibat angin kencang); dan
- f. **Indeks Cuaca Kebakaran/Fire Weather Index (FWI)**, indikator risiko kebakaran secara keseluruhan.

Tingkatan bahaya kebakaran mencakup tingkat rendah, sedang, tinggi, dan ekstrim. Indeks yang tinggi menunjukkan tingginya risiko kebakaran yang baru mulai dan sedang terjadi. Namun demikian, kebakaran pada suatu kawasan baru benar-benar terjadi jika terdapat sumber pembakaran (mis. kebakaran akibat pembuangan lahan atau rokok yang dibuang). Selama tidak ada sumber pembakaran, kebakaran tidak akan terjadi. Oleh karena itu, peta SPBK dapat memberikan panduan mengenai lokasi di mana personel dan sumber daya harus ditempatkan untuk melakukan kegiatan pencegahan dan pemantauan kebakaran. Setelah kebakaran terjadi, indeks-indeks tersebut dapat menunjukkan seberapa cepat api dapat menyebar dan seberapa sulit mengendalikannya.

Departemen Meteorologi Malaysia terus mengelola SPBK di Asia Tenggara setiap harinya sejak September 2003. SPBK daerah diadaptasi dari SPBK Kanada yang dikembangkan oleh Dinas Kehutanan Kanada. SPBK Malaysia yang lebih rinci juga disusun oleh Departemen Meteorologi Malaysia berdasarkan informasi dari lebih 160 stasiun cuaca otomatis. Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) dan Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) Indonesia juga memproduksi SPBK lokal untuk Indonesia. Sebuah proyek percontohan mengenai SPBK untuk Mekong diinisiasi oleh Thailand yang memberikan informasi kepada negara-negara Mekong.



Gambar 3-41: Serangkaian gambar SPBK yang menunjukkan Kode Kadar Air Serasah (FFMC) dan Indeks Cuaca Kebakaran di Malaysia dan Asia Tenggara

Peta harian SPBK untuk wilayah Asia Tenggara dapat diakses melalui tautan berikut: <http://www.met.gov.my/iklim/fdrs/afdrs>.

Peta SPBK juga tersedia sebagai hamparan di Google Earth, yang memungkinkan lokasi area berisiko tinggi yang berkaitan dengan jalan, sungai, hutan, dan penanda lainnya ditunjukkan dengan mudah. Lih. **Gambar 3-41** untuk contoh peta SPBK.

ASEAN Fire Alert Tool (Alat Peringatan Kebakaran ASEAN)

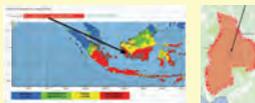
Environment Centre (Global Environment Centre, 2016) secara khusus mengirim pemberitahuan untuk mengingatkan pengelola lahan ketika titik panas terdeteksi di lahannya dan memberi tahu pengelola lahan tentang tingkat risiko kebakaran lahan. Para pengelola kemudian dapat memverifikasi kondisi lahan dan mengambil tindakan yang diperlukan. Aplikasi ini memungkinkan pengguna menentukan batas lahannya dan memilih Titik Registrasi untuk memantau perubahan SPBK dan Indeks Cuaca Kebakaran (FWI). Fitur-fitur dalam aplikasi ini dapat dilihat pada **Gambar 3-42**. Alat ini diciptakan berkat pendanaan dari USAID LEAF, data disediakan oleh ASMC, MMD, dan LAPAN, sementara proyeknya dirancang oleh GEC dan SIG. Pemutakhiran alat didukung oleh proyek USAID-IFACS dan Kelompok Kerja LEDS AFOLU. Informasi lebih rinci dapat dilihat pada www.aseanfirealert.org.

LANGKAH 1: DAFTAR

Kunjungi www.aseanfirealert.org dan lakukan pendaftaran. Anda akan diberi Kode Verifikasi. Catat Kode Verifikasi ini karena nantinya akan digunakan untuk aplikasi ponsel Anda.



Atur bidang tanah Anda dan tentukan titik FWI yang ingin dipantau.



LANGKAH 2: PASANG APLIKASI



LANGKAH 3: VERIFIKASI APLIKASI

Masukkan kode verifikasi (diberikan ketika Anda mendaftar di situs web ini) ke ponsel Anda.



LANGKAH 4: PESAN PERINGATAN

Setelah diverifikasi, Anda akan menerima Notifikasi Push di ponsel dari situs web ini. Setiap hari, Anda akan menerima Notifikasi Push (pesan peringatan) di ponsel setiap kali ada titik panas (hotspot) di dalam bidang tanah/wilayah Anda tentukan atau terjadi perubahan SPBK/FWI pada titik pantau terdaftar Anda.



Gambar 3-42: Aplikasi ponsel pintar ASEAN Fire Alert Tool

Peringkat bahaya kebakaran juga dapat dihitung secara manual dengan menggunakan data meteorologi dari perkebunan atau lokasi bersangkutan.

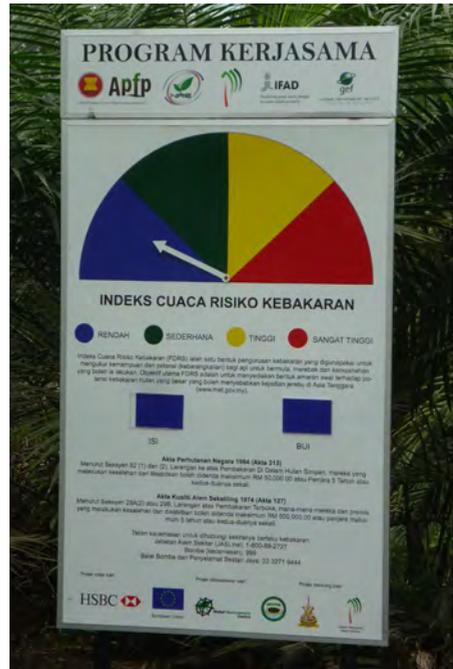
Papan Tanda SPBK

Peringatan SPBK dapat disebarluaskan melalui papan SPBK (lih. **Gambar 3-43**) yang ditampilkan di lokasi strategis, lokasi rawan kebakaran, titik akses, atau di sepanjang jalan. Papan tanda ini harus disesuaikan setiap hari (oleh tim patroli) untuk menunjukkan peringatan SPBK. Papan ini dapat memberi tahu pemangku kepentingan mengenai peringkat kebakaran. Peringkat kebakaran juga dapat disebarluaskan melalui grup WhatsApp atau SMS.

Pembentukan dan Penguatan Tim Penanganan Kebakaran

Penyusunan struktur organisasi sangat penting dilakukan untuk menangani pengendalian kebakaran di perusahaan perkebunan. Seluruh tindakan kepemimpinan harus dijalankan oleh Kepala Divisi Perlindungan Kebakaran (atau divisi/departemen serupa), dan yang bersangkutan bertanggung jawab sepenuhnya untuk menangani kebakaran di perkebunan dan mengoordinasikan kegiatan penanggulangan kebakaran. Petugas berikut ini harus ada untuk membantu proses pengelolaan kebakaran:

- **Unit Informasi:** mengembangkan dan mengelola informasi terkait risiko bahaya kebakaran;
- **Unit Pemadam Kebakaran Khusus:** mendukung unit pemadam kebakaran inti;
- **Unit Penjaga/Logistik:** mengangkut peralatan dan menangani logistik;
- **Unit Pengawal:** ditempatkan di lokasi yang sangat rawan kebakaran;
- **Unit Pemadam Kebakaran Inti (untuk setiap estate atau divisi):** unit patroli yang bertugas mengawasi seluruh blok;
- **Seksi Pengelolaan Air:** bertugas memastikan pemeliharaan tinggi muka air tanah, khususnya di area rawan kebakaran; dan
- **Unit Konservasi:** memantau dan mengelola ractean konservasi



Gambar 3-43: Papan tanda SPBK

Sebelum musim kemarau, semua peralatan pengendalian kebakaran harus diperiksa dan diperbaiki, serta dilakukan pelatihan bagi para personel. Langkah-langkah patroli dan pencegahan kebakaran harus ditentukan. Setiap area pembukaan lahan dengan tinggi muka air yang menurun harus mendapatkan prioritas tindakan. Program penyadartahuan harus dilaksanakan bersama masyarakat setempat dan pemangku kepentingan lainnya.

Setelah kebakaran hutan dan lahan gambut parah pada 2015-2016, pemerintah Indonesia memperkenalkan sistem patroli kebakaran terpadu kepada lebih dari 700 desa yang rawan kebakaran. Sistem patroli ini melibatkan berbagai pihak termasuk militer, polisi, badan pemadam kebakaran, pemerintah daerah, masyarakat setempat, dan LSM atau media. Tim patroli mengunjungi desa-desa rawan kebakaran sebelum dan saat musim kemarau, serta memberikan peringatan mengenai risiko kebakaran dan penalti atas pembakaran yang disengaja. Tim patroli ini dianggap berkontribusi secara signifikan terhadap penurunan kebakaran lahan gambut pada periode 2016-2019.

3.5.3 RESPONS KEBAKARAN LAHAN GAMBUT

Ketika kebakaran melanda perkebunan, hutan rawa gambut yang berada berdampingan atau di sekitar perkebunan menjadi semakin rentan karena sifat lahan gambut itu sendiri. 'Panduan Pengendalian Kebakaran Hutan dan Lahan Gambut' (Wetlands International – Indonesia Programme, 2005b) menguraikan berbagai konsep dan langkah-langkah praktis untuk pencegahan dan penanggulangan kebakaran dan juga memanfaatkan pengalaman di lapangan dalam menangani kebakaran lahan gambut dan hutan di Kalimantan dan Sumatera, Indonesia. Berikut adalah unsur penting yang dikutip dari Buku Panduan ini:

“Mengatasi kebakaran lahan gambut sangat sulit jika dibandingkan dengan kebakaran di area tanpa gambut. Penyebaran api di bawah permukaan lahan gambut sulit dideteksi karena api meluas hingga ke tingkat yang lebih dalam atau ke area yang lebih jauh tanpa terlihat dari permukaan. Di lahan gambut, kebakaran akan sangat sulit dipadamkan jika tidak segera ditanggulangi atau terlanjur menjalar hingga ke lapisan gambut. Selain itu, hambatan utama dalam memadamkan kebakaran gambut adalah sulitnya mendapatkan sumber air terdekat dalam jumlah besar dan akses menuju lokasi kebakaran. Karena alasan ini, kebakaran lahan gambut yang parah/luas sering kali hanya dapat dipadamkan dengan cara alami, yaitu hujan lebat yang panjang atau tindakan buatan dengan meningkatkan tinggi muka air ke permukaan.”

Tindakan penanggulangan kebakaran harus dilakukan secepat mungkin ketika kebakaran gambut terjadi. Strategi berikut ini

dapat diikuti untuk memastikan operasi pemadaman kebakaran yang efektif:

- Keterlibatan berbagai elemen masyarakat, LSM, institusi dan lembaga terkait sangat penting dalam tindakan pemadaman kebakaran, mengingat bahwa penanggulangan kebakaran memerlukan banyak sumber daya manusia.
- Sumber air (air permukaan dan air tanah) di lahan yang rawan kebakaran dan area gambut harus diidentifikasi dan dipetakan. Identifikasi harus dilaksanakan selama musim kemarau sehingga ketika kebakaran terjadi, sumber air yang diidentifikasi sebelumnya kemungkinan masih mengandung air cukup tinggi.
- Bantuan pendanaan: Ketersediaan dana yang memadai sangat penting. Dana ini dapat digunakan untuk menyediakan makanan dan minuman bagi para pemadam kebakaran di lapangan, menggerakkan masyarakat agar membantu tindakan penanggulangan kebakaran, membeli alat pemadam kebakaran, dan menyediakan fasilitas medis bagi para korban kebakaran.
- Fasilitas dan infrastruktur pendukung: tindakan penanggulangan kebakaran harus didukung fasilitas dan infrastruktur yang memadai, yakni:
 - Menara pengawas kebakaran
 - Peralatan komunikasi
 - Teropong dan kompas
 - Alat transportasi
 - Alat pemadam kebakaran dan kapal
 - Alat berat (buldoser, traktor)
 - Peralatan pemadam kebakaran lainnya seperti pemukul api, kapak, garu, sekop, dan pompa portabel
 - Perlengkapan dan peralatan pelindung untuk petugas pemadam kebakaran (baju tahan api, sepatu bot, helm, sarung tangan, senter, parang, dll.)
 - Klinik, fasilitas darurat untuk merawat korban kebakaran
- Organisasi tim pemadam kebakaran: Adanya struktur organisasi sangat penting bagi tim pemadam kebakaran, agar setiap anggota tim memahami peran, tugas, dan tanggung jawabnya saat melakukan tindakan penanggulangan kebakaran.

PANDUAN KHUSUS MENGENAI TEKNIK PENANGGULANGAN KEBAKARAN HUTAN DAN LAHAN DI AREA LAHAN GAMBUT

- a. Tentukan arah penyebaran api (tindakan ini dapat dilakukan dengan melakukan pengamatan dari titik yang lebih tinggi atau dengan memanjat pohon).
- b. Jika memungkinkan, pertimbangkan untuk membanjiri area yang terbakar dengan mengendalikan tinggi muka air (mis. mengatur bendung dan pintu air) atau memompa air dari sumber air terdekat.
- c. Sebelum memulai penanggulangan kebakaran, jalur transek jenuh yang berfungsi sebagai sekat bakar non-permanen dibuat guna memperlambat penyebaran api.
- d. Jika di area tidak ada sumber air, lubang bor harus dibuat. Jika sumber air berada jauh dari titik kebakaran, pasokan air diperoleh dengan cara estafet (menggunakan beberapa pompa air).
- e. Petugas pemadam kebakaran harus berhati-hati ketika berjalan di area gambut yang terbakar guna menekan risiko terperosok ke dalam lubang/bekas area yang terbakar.
- f. Peralatan khusus seperti tombak gambut, yaitu nozel/stik jarum berlubang banyak sepanjang 1-2 m untuk menghubungkan selang. Lubang-lubang ini terletak 50 cm sebelum ujung nozel. Stik ini ditusukkan ke dalam tanah yang berasap lalu air disemprotkan melalui stik ini hingga gambut berubah seperti bubur yang menandakan gambut sudah jenuh air. Penusukan gambut ini terus dilakukan hingga api berhasil dipadamkan.
- g. Sangat penting untuk memadamkan sisa api yang tidak terlihat, mengingat sisa api yang sering kali tertinggal di bawah tunggul dan sisa batang yang terbakar di lahan gambut puing ini terabaikan/luput dari pemadaman.
- h. Area bekas kebakaran harus diperiksa setelah beberapa jam dan satu sampai tiga hari setelah semua sisa api dipadamkan. Hal ini bertujuan untuk memastikan area tersebut benar-benar bebas api.

3.6 PENGELOLAAN PENGGUNAAN EKSTRAKTIF

Penggunaan ekstraktif mencakup kegiatan masyarakat lokal dan penduduk asli yang memiliki hak kepemilikan lahan di dalam maupun di area sekitar perkebunan. Area tersebut termasuk hutan rawa gambut dan sumber daya terkait seperti HHBK dan perikanan. Pengelolaan akses ke lahan gambut oleh masyarakat setempat, meminimalkan dampak ekologi hutan gambut dan memastikan penggunaan sumber daya yang berkelanjutan, serta menghindari penggunaan api, merupakan persoalan utama yang harus ditangani. Rencana pengelolaan untuk area hutan rawa gambut yang ada perlu mencakup aspek tersebut dan prosedur operasi yang tepat harus tersedia untuk mengelola pemanfaatan sumber daya potensial secara berkelanjutan. Pembalakan liar harus diatasi semaksimal mungkin, karena tindakan ini hanya akan memperburuk risiko kebakaran dan menyebabkan pengeringan hutan dan gambut yang kemudian mengakibatkan bertambahnya bahan bakar di tanah. Setiap strategi pengelolaan sumber daya tersebut perlu dikembangkan dengan cara partisipatif bersama masyarakat lokal dan pelibatan lembaga pemerintah daerah terkait. Untuk lahan gambut tanpa sertifikat tanah yang sah, sebaiknya dikategorikan sebagai Zona Konservasi (mis. Kawasan Ekosistem Esensial (KEE) di Indonesia) atau hutan rakyat di bawah peraturan nasional (mis. Hutan Desa di Indonesia). Tujuannya agar ada perlindungan khusus terhadap pengelolaan kawasan tersebut dan masyarakat merasa dan ikut bertanggung jawab untuk menjaganya.

Pengelolaan lahan gambut yang direhabilitasi atau rawa gambut berhutan perlu menjalani proses Persetujuan Atas Dasar Informasi Awal Tanpa Paksaan (*Free, Prior, and Informed Consent/FPIC*) jika terdapat masyarakat lokal yang berada di dalam dan di area yang berdekatan dengan lahan gambut. Jika area ini akan dikategorikan sebagai kawasan konservasi, rencana pengelolaan dan pemantauan perlu menyertakan keterlibatan pemangku kepentingan dan masyarakat setempat sebagaimana disyaratkan oleh standar/skema internasional dan nasional.

3.7 MENGHINDARI FRAGMENTASI

Lahan gambut adalah contoh sempurna dari sifat ekosistem lahan basah dan hutan yang saling terhubung. Keterkaitan seluruh ekosistem membuat area tersebut sangat rawan terhadap keruntuhan akibat fragmentasi. Pembagian lahan gambut untuk pembuatan kanal, bendung (pintu air), guludan, dan jalan akses yang dibangun perkebunan sawit, serta memecahnya menjadi satuan yang lebih kecil membuat gambut semakin rentan terhadap kebakaran dan degradasi. Area hutan atau lahan basah yang kecil kurang memadai bagi kelangsungan hidup mamalia besar seperti harimau yang umumnya memiliki wilayah jelajah seluas 6.000-40.000 ha (Priatna *et al.*, 2012).

Faktor ini harus dipertimbangkan dalam proses identifikasi area lahan gambut yang akan dikonservasi/dikelola. Area-area yang menyediakan konektivitas/keterkaitan ekologi di antara lanskap hutan rawa gambut yang lebih besar harus diutamakan. Luas lahan harus sesuai guna memastikan keberlangsungan ekologi lahan gambut dalam jangka panjang. Koridor ini juga akan menyediakan jalur aman untuk satwa liar, sehingga mencegah terjadinya konflik antara manusia dan satwa liar di kemudian hari. Di area lahan gambut, koridor tersebut disarankan memiliki luas minimal 500 m sampai 1 km untuk mengurangi efek tepi dan menyediakan ruang gerak bagi satwa liar.



4.0 REHABILITASI HUTAN RAWA GAMBUT DI LOKASI TERDEGRADASI

4.1 MENGATASI AKAR MASALAH DEGRADASI

Pemahaman akar masalah degradasi membutuhkan penilaian hati-hati dan jujur akan peran berbagai pemangku kepentingan dalam wilayah yang berdampak terhadap hutan rawa gambut. Sering kali perkebunan beroperasi di suatu lanskap dengan tipe pemanfaatan lahan bergilir di lahan gambut. Dengan melakukan perencanaan melalui pendekatan lanskap, dampak dari perkebunan dapat dikurangi dan fragmentasi pada hutan yang tersisa dapat dicegah. Akan tetapi upaya ini membutuhkan tindakan kolektif serta dukungan dan partisipasi berbagai pemangku kepentingan termasuk pemerintah daerah, masyarakat, dan perkebunan lainnya.

Memahami akar masalah degradasi mungkin akan membutuhkan partisipasi dari berbagai pemangku kepentingan setempat, termasuk perwakilan masyarakat, industri lain (kehutanan, pertambangan, budi daya perikanan, dll.), pengguna tingkat hilir, perkebunan lain, dan pemerintah. Tugas ini nyaris tidak mungkin dilakukan oleh satu aktor tunggal saja seperti pekebun. Akan tetapi, dengan partisipasi semua pemangku kepentingan, perkebunan tetap dapat memperoleh informasi penting agar dapat mengetahui akar penyebab degradasi. Perencanaan yang disertai partisipasi LSM dan pemangku kepentingan setempat dapat menghasilkan informasi mengenai akar masalah serta mengidentifikasi tindakan yang dapat dilakukan perkebunan untuk turut berkontribusi terhadap kesehatan hutan rawa gambut secara keseluruhan.

Beragam faktor penyebab degradasi dapat berubah seiring dengan waktu. Sebagai contoh, di Taman Nasional Berbak (lih. **Kotak 4-1**) ada serangkaian faktor yang diidentifikasi memengaruhi hutan rawa gambut pada tahun 2001. Pada tahun 2004, diketahui bahwa penyebab utama degradasi adalah pembalakan liar di taman nasional (TN) oleh perusahaan pembalakan dengan konsesi serta desa transmigrasi yang terletak di dekat TN. Untuk menutupi kegiatan ilegal tersebut, api disulut yang kemudian memperparah kerusakan (Giesen, 2004). Akibatnya, salah satu penyebab utama degradasi dalam kawasan TN adalah konversi dan drainase pada wilayah luas dekat TN menjadi perkebunan sawit. Drainase lahan untuk sawit perlahan-lahan menyebabkan perubahan signifikan pada hidrologi TN karena aliran air di bawah permukaan tanah dialihkan ke sungai-sungai di luar TN, sehingga mengurangi tinggi muka air di dalam TN dan meningkatkan kerentanan terhadap kebakaran.

KOTAK 4-1

Penyebab degradasi hutan rawa gambut di Taman Nasional Berbak-Sembilang, Indonesia

Taman Nasional Berbak-Sembilang

Pada tahun 1992, Taman Nasional Berbak (162.000 ha) ditetapkan sebagai Situs Ramsar Indonesia pertama, dengan penekanan mewakili rawa gambut Asia Tenggara. Pada tahun 2016, pengeloalaannya digabungkan dengan Taman Nasional Sembilang (205.100 ha) yang terletak berdekatan dan juga ditetapkan sebagai Situs Ramsar. Taman nasional ini memiliki salah satu kawasan mangrove terluas (77.500 ha) di wilayah Indo-Malaya, dan satu-satunya yang masih memiliki transisi alami yang utuh menuju perairan tawar dan hutan rawa gambut daratan. Keutuhan hidrologis transisi ini sangat penting bagi keberlanjutan ekosistem mangrove dan keanekaragaman hayatinya.

Kedua situs Ramsar di atas terkenal atas keanekaragaman hayatinya, termasuk banyaknya spesies ikan dengan penyebaran terbatas atau endemik perairan hitam di rawa gambut, selain spesies langka dan terancam punah seperti harimau Sumatera (*Panthera tigris sumatranus*), tapir (*Tapirus indicus*), beruang madu (*Helarctos*

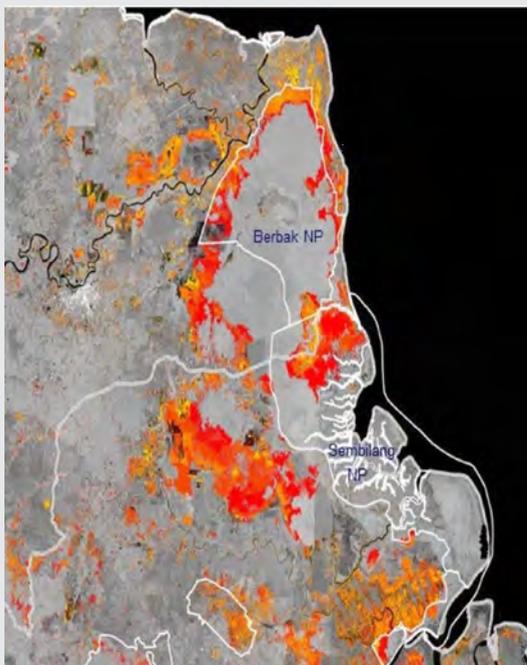
malayanus), sarudung (*Hylobates lar*), siamang (*Symphalangus syndactylus*), buaya sinyulong (*Tomistoma schlegelii*), tuntong laut (*Batagur borneoensis*), bangau storm (*Ciconia stormi*), dan mentok rimba (*Cairina scutulata*). TN Sembilang adalah salah satu lokasi migrasi musim dingin (*wintering site*) paling penting bagi trinitilumpur Asia (*Limnodromus semipalmatus*) dengan jumlah maksimal 10.000 individu di Semenanjung Banyuasin (Silvius *et al.*, 2016, Giesen *et al.*, 2016).

Konversi lahan dan kebakaran dalam kawasan taman nasional

Pihak pengelola menganggap perambahan sebagai salah satu ancaman terbesar di TN Berbak karena perambahan secara langsung mengakibatkan hilangnya kawasan hutan (penebangan liar), drainase, dan kebakaran. Sebagian besar perambahan terjadi di bagian utara TN dan berasal dari desa-desa yang ada di sepanjang pesisir. Tingkat perambahan meningkat drastis selama 5-10 tahun terakhir bersamaan dengan cepatnya perluasan sawit di provinsi tersebut. Di arah utara, desa-desa telah merambah ke dalam TN sejauh sekitar 4 km dan seluas sekitar 670 ha, sedangkan sepanjang pesisir timur perambahan telah meluas sejauh 2 km ke dalam kawasan TN dengan luas lebih dari 690 ha. Gangguan umum dari pembalakan dan pembukaan lahan secara liar, diikuti dengan kebakaran, telah meluas semakin jauh dari pesisir menuju Simpang Melaka, anak sungai dari Sungai Air Hitam Laut, dengan panjang lebih dari 10 km. Selain itu, konversi ilegal juga terjadi di barat laut TN Berbak di dalam Tahura, di mana 1.250 ha telah dikonversi oleh petani, dan di barat daya TN Berbak di tepi (namun di dalam) konsesi pembalakan di mana 1.530 ha lainnya telah dikonversi menjadi perkebunan sawit.

Pembalakan dan kebakaran di dalam Taman Nasional dan hutan lindung gambut

Pembalakan liar terjadi di TN Berbak selama puluhan tahun, setidaknya sejak awal tahun 1980an. Pembalakan terjadi di seluruh TN, tetapi pembalakan yang terbesar, paling terorganisir dan terluas tampaknya terjadi di konsesi pembalakan di barat daya TN Berbak dan di arah barat yaitu di Tahura pada skala yang lebih kecil. Hal ini terjadi khususnya di konsesi Izin Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu - Hutan Alam (IUPHHK-HA) di barat daya TN yang beroperasi sejak sekitar tahun 1979. Jalan sarad (dan mungkin juga kanal) terdapat dari area konsesi menuju kawasan di dalam TN dan Hutan Lindung Gambut (HLG). Kawasan terdegradasi yang luas di bagian tengah TN Berbak sepanjang Sungai Air Hitam Laut diawali dengan pembalakan liar di pertengahan 1990an yang kemudian meluas cepat karena kebakaran besar lebih dari 17.000 ha di tahun 1997 (Giesen, 2004) dan diikuti kebakaran pada semua tahun-tahun kering, khususnya pada tahun terjadinya El Niño. Selama 10-15 tahun terakhir, 40-50% dari 20.000 ha luas HLG di barat daya TN Berbak telah ditebang. Dua perusahaan pembalakan di barat daya TN Berbak memiliki luas konsesi IUPHHK-HA



Gambar 4-1: Area bekas kebakaran (warna oranye dan merah) di sekitar TN Berbak dan di bagian barat TN Sembilang pada saat El Niño tahun 2015-2016 yang dideteksi satelit Radar pada bulan Juni-Desember 2015.

total kurang lebih 58.000 ha, dan kawasan tersebut memiliki status legal sebagai Hutan Produksi Terbatas (HPT). Izin konsesi di bagian selatan dibekukan menunggu hasil audit investigasi, karena perusahaan tersebut menanam spesies kayu pulp seperti jabon (*Neolamarckia cadamba*) dan sengon (*Falcataria moluccana*) dan mengkonversi sebagian area konsesi menjadi perkebunan sawit, yang melanggar peraturan untuk HPT.

Rincian lebih lengkap dapat dibaca dalam laporan Misi Penasehat Ramsar tahun 2017 ke Berbak (Silvius *et al.*, 2018).

Di Kalimantan Tengah, degradasi hutan rawa gambut didorong oleh pengembangan 1,5 juta ha skema produksi beras (atau Proyek PLG) pada tahun 1996-1997. Proyek ini melibatkan pembangunan yang disebut kanal irigasi sepanjang 4.600 km melalui hutan rawa gambut dengan harapan kanal tersebut mengalirkan air dari sungai ke dalam hutan. Namun kanal tersebut justru mengalirkan air keluar dari kubah gambut. Pada El Niño tahun 1997-1998, lebih dari 500.000 ha hutan rawa gambut terbakar. Pada tahun 1998, proyek ini secara resmi ditelantarkan saat diketahui bahwa hampir seluruh area proyek tidak cocok untuk ditanami padi. Akan tetapi, pada kebanyakan tahun-tahun setelah 1998, area seluas 100.000-200.000 ha terbakar karena meningkatnya kerentanan wilayah akibat kanal-kanal drainase yang ditelantarkan. Pada tahun 2003 dilakukan uji coba (di bawah Proyek *Climate Change Forest and Peatlands in Indonesia/CCFPI*) untuk menutup kanal yang ditelantarkan dengan menggunakan material dari wilayah sekitar serta dengan dilakukannya aksi masyarakat. Upaya ini meningkatkan tinggi muka air, mengatasi akar masalah degradasi yang kemudian mengurangi kebakaran lahan gambut dan hutan, serta meningkatkan regenerasi kawasan hutan tersebut. Pendekatan ini telah dimodifikasi dan diperluas menjadi proyek-proyek lain. Selain itu, proyek ini telah diadopsi pemerintah Indonesia untuk merehabilitasi lahan gambut terdegradasi.

Kemungkinan besar masing-masing lokasi yang terdegradasi memiliki rangkaian akar masalah degradasinya sendiri yang rumit. Akar masalah tersebut dapat saja terdiri dari kombinasi contoh-contoh yang disebutkan di atas. Saat akar masalah telah diidentifikasi, penting untuk menyusun rencana pengelolaan dan tindakan yang sesuai untuk mengatasi permasalahan ini. Pemantauan juga perlu dilakukan untuk melacak kemajuan dan menentukan tindakan perbaikan yang dibutuhkan.

Kotak 4-2 menjelaskan pendekatan yang dilakukan Badan Restorasi Gambut (BRG) dalam mengatasi restorasi lahan gambut. Pendekatan 3R ini masih akan berubah karena saat ini masih baru dan dalam tahap ujicoba. Ilmu pengetahuan yang menjadi dasar pendekatan 3R ini telah dievaluasi oleh Giesen & Nirmala (2018) untuk BRG, dengan tujuan merangkum hal apa saja yang telah diketahui dan mengidentifikasi celah untuk BRG menargetkan studi lebih lanjut, khususnya melalui kerjasama dengan universitas dan lembaga penelitian lokal dan asing.

KOTAK 4-2

Merestorasi lahan gambut terdegradasi di Indonesia: Pendekatan 3R oleh Alue Dohong

Indonesia mengalami salah satu bencana kebakaran lahan gambut dan hutan terburuk dalam sejarahnya pada saat El Niño tahun 2015. Sekitar 2,6 juta ha lahan gambut dan hutan terbakar dalam bencana tunggal ini, dengan 33% dari luasan terbakar terdapat di lahan gambut. Bencana ini menyebabkan kerugian ekonomi, lingkungan, sosial, dan kesehatan yang signifikan bagi negara. Bank Dunia memperkirakan kerugian ekonomi negara akibat kebakaran besar ini mencapai US\$ 16,1 milyar (Rp 221 triliun) (Bank Dunia, 2016). Pembalakan, konversi lahan gambut yang luas menjadi HTI dan perkebunan pertanian, serta drainase terkait praktik pemanfaatan lahan tersebut dianggap sebagai faktor pendorong utama degradasi lahan gambut di Indonesia (Dohong *et al.*, 2017a). Jika aspek kebijakan besar dan peraturan penting mengenai pemanfaatan di lahan gambut tidak diberlakukan, aset alami dan ekonomi 'lahan gambut' hanya akan merugikan negara.

Indonesia memiliki lahan gambut tropis terluas di dunia (Wahyunto *et al.*, 2016), namun sekitar 50% lahan gambut tersebut mengalami degradasi ringan, sedang, sampai berat. Restorasi adalah upaya strategis menekan degradasi lahan gambut yang kemudian akan memperbaiki jasa lingkungan dari lahan gambut.

Dengan mempertimbangkan pentingnya merestorasi fungsi dan jasa lingkungan (khususnya fungsi hidrologi) dari lahan gambut terdegradasi, Presiden Republik Indonesia menerbitkan Peraturan Presiden No. 1/2016 tentang Badan Restorasi Gambut (BRG). Lembaga pemerintah ad hoc ini ditugaskan mengkoordinasikan dan memfasilitasi implementasi kegiatan restorasi lahan gambut di tujuh provinsi, yaitu Riau, Sumatera Selatan, Jambi, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Selatan, dan Papua, dengan target total wilayah seluas 2 juta ha selama periode 2016 sampai 2020. Akan tetapi, setelah mengkaji ulang dan menyelaraskan peta-peta nasional kawasan bekas kebakaran, jaringan drainase buatan, area izin konsesi, kawasan konservasi, dan tutupan hutan gambut utuh, BRG mengembangkan target restorasi lahan gambut yang lebih tinggi menjadi 2,4 juta ha di tujuh provinsi.

Untuk mempercepat target restorasinya, BRG memperkenalkan pendekatan 3R. Istilah 3R merupakan singkatan dari *Rewetting* atau pembasahan lahan gambut yang sudah didrainase (R1), *Revegetation* atau revegetasi di lahan gambut yang terbuka atau sekunder terfragmentasi (R2), dan *Revitalization* atau revitalisasi mata pencaharian masyarakat setempat (R3) (Dohong, A *et al.*, 2017b).

Pembasahan gambut bertujuan meningkatkan sifat hidrologis lahan gambut yang telah dikeringkan melalui pembangunan infrastruktur pembasahan gambut, seperti penyekatan kanal, penimbunan kanal dan sumur dalam, serta teknologi pengelolaan air yang tepat lainnya. Akan tetapi, perlu diketahui bahwa BRG membedakan tujuan restorasi hidrologi antara fungsi budi daya dan fungsi konservasi ekosistem gambut. Pada kawasan budi daya gambut, tujuan restorasi hidrologi adalah untuk mengelola air (tujuan pengelolaan air), sedangkan pada fungsi kawasan lindung gambut tujuan utama restorasi hidrologi adalah melakukan konservasi air. Perbedaan tujuan ini berimplikasi pada rancangan dan spesifikasi teknis infrastruktur pembasahan yang digunakan pada kedua fungsi ekosistem gambut. Di area budi daya gambut, bendung air harus dilengkapi dengan saluran pelimpah atau takik (*notch*) untuk mengatur tinggi muka air minimal yang harus dipertahankan (maksimal 40 cm di bawah permukaan gambut seperti yang ditetapkan oleh Peraturan Pemerintah No. 57/2016). Sementara itu untuk fungsi lindung gambut, bendung (bendungan) air yang merupakan pengatur tinggi muka air (saluran pelimpah) tidak dibutuhkan.

Sementara itu, Revegetasi (R2) bertujuan merestorasi tutupan vegetasi gambut yang kosong dan meningkatkan kualitas habitat hutan rawa gambut dengan mendorong ketersediaan bibit, transplantasi benih, dan penanaman pengayaan (Wibisono dan Dohong, A., 2017; Sitipu, D. dan Dohong, A., 2019). Penyediaan benih didorong melalui pembentukan bangunan persemaian untuk bank benih yang telah dikumpulkan, pengadaan pancang melalui benih, anakan liar, dan stek. Umumnya benih yang dibutuhkan terdiri dari spesies tanaman berkayu yang asli dari dan adaptif di lahan gambut.

Terakhir, Revitalisasi mata pencaharian setempat bertujuan menyediakan mata pencaharian alternatif bagi masyarakat setempat melalui dua sasaran: i) menciptakan alternatif mata pencaharian untuk meningkatkan penghasilan dan kesejahteraan, dan ii) meningkatkan partisipasi masyarakat setempat dalam mengoperasikan dan merawat infrastruktur pembasahan yang dibangun di wilayahnya masing-masing. BRG menginisiasikan tiga basis pengembangan mata pencaharian dalam wilayah target restorasinya, yaitu lahan, air, dan jasa lingkungan. Mata pencaharian berbasis lahan didorong melalui kegiatan penanaman spesies paludikultur yaracteamik dan adaptif. Mata pencaharian berbasis perairan dikembangkan dengan menciptakan kegiatan *silvofishery* (wanamina), budi daya perairan, dan mata pencaharian berbasis perairan lainnya yang sesuai dengan kondisi setempat. Pada akhirnya, basis jasa lingkungan diciptakan melalui peningkatan kegiatan seperti ekowisata, pengelolaan karbon, dan seterusnya. BRG telah mengembangkan sejumlah pedoman mengenai berbagai teknik restorasi seperti ditunjukkan pada **Gambar 4-2**.

Dengan menerapkan pendekatan 3R secara konsisten dan tepat, restorasi lahan gambut di Indonesia diyakini akan memperoleh target pencapaian terbaik.



Gambar 4-2: Pedoman dan panduan pelatihan mengenai restorasi lahan gambut yang dikembangkan BRG, Indonesia.

4.2 PRINSIP PANDUAN REHABILITASI

Euroconsult *et al.*, (2008b), Giesen (2015), Graham *et al.*, (2016) dan USAID-LESTARI merekomendasikan sejumlah prinsip dan pendekatan kunci untuk program rehabilitasi hutan rawa gambut:

Pengelolaan Adaptif

Penyusunan ‘cetak biru’ rencana implementasi bukanlah sesuatu yang memungkinkan atau dikehendaki. Pada saat implementasi, akan ada pembelajaran mengenai apa saja yang akan berhasil dan tidak berhasil, dan pembelajaran tersebut harus dimasukkan dalam perencanaan ke depannya. Pengelolaan adaptif mendorong proses ‘belajar dengan melakukan’ dan mengintegrasikan perencanaan dan perancangan dengan pemantauan, penilaian, dan evaluasi yang terus berjalan.

Adopsi Pendekatan Terpadu

Implementasi rencana adalah hal yang kompleks dan akan melibatkan banyak sektor, di mana setiap sektor memiliki kepentingan dan tanggung jawabnya masing-masing. Memadukan dan menyelaraskan kebutuhan-kebutuhan tersebut untuk meredakan konflik yang ada dan memaksimalkan sinergi akan menjadi suatu tantangan yang besar.

Perencanaan dan Implementasi pada Skala Ekosistem Lanskap

Bagian-bagian yang berbeda dalam suatu lanskap seharusnya tidak dipertimbangkan secara terpisah namun sebagai komponen integral dari mosaik lanskap yang kompleks, dengan masing-masing bagian berpengaruh terhadap bagian yang lain. Program rehabilitasi dan revitalisasi harus mengambil pendekatan berbasis sumber daya terhadap pengelolaan dataran rendah. Di Indonesia, pentingnya pendekatan lanskap telah dimasukkan ke dalam Peraturan Pemerintah

Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Ekosistem Gambut (PP No. 71/2014 dan amendemennya PP No. 57/2016) yang mewajibkan semua lahan gambut dikelola sebagai Kesatuan Hidrologis Gambut (KHG), yang mengkaitkan semua lahan gambut di lanskap yang sama.

Pelibatan Masyarakat Secara Bermakna: Mendapatkan Persetujuan Atas dasar Informasi di Awal Tanpa Paksaan (FPIC)

Masyarakat dalam wilayah proyek harus memahami perencanaan yang dibuat dalam lingkungannya, dan memiliki suara dan peran dalam proses penyusunannya. Masyarakat atau perwakilan yang dipilihnya sendiri harus dilibatkan dalam seluruh proses pengelolaan gambut. Hal ini dimulai sejak sosialisasi dan penyadartahuan mengenai persoalan seputar pengelolaan gambut, serta konsekuensi pengelolaan yang buruk, khususnya meningkatkan risiko kebakaran; penilaian dampak sosial di lapangan guna mengidentifikasi persoalan potensial terkait

gambut (dan pengelolaan kanal drainase); konsultasi mengenai strategi pengelolaan gambut (termasuk inspeksi aktif lokasi penyekatan kanal, jika dibutuhkan); konsultasi mengenai rancangan penyekatan kanal yang dibutuhkan guna mengakomodasi pemanfaatan lahan gambut oleh masyarakat serta akses melalui kanal, jika dibutuhkan; hingga konstruksi penyekatan kanal di wilayahnya masing-masing dan pengelolaan secara berkelanjutan. Selain itu, hal yang lebih penting adalah melakukan pemantauan umpan balik dari masyarakat setempat guna mengukur efektifnya (atau tidak efektifnya) suatu intervensi dan untuk terus memperbaiki perencanaan dan tindakan ke depannya dalam konservasi dan perlindungan hutan rawa gambut. Proyek USAID LESTARI memiliki keberhasilan tinggi dalam konsultasi dengan, dan memperoleh masukan dari, masyarakat mengenai rancangan dan lokasi penyekatan kanal yang menghasilkan bendungan kanal yang terawat dengan baik, akses terus-menerus menuju area kubah gambut yang dimanfaatkan masyarakat untuk perikanan, menurunnya kejadian kebakaran secara drastis, dan beberapa regenerasi alami.

Prinsip panduan rehabilitasi hutan rawa gambut yang didasari pengalaman di Kalimantan Tengah (Euroconsult MMD *et al.*, 2009) dan lokasi lainnya mencakup:

(i) Sosio-Ekonomi

Masyarakat setempat harus menjadi pemangku kepentingan kunci untuk dilibatkan dalam program penanaman kembali, restorasi, dan rehabilitasi. Apabila memungkinkan, spesies yang memberi manfaat bagi masyarakat setempat harus dimasukkan ke dalam program tersebut. Spesies-spesies tersebut mencakup spesies penghasil kayu, spesies penghasil HHBK, dan pohon multiguna (kayu dan HHBK).

Kawasan konservasi harus difokuskan terhadap spesies penghasil HHBK, di mana pemanfaatannya tidak memengaruhi keanekaragaman hayati.

Masyarakat setempat harus diberikan akses legal dan hak pengguna HHBK, dan perlu ada kesepakatan mengikat yang mengatur pembagian manfaat (seperti misalnya antara otoritas terkait dan masyarakat setempat) dari pemanenan spesies kayu. Masyarakat setempat dan pemangku kepentingan lainnya harus dilibatkan dalam tahapan perencanaan dan pembuatan keputusan jika ingin restorasi dan rehabilitasi berhasil.

(ii) Spesies Bermanfaat

Sebaiknya penanaman kembali berfokus pada spesies:

- penghasil HHBK (seperti jelutung, gemor, dan tengkawang) dibandingkan spesies kayu (seperti belangiran, ramin, dan geronggang); hal ini harus melibatkan diskusi/konsultasi erat dengan masyarakat setempat; atau
- yang penting untuk pakan satwa liar kunci seperti orangutan, owa, dan rangkong.

(iii) Hidrologi

Sebaiknya tidak ada drainase buatan di kawasan konservasi karena akan mengakibatkan hilangnya gambut. Di wilayah tepi kubah gambut, drainase harus dibatasi dengan ketat karena efek drainase akan menyebar hingga mencapai kubah. Dengan demikian, hanya spesies tumbuhan yang tidak membutuhkan drainase saja yang sebaiknya digunakan dalam program rehabilitasi, dengan penekanan pada restorasi hidrologis sebelum atau setidaknya bersamaan dengan program penanaman kembali.

(iv) Keanekaragaman Hayati

Semaksimal mungkin tingkatkan keanekaragaman hayati yaitu jumlah spesies yang digunakan dalam program rehabilitasi dan restorasi hutan rawa gambut, karena upaya ini akan:

- meningkatkan keanekaragaman hayati keseluruhan dan meningkatkan/merestorasi fungsi keanekaragaman hayati sistem hutan rawa gambut; dan
- mengurangi ancaman dari hama karena hama cenderung menyerang habitat monokultur, sedangkan habitat alami dapat mendukung kelangsungan hidup banyak predator spesies hama.

Terkait keanekaragaman hayati perairan, penting untuk mendorong rekolonisasi di area rehabilitasi, baik dengan menjaga atau meningkatkan koneksi ke habitat alami yang tersisa atau melalui translokasi apabila kawasan rehabilitasi terletak pada lokasi yang terisolasi. Hutan rawa gambut mungkin memiliki banyak spesies perairan langka dan endemik seperti ikan, amfibi, dan invertebrata akuatik. Keanekaragaman hayati tersebut akan pulih jika kondisi yang tepat dapat diciptakan kembali. Beberapa spesies dapat bertahan hidup atau berkembang di saluran atau badan air pada perkebunan sekitarnya. Habitat akuatik gambut berdekatan apapun yang memiliki spesies Langka, Terancam, dan Terancam Punah (RTE) harus diidentifikasi dan dipantau sebagai wilayah sumber berpotensi untuk melakukan rekolonisasi di area rehabilitasi. Herbisida dan pestisida tidak boleh digunakan sama sekali di area rehabilitasi atau di saluran air sekitar yang mengalir ke dalam area rehabilitasi.

Terkait burung, reptil, dan mamalia, konektivitas di seluruh lanskap penting untuk dijaga agar memungkinkan pergerakan spesies tersebut serta rekolonisasi lokasi rehabilitasi. Mamalia dan burung juga dapat berperan penting dalam reintroduksi spesies tumbuhan lainnya dengan membawa biji tumbuhan tersebut dalam kotorannya.

Pemantauan jangka panjang dibutuhkan untuk mengevaluasi keberhasilan rehabilitasi. Sebagai contoh, restorasi vegetasi saja mungkin belum cukup, dan perlu dikonfirmasi apakah satwa liar kembali dan hidup di dalam area rehabilitasi. Program keanekaragaman akuatik yang terdokumentasi harus diberlakukan, termasuk rencana pengambilan sampel tahunan untuk keanekaragaman hayati akuatik.

(v) Tidak Ada Spesies Pohon Eksotis

Hanya spesies asli saja yang digunakan dalam program rehabilitasi, dan penggunaan spesies eksotik harus dilarang.

Struktur rehabilitasi apapun yang dibangun harus memanfaatkan material lokal yang tersedia, seperti misalnya tiang gelam dan gambut dan material lainnya untuk menghindari beban/berat yang berlebihan. Prinsip dasar yang menjadi latar belakang adalah bahwa pemadatan lapisan gambut di bawah struktur tersebut terjadi pada laju yang kurang lebih sama dengan total subsidensi dari area sekitarnya. Konsekuensi praktis dari prinsip ini adalah agar tekanan dari beban sangat rendah (mis. untuk muka air tanah setinggi 0,25 m, maka tekanan beban tidak boleh melebihi 1 kPa atau 100 kg/m²) (Budiman dan Wosten, 2009).

(vi) Biaya

Tentunya anggaran keseluruhan yang dibutuhkan untuk rehabilitasi tinggi. Hansson *et al.*, (2018) memperkirakan biaya tersebut mencapai sekitar 2.300 Dolar AS per ha dalam konteks ambisi Pemerintah Indonesia untuk merestorasi 2 juta ha. Berdasarkan Giesen dan Nirmala (2018), biaya rehabilitasi bergantung pada lokasi, kepadatan jaringan kanal, logistik, dll. Hal ini mencakup biaya pemadatan bendungan gambut yang berkisar dari US\$ 60 (kanal selebar 4 m) hingga US\$ 1.000 (8 m) dan US\$ 5.000 (20 m), sedangkan biaya penanaman kembali dengan kepadatan tertentu (1.100 bibit per ha, berdasarkan peraturan pemerintah Indonesia) berkisar US\$ 500-3.000 Dolar AS per ha. Dengan demikian, program rehabilitasi harus memilih solusi dengan biaya yang paling efektif dengan hasil akhir harus berupa rehabilitasi yang berhasil, dan hal ini tidak boleh ditawar.

(vii) Mengukur Keberhasilan

Banyak program mengukur dampak dan laju keberhasilannya berdasarkan jumlah bibit yang ditanam atau luasan ha lahan terdegradasi yang ditanami kembali. Akan tetapi hal ini hanyalah input dan yang jauh lebih penting adalah menilai keberhasilan dampak nyata (jangka menengah hingga jangka panjang) dari rehabilitasi. Pelaksana seharusnya tidak hanya bertanggung jawab atas penggunaan pendanaan untuk penanaman pohon dan luasan ha yang ditanami, tetapi harus bertanggung jawab atas keberlanjutan luasan hutan rawa gambut yang ditanami. Hal ini berarti bahwa pemantauan dan perawatan lahan yang ditanami kembali merupakan bagian integral dari setiap program rehabilitasi dan membentuk dasar pengukuran laju keberhasilan. Pengembangan teknik baru untuk pemantauan tutupan hutan dan penurunan/pembalikan tren subsidiensi dengan menggunakan teknologi satelit penginderaan jarak jauh dapat menjadi alat yang bermanfaat di masa mendatang (mis. Brown *et al.*, 2018 dan Marshall *et al.*, diajukan; Alshammari *et al.*, 2018).

4.3 PERENCANAAN PROYEK REHABILITASI HUTAN RAWA GAMBUT

4.3.1 STRATEGI REHABILITASI

Tahapan degradasi perlu diidentifikasi untuk area yang perlu direhabilitasi karena hal ini akan memungkinkan penilaian yang lebih baik terhadap situasi di lapangan, pencocokkan yang lebih baik terhadap spesies terpilih untuk penanaman kembali, dan pada umumnya pemilihan intervensi yang lebih tepat (Euroconsult Mott MacDonald *et al.*, 2009). Dibutuhkan alur kerja lapangan yang sistematis untuk mengembangkan tipologi degradasi di area tersebut. Kegiatan lapangan perlu mencakup komposisi jenis, struktur, dan kerapatan vegetasi (termasuk semai, pancang, pohon), serta parameter lain seperti kedalaman dan kematangan gambut, intensitas cahaya, ketersediaan hara, hidrologi wilayah, dan sejarah kebakaran.

Jika informasi ini telah dikumpulkan, maka bentuk intervensi yang dibutuhkan berikut ini dapat ditentukan:

- a. tidak ada yang dibutuhkan, contohnya pada area di mana terjadi regenerasi alami atau di area yang tidak dapat direhabilitasi (mis. bekas lahan gambut yang sudah menjadi danau yang dalam),
- b. regenerasi alami dengan bantuan manusia (mis. rehabilitasi hidrologis dan pencegahan kebakaran (lih. **Bab 3**), atau
- c. rehabilitasi aktif (lih. **Bab 5**).

Giesen dan Nirmala (2018) memberikan panduan mengenai rehabilitasi lahan gambut berdasarkan gabungan kelas degradasi gambut dan usulan tujuan pemanfaatan atau pengelolaan (lih. **Tabel 4-1**).

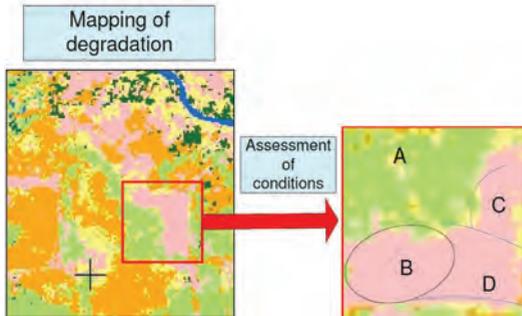
Tabel 4-1: Strategi rehabilitasi terkait tingkat degradasi dan pengelolaan yang diusulkan (Catatan: Daerah budi daya adalah zona pemanfaatan dan daerah konservasi adalah zona konservasi) (Sumber: Giesen, 2015)

Tingkat degradasi:	A. Hutan rawa gambut terdegradasi sedang	B. Hutan rawa gambut terdegradasi	C. Hutan rawa gambut terdegradasi berat	D. Rawa gambut terdegradasi berat
Deskripsi degradasi	Hutan terganggu akibat pembalakan dan kanal yang dijadikan jalur transportasi kayu bulat (<i>logging canal</i>), namun memiliki tajuk yang hampir seluruhnya tertutup, biasanya bukan bekas kebakaran.	Terdapat <i>logging canal</i> , sebagian hingga sebagian besar terdeforestasi (tutupan pohon 5-20%), dengan sebagian besar spesies pohon hutan rawa gambut masih tersisa, kadang ada bekas kebakaran namun pada skala sangat lokal.	Sebagian besar terdeforestasi (tutupan pohon 1-5%), sering kali mengalami kebakaran berulang (1-3x), mengalami drainase >10 tahun, Kadang banjir.	Terdegradasi berat, umumnyautupan pohon <1%, sering mengalami kebakaran 2-4-5x, sejarah panjang drainase dan subsidiensi, sering banjir, pembentukan kolam/danau musiman.
Contoh visual:				
Bentuk intervensi yang direkomendasikan di daerah budidaya	A.1 Sivikultur yang diadaptasi untuk gambut Rehabilitasi hidrologi (penutupan kanal/pembasahan kembali), deteksi kebakaran dan upaya pencegahan, mungkin penanaman pengayaan spesies kayu yang sesuai (atau spesies lainnya), pemanenan kayu menggunakan sistem reli.	B.1 Agroforestri hutan rawa gambut Rehabilitasi hidrologi (penutupan kanal/pembasahan kembali), deteksi kebakaran dan upaya pencegahan, penanaman pengayaan spesies sesuai secara ekonomi.	C.1 Paludikultur Rehabilitasi hidrologi (penutupan kanal/pembasahan kembali), deteksi kebakaran dan upaya pencegahan, penanaman spesies yang sesuai, bernilai ekonomi, dan beradaptasi dengan gambut, baik dalam suatu monokultur maupun campuran.	D.1 Rehabilitasi ekologi Rehabilitasi hidrologi (penutupan kanal/pembasahan kembali), deteksi kebakaran dan upaya pencegahan, penanaman spesies perintis hutan rawa gambut yang cepat tumbuh dan dapat bertahan hidup dalam banjir, kekeringan, dan panas.
Bentuk intervensi yang direkomendasikan di daerah konservasi	A.2 Regenerasi hutan rawa gambut Rehabilitasi hidrologi (penutupan kanal/pembasahan kembali), deteksi kebakaran dan upaya pencegahan, dapat melakukan penanaman pengayaan spesies yang sesuai secara ekologi (mis. spesies buah untuk satwa liar).	B.2 Restorasi hutan rawa gambut Rehabilitasi hidrologi (penutupan kanal/pembasahan kembali), deteksi kebakaran dan upaya pencegahan, melakukan penanaman pengayaan spesies yang sesuai secara ekologi (mis. spesies buah untuk satwa liar) secara besar-besaran.	C.2 Rehabilitasi ekologi Rehabilitasi hidrologi (penutupan kanal/pembasahan kembali), deteksi kebakaran dan upaya pencegahan, penanaman kembali di area luas dengan spesies hutan rawa gambut, spesies perintis dan yang sesuai secara ekologi.	D.2 Rehabilitasi ekologi Rehabilitasi ekologi (penutupan kanal/pembasahan kembali), deteksi kebakaran dan upaya pencegahan, penanaman spesies perintis hutan rawa gambut yang cepat tumbuh dan dapat bertahan hidup dalam banjir, kekeringan, dan panas.

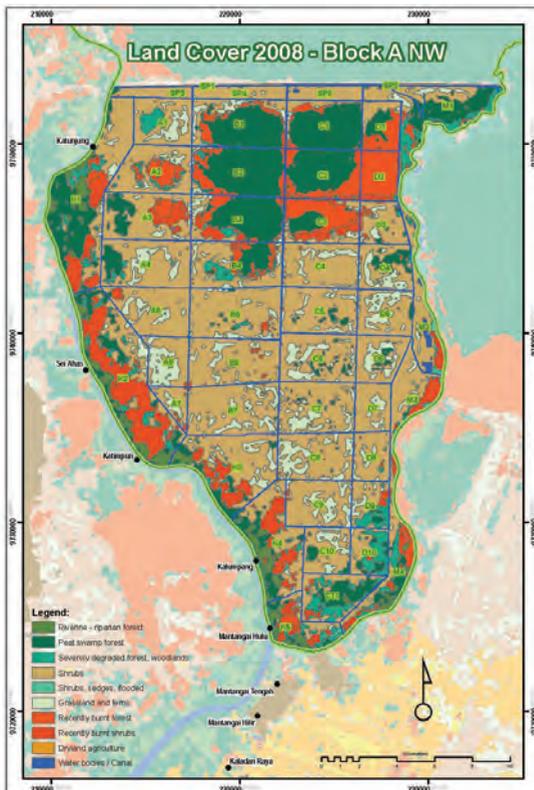
Pemetaan Area Terdegradasi

Pemetaan area harus dilakukan dengan detail (dan cukup terkini) agar berbagai tahapan degradasi tingkat lanskap dapat dikenali dan didelineasi. Pemetaan harus mengidentifikasi unit-unit yang membutuhkan rehabilitasi, regenerasi dengan bantuan manusia, regenerasi alami dan regenerasi yang tidak membutuhkan intervensi apapun. Lih.

Gambar 4-3 dan **4-4** untuk contoh pemetaan degradasi dan kondisi lapangan.



Gambar 4-3: Contoh pemetaan degradasi dan kondisi lapangan (Sumber: Euroconsult MMD et al., 2009). Area yang ditandai dengan huruf 'A' menunjukkan wilayah dengan gambut dengan banjir cukup dalam (1,5 m) (2x terbakar, 1,5 m gambut hilang); area yang ditandai dengan huruf 'B' menunjukkan wilayah dengan banjir sedang (1 m), 1x terbakar, 1 m gambut hilang; area yang ditandai dengan huruf 'C' menunjukkan wilayah dengan banjir dangkal (0,5 m), 1x terbakar, 0,5 m gambut hilang; area yang ditandai dengan huruf 'D' kondisinya serupa dengan 'C' tetapi dengan pengaruh dari sungai (hara, arus, dan sedikit erosi).



Gambar 4-4: Contoh peta tutupan lahan dari Proyek PLG di Kalimantan Tengah menunjukkan hutan sempadan sungai, hutan rawa gambut, hutan terdegradasi berat, belukar, padang rumput, dan area yang baru-baru ini terbakar dan juga area pertanian, serta lokasi kanal dan badan air (Sumber: Euroconsult Mott MacDonald and Deltares, Delft Hydraulics, 2009).

Pemilihan Kanal untuk Penyekatan

Pemilihan kanal dan lokasi yang akan ditutup untuk meningkatkan dan menjaga tinggi muka air adalah hal yang penting dilakukan pada saat pemetaan. Penyekatan kanal paling baik dimulai di hulu kanal untuk menghindari aliran berlebihan dan akan perlahan-lahan mengurangi tekanan pada bendungan yang dibangun di hilir kanal.

Survei Kondisi Lokasi Secara Cepat

Selain pemetaan, survei cepat diperlukan untuk menilai kondisi lokasi dan menentukan kemungkinan penyebab degradasi. Survei ini akan menyempurnakan informasi yang tersedia mengenai suatu lokasi, sehingga intervensi yang dilakukan dapat menjadikan hal-hal yang dibutuhkan sebagai target.

Kondisi biokimia harus disurvei secara cepat di setiap unit intervensi yang telah dipetakan, dan hal ini dapat berujung pada penyempurnaan lebih lanjut terhadap peta atau setidaknya pemahaman lebih baik atas kondisi pada suatu lokasi tertentu. Parameter yang perlu dinilai mencakup:

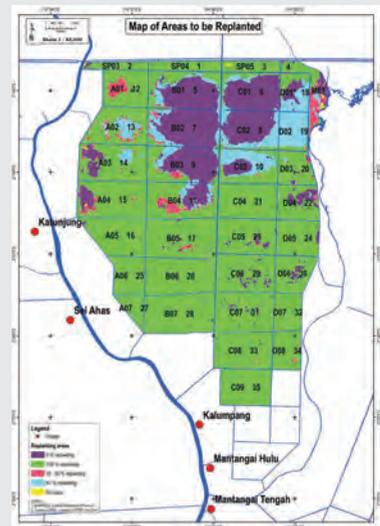
- kedalaman/ketersediaan air, kedalaman/durasi banjir, jarak dari tepi sungai;
- topografi mikro (bukit dan cekungan kecil: berapa luas, tinggi, dan ketinggian);
- keterpaparan (terhadap cahaya matahari, bergantung pada tutupan, tinggi, dan kerapatan pohon/belukar yang ada);
- kedalaman dan kematangan gambut;
- keberadaan, kedalaman, dan kandungan pirit dalam tanah sulfat masam potensial; dan
- ketersediaan unsur hara dan nilai pH masing-masing unit yang terpetakan.

KOTAK 4-3

Contoh perencanaan dan pemetaan proyek rehabilitasi hutan rawa gambut dari Area Bekas Proyek PLG

Gambar 4-5 adalah peta yang dikembangkan dan digunakan sebagai bagian dari rencana rehabilitasi lahan gambut dalam area bekas Proyek PLG di Kalimantan Tengah. Peta perencanaan ini penting untuk keberhasilan pelaksanaan proyek rehabilitasi hutan rawa gambut apapun.

Survei lapangan awal menunjukkan bahwa walaupun hutan rawa gambut yang tersisa tidak membutuhkan penanaman ulang, namun belukar dan vegetasi rumput teki, rumput, dan pakis-pakisan bekas terbakar mungkin membutuhkan 100% penanaman kembali dengan spesies pohon yang sesuai untuk hutan rawa gambut. Bidang atau fragmen hutan rawa gambut terdegradasi berat diperkirakan membutuhkan 30-50% penanaman kembali, sedangkan hutan rawa gambut bekas terbakar butuh rata-rata 50% penanaman kembali karena pada lokasi ini sering kali pohon-pohon hanya tersisa pada fragmen-fragmen lahan. Area yang ditargetkan untuk penanaman berdasarkan rezim penanaman (0%, 30-50%, 50%, dan 100%) ditunjukkan pada **Gambar 4-5**.



Gambar 4-5: Contoh peta yang menunjukkan area yang akan ditanami kembali sebagai bagian dari rencana rehabilitasi lahan gambut untuk salah satu blok penanaman dalam area bekas Proyek PLG di Kalimantan Tengah (Sumber: Euroconsult Mott MacDonald dan Deltares, Delft Hydraulics, 2009).

KOTAK 4-4

Menghubungkan area konservasi di PT Tolan Tiga Indonesia/Grup SIPEF (Sumber: Damanik *et al.*, 2019)

Setelah mengambil alih perkebunan yang sedang dibangun di atas lahan gambut di Sumatera Utara, Grup SIPEF mengidentifikasi dua area yang cukup berhutan untuk dipertahankan sebagai area konservasi. Dengan luas kedua area yang cukup kecil (167 ha dan 39 ha), serta setelah melakukan konsultasi dengan ahli NKT, diputuskan untuk menghubungkan kedua area tersebut dengan koridor sepanjang sekitar 1,4 km (lih. **Gambar 4-6**).

Tujuan dari koridor adalah:

- untuk memperluas habitat satwa liar serta memfasilitasi pergerakan dan menstabilkan populasi dalam satu area lindung; dan
- menjaga dan meningkatkan keanekaragaman hayati tumbuhan, dengan meningkatkan luas lahan yang tersedia untuk pertumbuhan dan penanaman kembali spesies lokal.

Lokasi koridor telah ditanami sawit sejak satu tahun yang lalu dengan arah blok tanam memiliki arah yang sama dengan arah koridor. Maka diputuskan untuk mengalokasikan kelebaran satu blok (300 m) sepanjang seluruh koridor dengan total sekitar 44 ha. Di area inti dengan lebar 150 m, tanaman sawit muda dicabut dan ditanam di lokasi lain. Area penyangga seluas 75 m di masing-masing sisi area inti dibiarkan ditanami. Di area penyangga, penggunaan pestisida dikurangi namun selain itu tanaman sawit dirawat seperti biasa.

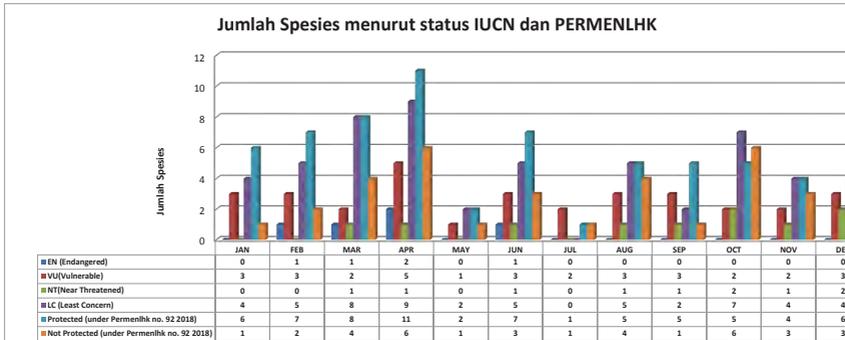
Area inti ditanami kembali dengan spesies seperti *Alstonia pneumatophora* (pulai), *Palaquium spp.* (mayang), *Shorea spp.* (meranti merah dan meranti batu), dan *Calophyllum spp.* (bintangur). Sebagian bahan tanam disiapkan di dalam estate dan sebagian lainnya dari dinas kehutanan setempat. Pohon ditanam dengan jarak 5 x 5 meter untuk mengantisipasi mortalitas alami. Beberapa bulan setelah mendirikan koridor, pergerakan satwa liar sudah mulai terlihat. Kebun mengawasi laju keberlangsungan hidup pohon-pohon tersebut. Menurut laporan baru-baru ini oleh Grup SIPEF (Damanik *et al.*, 2019), 1890 bibit *Shorea spp.* ditanam di koridor pada tahun 2016-2018. Evaluasi lebih lanjut terhadap koridor menunjukkan bahwa selain *Shorea spp.* dan *Alstonia pneumatophore* yang ditanami, ada spesies lain yang berhasil mendominasi koridor, seperti Trembesi (*Albizia saman*), Ketapang (*Terminalia catappa*), Tenggek Burung (*Melicope lunu-ankenda*), Kayu Ara/Beringin (*Ficus benjamina*), dan Salam (*Syzygium polyanthum*). Diperkirakan bahwa spesies-spesies tersebut dapat tumbuh melalui penyebaran benih secara alami dari area sekitar koridor.

Selain evaluasi vegetasi, pemantauan satwa liar juga dilakukan dari Januari hingga Desember 2018. Secara umum, sejumlah mamalia, burung, dan reptil berhasil dijumpai pada saat periode pemantauan. Dengan menggunakan teknik pengamatan dan observasi langsung, spesies tersebut telah diidentifikasi dan diklasifikasi berdasarkan statusnya masing-masing dalam Daftar Merah IUCN dan PERMENLHK No. 92/2018. **Gambar 4-7** di bawah ini menunjukkan penyebaran spesies yang tercatat pada saat periode pemantauan.



Gambar 4-6: Peta menunjukkan kawasan konservasi yang tersambung oleh koridor satwa liar yang didirikan oleh Grup SIPEF.

Pada kuartar kedua tahun 2018, tercatat jumlah spesies terbanyak yaitu 30 spesies, yang terdiri dari tiga spesies Terancam (IUCN) dan 20 spesies yang dilindungi berdasarkan PermenLHK No. 92/2018. Burung merupakan spesies yang paling sering dijumpai. Spesies yang dijumpai berulang kali mencakup bangau bluwok (*Mycterracteatrea*), bangau tongtong (*Leptoptilos javanicus*), elang hitam (*Ictinaetus malaiensis*), rangkong papan (*Buceros bicornis*), tiong mas (*Gracuracteatosa*), dan elang brontok (*Spizaetus cirrhatus*).



Gambar 4-7: Jumlah total spesies berdasarkan status IUCN dan PermenLHK

Melakukan inventarisasi flora fauna dan kemudian memasukkan informasi ini ke dalam rencana rehabilitasi adalah suatu praktik yang baik. Baca Euroconsult Mott MacDonald dan Deltares (2009) untuk contoh. Untuk contoh inventarisasi flora dan fauna, lih. **Kotak 4-5** untuk metode yang digunakan WWF Indonesia dalam melakukan evaluasi biofisik lingkungan di Taman Nasional Sebangau.

KOTAK 4-5

Inventarisasi Flora dan Fauna oleh WWFI

Metode yang digunakan WWF Indonesia untuk evaluasi biofisik lingkungan di Taman Nasional Sebangau

Pengukuran untuk evaluasi biofisik lingkungan di Taman Nasional Sebangau dilakukan pada tanggal 9-14 April 2018. Pengambilan sampel pengukuran ditetapkan secara purposif di lokasi restorasi program kolaboratif WWF dengan Taman Nasional Sebangau. Pengukuran lapangan dilakukan untuk memperoleh data aktual terkini sebagaimana dijelaskan di bawah ini.

1. Flora

A. TUTUPAN LAHAN

Studi tutupan lahan dilakukan dengan membandingkan serangkaian tutupan lahan dari penanaman hingga saat evaluasi menggunakan teknik penginderaan jarak jauh. Data yang dikumpulkan dari studi tutupan lahan merupakan dalam bentuk perubahan tipe ekosistem atau perubahan luas masing-masing tipe tutupan lahan.

B. KEBERGANTUNGAN PADA KERAPATAN (DENSITY DEPENDENCE) DAN KEANEKARAGAMAN SPESIES

Pengumpulan data untuk memperoleh kerapatan tegakan dan keanekaragaman spesies dilakukan menggunakan metode transek jalur sepanjang 1 km untuk ekosistem alami dan 500 m untuk area restorasi. Metode analisis vegetasi ini dilakukan pada suatu petak yang dibagi menjadi beberapa sub petak.

Petak berukuran 20x20 m² digunakan untuk mengumpulkan data laju pertumbuhan vegetasi pohon, petak ukuran 10x10 m² digunakan untuk mengumpulkan data laju pertumbuhan vegetasi tiang, petak ukuran 5x5 m² digunakan untuk mengumpulkan data laju pertumbuhan vegetasi pancang, dan petak ukuran 2x2 m² digunakan untuk mengumpulkan data laju pertumbuhan vegetasi semai.

Pengumpulan data untuk tumbuhan bawah dilakukan dengan menggunakan unit contoh berdasarkan metode jalur berpetak. Setiap unit contoh memiliki panjang 1.000 m dan lebar 1 m. Masing-masing unit sampel akan dibagi menjadi petak ukuran 1x1 m² pada jarak 50 m dari titik pusat petak. Parameter tumbuhan bawah yang diukur mencakup jenis dan jumlah.

2. Fauna

A. BURUNG

Pengumpulan data burung dilakukan menggunakan unit contoh dari kombinasi metode transek jalur dengan metode *variable circular plot* (VCP). Untuk habitat alami, titik pusat antar petak berjarak 200 m dengan panjang transek 1 km (6 petak). Sedangkan untuk area restorasi, titik pusat antar petak berjarak 100 m dengan jarak transek 500 m (6 petak).

Pengamatan spesies burung dilakukan pada interval waktu 05:45-07:45 di pagi hari dan 15:45-17:45 di sore hari. Data dicatat dengan cara mengamati burung di seluruh petak lingkaran pengamatan, dan dicatat setiap interval waktu 5 menit selama 15 menit di setiap lokasi pengamatan. Pengamatan dilakukan dengan dua kali pengulangan di masing-masing jalur.

Data pengamatan burung yang dikumpulkan mencakup spesies, jumlah individu per spesies, lokasi/posisi saat diamati (di permukaan tanah, lantai hutan, tajuk bawah, tengah, atau atas), dan jarak pengamat dari obyek/satwa. Wawancara dengan masyarakat setempat dilakukan untuk mengumpulkan informasi tambahan mengenai berbagai spesies burung dalam lokasi penelitian. Data yang terkumpul kemudian dicatat pada lembar pencatatan (*tallysheet*).

B. BEKANTAN

Untuk mengumpulkan data bekantan di lapangan, dilakukan sensus dengan menggunakan perahu dan metode konsentrasi di sungai di dalam Taman Nasional Sebangau. Data yang dikumpulkan mencakup jumlah individu, jumlah kelompok, struktur usia, rasio jenis kelamin, ketinggian posisi bekantan dari permukaan tanah, jarak sungai pada jalur transek, dan spesies pohon di mana kelompok bekantan dijumpai.

C. ORANGUTAN DAN HABITATNYA

Untuk mengukur dampak program konservasi orangutan dan habitatnya, metode jalur transek dengan teknik penghitungan sarang orangutan dibandingkan dengan pengumpulan data reforestasi, pembasahan gambut dan keanekaragaman hayati. Jumlah jalur, yang disesuaikan dengan jumlah transek yang ada dengan panjang 1 km dan 500 m, dan langkah-langkah yang dibutuhkan untuk menghitung sarang adalah dengan cara mengumpulkan data sambil berjalan di transek jalur.

Dalam survei sarang orangutan ini, data yang dikumpulkan adalah:

- Lokasi

Mencakup: a) ID transek; b) posisi titik koordinat permulaan jalur transek hingga akhir transek; c) arah transek; dan d) jarak per transek.

- Kondisi Habitat

Mencakup: a) Kondisi cuaca saat pengumpulan data dan b) kondisi tutupan tajuk (70-90% yaitu hutan dengan tutupan tajuk relatif baik, 50-70% yaitu hutan bekas tebangan, 30-50% yaitu kebun campuran atau bekas ladang yang ditinggalkan, dan <30% yaitu ladang/area terbuka dengan kondisi yang relatif baru).

- Kelas sarang

Kelas 1: Segar, sarang baru, semua daun masih hijau.

Kelas 2: Daun sudah mulai tidak segar, semua daun masih ada, bentuk sarang masih utuh, warna daun sudah coklat terutama di permukaan sarang, belum ada lubang yang terlihat dari bawah.

Kelas 3: Sarang tua, semua daun sudah coklat bahkan sebagian daun sudah hilang; sudah terlihat adanya lubang dari bawah.

Kelas 4: Hampir semua daun sudah hilang; sudah terlihat struktur rantingnya.

- Tinggi sarang

Tinggi tegak lurus sarang dari permukaan tanah

- Posisi sarang

Mencakup: a) posisi 1: di pangkal cabang utama; b) posisi 2: di bagian tengah atau ujung cabang; c) posisi 3: di pucuk pohon; d) posisi 4: dibentuk dari cabang dua pohon yang berbeda; dan e) posisi 0: di tanah.

4.3.2 PEMBENTUKAN REZIM HIDROLOGIS YANG SESUAI

Pemulihan fungsi hidrologi harus menjadi pertimbangan pertama dalam rehabilitasi lahan gambut. Hidrologi diperkirakan sebagai faktor lingkungan paling penting (50% kepentingan relatif) dalam pengendalian struktur komunitas tumbuhan (Graf, 2009). Rezim hidrologis juga merupakan faktor terpenting dalam pembentukan dan pengelolaan tipe dan proses hutan rawa gambut. Menurut Dommain *et al.* (2010), rezim hidrologis di hutan rawa gambut terdegradasi perlu direstorasi agar memungkinkan pemulihan ekosistem hutan rawa gambut. Penyimpanan pada cekungan dan penyerapan permukaan penting untuk menjaga tingkat kelembapan di musim kemarau. Hal ini dapat dibentuk kembali dengan menstimulasi pertumbuhan vegetasi yang dapat secara efektif mengurangi air yang terlepas. Selain menyekat kanal, pohon berbanir juga harus diintroduksi kembali pada saat restorasi dengan cara membuat bukit kecil dan melakukan penanaman kembali khususnya pada area di mana kemiringan lahan menyebabkan aliran permukaan yang deras. Hidrologi sangat memengaruhi sifat kimia dan fisik seperti ketersediaan hara, salinitas tanah, sifat sedimen, pH, dan tingkat anoksia. Pemulihan rezim hidrologis penting untuk menetapkan vegetasi target dan siklus hara. Sejumlah teknik yang digunakan untuk merestorasi hidrologi lahan basah dijelaskan sebagai berikut.

- Penyekatan kanal drainase merupakan langkah penting dalam merestorasi hidrologi lahan basah. Langkah sederhana ini akan menjaga air permukaan dan meningkatkan muka air tanah (lih. **Bab 3.1**). Penyekatan kanal dengan berbagai bendungan dapat dianggap berhasil jika bagian kanal yang disekat dapat menampung air saat musim kemarau.
- Tanggul atau pematang dapat dibuat sepanjang hutan rawa gambut untuk memisahkannya dari muka air rendah di lahan yang berdekatan, seperti misalnya area gambut yang mengalami subsidensi karena drainase berlebihan atau lokasi hidrologis.

- Memastikan aliran air yang memadai dari bagian atas lereng menuju lahan gambut. Contohnya dengan memasang saluran buangan atau luapan air di kanal batas perkebunan yang mungkin terletak di atas area target rehabilitasi.
- Penggunaan mulsa atau tumbuhan naungan (*nurse plant*) akan meningkatkan kelembapan mikroiklim pada permukaan gambut dengan meningkatkan kelembapan relatif di dekat permukaan dan mengurangi penguapan akibat evaporasi jika dibandingkan dengan area gambut yang terbuka.

Pembuatan suatu rumus universal untuk merestorasi hidrologi hutan rawa gambut yang terdampak gangguan adalah suatu hal yang tidak mungkin dilakukan. Masing-masing lokasi memiliki faktor spesifik yang harus dipertimbangkan saat merencanakan strategi rehabilitasi. Secara umum, disarankan agar rezim hidrologis dipulihkan hingga kondisi alami/asli sebelum adanya gangguan (ini dapat ditentukan dengan melakukan penilaian di hutan rawa gambut sehat sekitarnya) untuk memastikan keberlanjutan ekologis jangka panjang dari lokasi proyek.

4.3.3 IDENTIFIKASI SPESIES YANG SESUAI UNTUK REHABILITASI

Pemilihan spesies pohon untuk rehabilitasi hutan rawa gambut harus dipandu oleh kelayakan spesies dengan kondisi lokasi. Beberapa spesies pohon hutan rawa gambut tertentu cenderung lebih sesuai untuk gambut dalam sedangkan lainnya tumbuh di gambut yang lebih dangkal, sedangkan spesies lainnya dapat hidup pada berbagai kedalaman gambut (Page dan Waldes, 2005; **Tabel 4-2**).

Tabel 4-2: spesies pohon gambut dan zona ekologis utama (spesies pohon utama yang terdapat di ketiga komunitas hutan rawa gambut pada gambut dengan ketebalan yang semakin meningkat di kubah gambut di DAS Sebangau, Kalimantan Tengah. Diadaptasi dari Page dan Waldes, 2005).

SPESIES POHON UTAMA	HUTAN RAWA CAMPURAN DI TEPI KUBAH GAMBUT	HUTAN DENGAN TIANG RENDAH YANG LEBIH DEKAT DENGAN KUBAH GAMBUT	HUTAN INTERIOR TINGGI DI TENGAH KUBAH GAMBUT
<i>Palaquium ridleyi</i>	X		
<i>Calophyllum hosei</i>	X		
<i>Mesua sp.</i>	X		X
<i>Mezzettia parviflora</i>	X		
<i>Combretocarpus rotundatus</i>	X	X	
<i>Syzygium sp.</i>		X	
<i>Tristaniopsracteata</i>		X	
<i>Shorea teysmanniana</i>		X	X
<i>Palaquium leiocarpum</i>			X
<i>Stemonurus secundiflorus</i>			X
<i>Neoscortechinia kingie</i>	X		X
<i>Palaquium cochlearifolium</i>	X		X

Tergantung pada tingkat degradasi, kondisi yang ada mungkin cukup bervariasi dari kondisi asli hutan rawa gambut dan hal ini perlu dipertimbangkan. Area hutan rawa gambut yang telah mengalami drainase tentunya lebih kering dari hutan rawa gambut aslinya, sedangkan area yang rentan (sering mengalami) kebakaran mungkin juga sering mengalami banjir yang berkepanjangan dan/atau tinggi. Selain itu, area terdegradasi juga mendapatkan (sangat) sedikit naungan dibandingkan hutan rawa gambut dalam kondisi asli. Secara keseluruhan, spesies yang dimanfaatkan untuk restorasi area terdegradasi harus mampu mengatasi: i) paparan cahaya matahari langsung yang meningkat; ii) desikasi/kekeringan di musim kemarau; dan iii) banjir pada tingkat tertentu di musim hujan. Karena itu, beberapa spesies hutan rawa gambut tua mungkin tidak sesuai untuk

penanaman kembali di lahan gambut terdegradasi, dan pilihan spesies saat penanaman awal sebaiknya terfokus pada spesies yang cukup toleran secara ekologis, seperti misalnya spesies perintis (lih. **Tabel 4-3**).

Tabel 4-3: Spesies hutan rawa gambut perintis/sekunder di Sumatera dan Kalimantan (Sumber: van der Laan (1925), Giesen (1990), Bodegom et al., (1999), Kessler (2000), Giesen (2004), van Eijk & Leenman (2004), dan Giesen (2008))

#	FAMILY	SPECIES	LOCAL NAME
1	Anacardiaceae	<i>Campnosperma caniacum</i>	terentang
2	Anacardiaceae	<i>Campnosperma macrophylla</i>	terentang
3	Anacardiaceae	<i>Gluta renghas</i>	rengas
4	Anacardiaceae	<i>Gluta waltchii</i>	rengas manuk
5	Anisophylleaceae	<i>Combretocarpus rotundatus</i>	tumih, parapal, tanah tanah
6	Apocynaceae	<i>Akoria pneumatophora</i>	pulai
7	Apocynaceae	<i>Dyera polyphylla</i>	pantang, jelutung
8	Areaceae	<i>Lisuala paludosa</i>	
9	Areaceae	<i>Nenga pumila</i>	
10	Areaceae	<i>Phalidocarpus sumatranus</i>	
11	Caesalpinaceae	<i>Koornpassia malaccensis</i>	lempas merah
12	Dipterocarpaceae	<i>Shorea balangeran</i>	belangiran
13	Ebenaceae	<i>Diospyros siamang</i>	eaang
14	Elaeocarpaceae	<i>Elaeocarpus petalatus</i>	
15	Euphorbiaceae	<i>Australobuxus nitida</i>	
16	Euphorbiaceae	<i>Glacidian rubrum</i>	
17	Euphorbiaceae	<i>Macaranga amissa</i>	
18	Euphorbiaceae	<i>Macaranga prunosa</i>	mahang
19	Euphorbiaceae	<i>Mallotus muticus</i>	perupuk
20	Euphorbiaceae	<i>Mallotus sumatranus</i>	
21	Euphorbiaceae	<i>Pimeladenan griffithianum</i>	
22	Hypericaceae	<i>Cratogeomum arborensis</i>	gerunggang
23	Hypericaceae	<i>Cratogeomum formosum</i>	popalian
24	Hypericaceae	<i>Cratogeomum glaucum</i>	bentaleng
25	Icacinaceae	<i>Stemonurus scorpioides</i>	pasir pasir
26	Lauraceae	<i>Actinodaphne macrophylla</i>	
27	Lecythidaceae	<i>Barringtonia macrostachya</i>	
28	Lecythidaceae	<i>Barringtonia racemosa</i>	
29	Melastomataceae	<i>Melastoma malabathricum</i>	senduduk
30	Melastomataceae	<i>Pterandra galeata</i>	
31	Mimosaceae	<i>Archidendron clypearia</i>	
32	Moraceae	<i>Artocarpus gomeziana</i>	
33	Moraceae	<i>Ficus deltoidea</i>	ara
34	Moraceae	<i>Ficus virens</i>	
35	Myrtaceae	<i>Knema laytenia</i>	pirawas
36	Myrtaceae	<i>Eugenia spicata</i>	ubah, kayu talas
37	Myrtaceae	<i>Melaleuca cajuputi</i>	gelam
38	Myrtaceae	<i>Syzygium zeniba</i>	
39	Myrtaceae	<i>Syzygium zippelliana</i>	
40	Pandanaceae	<i>Pandanus helicopus</i>	rasau
41	Rubiaceae	<i>Neolamarckia cadamba</i>	bingkai
42	Rubiaceae	<i>Timonius salicifolius</i>	
43	Rutaceae	<i>Melicope acedens</i>	
44	Theaceae	<i>Albizium alternifolium</i>	asam-asam
45	Ulmaceae	<i>Trema cannabina</i>	
46	Ulmaceae	<i>Trema orientalis</i>	lansukung

Hingga saat ini, terdapat banyak percobaan dan upaya reforestasi hutan rawa gambut yang gagal karena spesies yang digunakan tidak sesuai untuk kondisi di suatu lokasi tertentu. **Tabel 4-4** menyajikan gambaran umum spesies yang pernah diujicoba di Asia Tenggara sampai saat ini serta tingkat keberhasilannya. Karena tingkat banjir dan kekeringan sangat bervariasi (mis. berdasarkan jarak tertentu dari kanal atau bekas kebakaran), maka kondisi setempat harus dipetakan terlebih dahulu dengan akurat guna memandu pemilihan spesies.

Tabel 4-4 Spesies yang dimanfaatkan dalam uji coba restorasi di Asia Tenggara (diadaptasi dari Giesen, 2008).

#	FAMILY	SPECIES	LOCATIONS/ COUNTRIES	PERFORMANCE
1	Apocynaceae	Alstonia spathulata	Jambi	•
2	Dipterocarpaceae	Anisoptera marginata	Malaysia	•
3	Euphorbiaceae	Baccaurea bracteata	Thailand	•
4	Guttiferae	Calophyllum ferrugineum	Malaysia	o
5	Rhizophoraceae	Combretocarpus rotundatus	West Kalimantan	•
6	Leguminosae	Dialium patens	Thailand	o
7	Ebenaceae	Diospyros evena	Kalimantan	•
8	Bombacaceae	Durio carinatus	Jambi	o
9	Apocynaceae	Dyera (lowii) polyphylla	Jambi, Malaysia	•/o
10	Myrtaceae	Eugenia kunstleri	Thailand	•
11	Sapotaceae	Ganua motleyana (syn. Madhuca motleyana)	Thailand, Malaysia	•
12	Anacardiaceae	Gluta wallichii	Jambi	•
13	Thymelidaceae	Gonystylus bancanus	Jambi, Malaysia, Kalimantan	•
14	Malvaceae	Hibiscus sp.	Riau	•
15	Lauraceae	Litsea johorensis	Thailand	o
16	Euphorbiaceae	Macaranga hypoleuca	Riau	•
17	Euphorbiaceae	Macaranga pruinosa	Thailand, Malaysia	•
18	Myrtaceae	Melaleuca cajuputi	Indonesia, Thailand, Vietnam	•
19	Sapotaceae	Palaquium sp.	Jambi, Kalimantan	•
20	Verbenaceae	Peronema canescens	Kalimantan	o
21	Annonaceae	Polyalthia glauca	Thailand	•
22	Dipterocarpaceae	Shorea balangeran	Kalimantan	•
23	Dipterocarpaceae	Shorea pauciflora	Jambi	•
24	Dipterocarpaceae	Shorea pinanga	Kalimantan	o
25	Dipterocarpaceae	Shorea platycarpa	Malaysia	•
26	Dipterocarpaceae	Shorea seminis	Kalimantan	o
27	Icacinaceae	Stemonurus secundiflorus	Thailand	o
28	Myrtaceae	Syzygium oblatum (syn. Eugenia oblata)	Thailand	•
29	Theaceae	Tetramerista glabra	Jambi	o

*Catatan: • = baik hingga sangat baik (atau >50% tingkat bertahan hidup); o = buruk hingga cukup (atau <50% tingkat bertahan hidup)

Berdasarkan pengalaman lapangan dan beberapa survei yang dilakukan di Kalimantan Tengah, Giesen (2008) menyampaikan daftar awal spesies potensial untuk uji coba restorasi hutan rawa gambut, dengan membagikannya ke dalam empat rezim banjir yang berbeda:

1. wilayah air dalam (wilayah yang dilanda banjir tinggi selama periode waktu yang lama),
2. wilayah dilanda banjir tinggi (sering dilanda banjir tinggi),
3. wilayah dilanda banjir sedang (banjir rutin dan dangkal), dan
4. wilayah jarang dilanda banjir.

Untuk masing-masing tipe banjir tersebut, dicantumkan pula daftar spesies yang berpotensi sesuai (Tabel 4-5). Rangkaian yang sama juga dapat digunakan untuk program penyekatan kanal, di mana tipe (I) disamakan dengan kanal bersisi dalam, tipe (II) adalah kanal yang sebagian terisi, tipe (III) adalah kanal yang sebagian besar terisi, dan tipe (IV) adalah kanal yang terisi penuh. Seiring dengan waktu, tipe-tipe kanal akan berubah dari satu menjadi berikutnya. Studi di hutan rawa gambut menunjukkan bahwa lapisan gambut yang lebih dalam terdiri dari akar dan batang *Pandanus*. Hal ini menunjukkan bahwa pengisian air yang lebih dalam mungkin merupakan tahap awal dalam pembentukan gambut alami, setidaknya di beberapa wilayah tertentu. Di bekas hutan rawa gambut dengan banjir tinggi, suksesi serupa dapat diupayakan. Pada tipe (IV), saat spesies perintis sudah membentuk tajuk, maka spesies yang toleran terhadap naungan dapat ditanam sehingga mempercepat suksesi menuju rawa gambut campuran.

Tabel 4-5: Spesies hutan rawa gambut yang sesuai untuk program rehabilitas berdasarkan beberapa rezim banjir (diadaptasi dari Giesen, 2008).

NO	PENYEKATAN KANAL HIJAU	RESTORASI HUTAN RAWA GAMBUT	ENGINEERING SPECIES (MIS. SPESIES YANG JUGA COCOK UNTUK PROGRAM PENYEKATAN SALURAN)	SPESIES	NAMA LOKAL
1	Kanal dengan sisi yang curam	Wilayah hutan rawa gambut dilanda banjir tinggi selama periode waktu yang lama	TIPE (I): Air dalam • <i>Hanguana malayana</i> • <i>Pandanus helicopus</i>	• <i>Hanguana malayana</i> • <i>Hypolytrum nemorum</i> • <i>Pandanus helicopus</i>	• Bakung • Rasau
2	Tepi kanal yang miring (tererosi atau ditimbun)	Area hutan rawa gambut yang sering dilanda banjir tinggi	TIPE (II): Banjir tinggi • <i>Combretocarpus rotundatus</i> • <i>Lepironia articulata</i>	• <i>Combretocarpus rotundatus</i> • <i>Lepironia articulata</i> • <i>Mallotus sumatranus</i> • <i>Morinda philippensis</i> • <i>Psychotria montensis</i> • <i>Stenochlaena palustris</i>	• Tumih • Purun • Perupuk • Kiapak
3	Sebagian besar kanal yang ditimbun, dengan genangan dangkal	Hutan rawa gambut yang dilanda banjir rutin dan dangkal	TIPE (III): Banjir sedang • <i>Cratogeomys glaucescens</i> • <i>Ploiarium alternifolium</i> • <i>Shorea balangeran</i>	• <i>Blechnum indicum</i> • <i>Cratogeomys glaucescens</i> • <i>Ploiarium alternifolium</i> • <i>Shorea balangeran</i> • <i>Stenochlaena palustris</i>	• Geronggang • Asam-asam • Belangeran/ kahui • Kiapak
4	Kanal yang ditimbun	Banjir jarang atau tidak pernah terjadi di area hutan rawa gambut ini	TIPE (IV): Jarang dilanda banjir • <i>Alstonia racemata</i> • <i>Dyera polyphylla</i>	• <i>Alstonia racemata</i> • <i>Blechnum indicum</i> • <i>Dyera polyphylla</i> • <i>Macaranga sp.</i> • <i>Stenochlaena palustris</i>	• Pulai • Jelutung/ patung • Mahang • Kiapak
4b	Seperti No. 4 di atas, dengan pohon naungan	Seperti No. 4 di atas, dengan pohon naungan	TIPE (IV)B: Jarang dilanda banjir, butuh naungan	• <i>Alseodaphne coriacea</i> • <i>Baccauracteateata</i> • <i>Dialium patens</i> • <i>Diospyros evena</i> • <i>Durio carinatus</i> • <i>Ganua motleyana</i> • <i>Gonystylus bancanus</i> • <i>Peronema canescens</i> • <i>Shorea pinanga</i> • <i>Syzygium spp.</i> • <i>Tetramerista glabra</i>	• Gemor • Rambai • Uring pake • Durian hutan • Ramin • Punak

Saat rangkaian spesies yang sesuai telah dipilih (mis. spesies yang sesuai dengan kondisi lokasi), pilihlah spesies dapat diarahkan lebih lanjut berdasarkan prinsip panduan 2 Pemilihan spesies bermanfaat dan 5 Menghindari penggunaan spesies eksotik. Spesies bermanfaat digunakan apabila memungkinkan jika wilayah terdegradasi yang akan direhabilitasi terletak di dekat desa atau merupakan lahan suatu kelompok masyarakat. Sebaiknya upaya difokuskan tidak hanya pada spesies kayu, sebagaimana sering dilakukan sampai saat ini, namun juga pada spesies yang menghasilkan HHBK. Daftar spesies bermanfaat potensial, baik spesies kayu maupun HHBK, tersedia pada **Tabel 4-6**. Perlu diingat bahwa restorasi hidrologi lahan gambut adalah salah satu prinsip panduan, dan spesies eksotik yang membutuhkan drainase tidak sesuai dengan prinsip tersebut. Bibit jelutong terdapat pada **Gambar 4-8**.

Table 4-6: Spesies hutan rawa gambut yang cocok untuk dimanfaatkan kayu dan HHBK-nya. (Sumber: Giesen, 2008 - lih. juga Giesen et al., 2015)

No	SUKU	SPESES	NAMA LOKAL	NAMA LOKAL	HHBK
1	Anacardiaceae	<i>Mangifera havilandii</i>	resak rawa	+	
2	Anisophyllaceae	<i>Combretocarpus rotundatus</i>	tumih	+	kayu untuk bahan bakar
3	Apocynaceae	<i>Alstonracteateata</i>	Pulai	+	
4	Apocynaceae	<i>Dyera polyphylla</i>	jelutong	+	getah
5	Araucariaceae	<i>Agathis borneensis</i>		++	
6	Bombacaceae	<i>Durio carinatus</i>	durian hutan	+	buah dapat dimakan
7	Dipterocarpaceae	<i>Dipterocarpus verrucosus</i>	karuing	+	resin
8	Dipterocarpaceae	<i>Dryobalanops spp.</i>	kapur naga	+	
9	Dipterocarpaceae	<i>Hopea spp.</i>	lentang bangkirai	+	
10	Dipterocarpaceae	<i>Shorea balangeran</i>	belangiran	++	
11	Dipterocarpaceae	<i>Shorea leprosula</i>	lentang	+	
12	Dipterocarpaceae	<i>Shorea parvifolia</i>	meranti batu	+	
13	Dipterocarpaceae	<i>Shorea rubra</i>	meranti bahandang	+	
14	Dipterocarpaceae	<i>Shorea smithiana</i>	lentang mahambung	+	
15	Dipterocarpaceae	<i>Shorea uliginosa</i>	lentang bajai	+	
16	Dipterocarpaceae	<i>Shorea spp.*</i>	tengkawang	++	buah geluk
17	Euphorbiaceae	<i>Baccauracteateata</i>	rambai		buah dapat dimakan
18	Guttiferae	<i>Callophyllum grandiflorum</i>	bintangur	+	
19	Guttiferae	<i>Garcinia spp.</i>	manggis hutan	+	buah dapat dimakan
20	Hypericaceae	<i>Cratoxylum spp.</i>	Gerunggang	+	
21	Lauraceae	<i>Aloedaphne coriacea</i>	gemor		kulit kayu untuk obat nyamuk bakar
22	Myrtaceae	<i>Melaleuca cajuputi</i>	gelam	+	kayu untuk bahan bakar, minyak
23	Myrtaceae	<i>Tristaniopsis maingayi</i>	palawan/balawan	+	
24	Podocarpaceae	<i>Dacrydium pectinatum</i>	alau	++	
25	Sapotaceae	<i>Ganua motleyana</i>	katiau		
26	Sapotaceae	<i>Palaquium rostratum</i>	nyatu/nyatuh	+	getah
27	Sapotaceae	<i>Palaquium leiocarpum</i>	jangka		getah
28	Theaceae	<i>Ploiarium alternifolium</i>	asam-asam		daun muda dapat dimakan
29	Thymelaceae	<i>Gonystylum bancanus</i>	ramin	++	

Catatan: + Spesies kayu yang baik, ++ Sangat baik, spesies kayu bernilai tinggi



Gambar 4-8: Bibit jelutung di persemaian

Selain itu ada beberapa spesies palem-paleman yang dapat ditanami dengan mudah di lahan gambut, seperti misalnya palem merah (*Cyrtostachys renda*), salak hutan (*Salacca magnifica*), sagu, dan beberapa spesies pandan liar.

Pendekatan Berbasis Suksesi

Program penanaman rehabilitasi perlu mengikuti pendekatan berbasis suksesi, dengan pertama memanfaatkan spesies perintis dengan toleransi ekologis yang luar, dan kemudian menanam spesies klimaks/ spesies hutan rawa gambut tua atau campuran. Spesies kedua ini sesuai apabila tujuan rehabilitasi adalah meningkatkan kerapatan beberapa spesies bermanfaat yang mencirikan hutan rawa gambut tua. Upaya ini juga dapat dilakukan jika tujuannya adalah meningkatkan nilai

keanekaragaman hayati apabila lokasi rehabilitasi berada bersebelahan, berdekatan dengan, atau bagian dari suatu kawasan konservasi.

Studi suksesi di lahan gambut biasanya menunjukkan sejarah transisi dari rawa air tawar (dengan spesies *Pandanus*) atau mangrove menuju hutan rawa gambut campuran. Dalam hal beradaptasi dengan meningkatnya banjir di lahan gambut terdegradasi (mis. setelah subsidiensi atau hilangnya gambut setelah kebakaran), pendekatan yang diambil adalah dengan menirukan sejarah suksesi dan memulai kembali dengan spesies yang sangat toleran terhadap banjir seperti *Pandanus helicopus*. Saat suatu lokasi sudah lebih dangkal atau ditimbun sebagian, spesies toleran banjir seperti *Combretocarpus rotundatus* dapat ditanami. Rangkaian spesies potensial dengan berbagai tingkat toleransi terhadap banjir dituliskan pada **Tabel 4-6**.

Saat gambut terakumulasi seiring dengan waktu, suatu lokasi mungkin akan berkembang menjadi hutan rawa gambut campuran. Walaupun memiliki keanekaragaman hayati yang lebih rendah dibandingkan dengan hutan dipterokarpa dataran rendah, hutan rawa gambut campuran dapat mencapai ketinggian tajuk setinggi 35-40 meter dengan 30-130 spesies pohon pada suatu lokasi tertentu (Giesen, 2004).

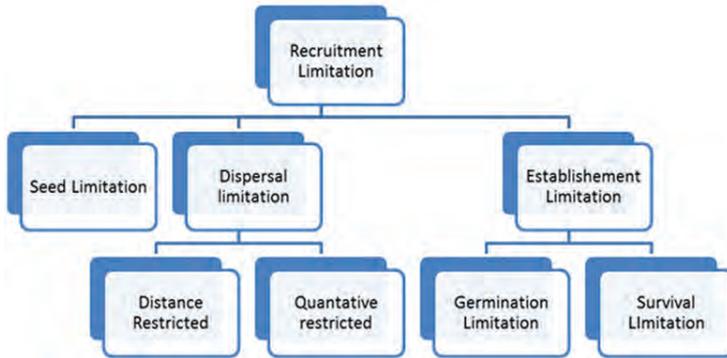
Kondisi cahaya pada vegetasi lahan gambut juga bervariasi seiring dengan waktu. Pada lokasi terdegradasi, kondisi cahaya sangat terang dan spesies yang membutuhkan naungan tidak dapat tumbuh dengan baik. Di hutan dengan vegetasi tingkat tiang, tingkat penetrasi cahaya lebih tinggi dibandingkan hutan rawa gambut campuran/tua, dan mungkin juga lebih tajam dan menciptakan kondisi yang tidak sesuai untuk beberapa spesies tertentu. Tidak banyak yang diketahui tentang kebutuhan cahaya spesies pohon hutan rawa gambut, tetapi dapat diasumsikan bahwa spesies perintis memiliki tingkat toleransi lebih tinggi, sedangkan spesies yang hidup hanya di hutan rawa gambut campuran memiliki tingkat toleransi lebih rendah.

4.3.4 MENDORONG REGENERASI ALAMI

Prinsip dasar dari mendorong regenerasi alami adalah untuk membantu alam menumbuhkan tumbuhan baru dengan menghilangkan pembatas yang ada. Vegetasi asli pada umumnya dapat mengembangkan benih dan semainya sendiri. Proses ini disebut regenerasi alami dan merupakan proses normal di rawa yang sehat. Ini merupakan metode paling alami dan memberikan hasil terbaik dalam hal keanekaragaman hayati. Regenerasi alami umumnya merupakan opsi dengan input rendah. Pihak pekebun dapat membantu proses ini dengan menghilangkan unsur-unsur yang mengancam vegetasi alami yang ada. Upaya ini mencakup pengendalian gulma yang merugikan, mendirikan pagar/penghalang untuk melindungi lokasi, atau mengubah teknik drainase. Tidak dibutuhkan perawatan kecuali apabila gulma mencegah regenerasi spesies asli, dan jika demikian maka dibutuhkan pengendalian gulma.

Inventarisasi vegetasi yang ada dan survei ekologi di lokasi pada saat tahap perencanaan akan memberikan informasi mengenai apakah regenerasi alami akan memadai dalam upaya rehabilitasi. Jika tidak, maka perlu dilakukan penanaman pengayaan dan/atau penanaman kembali secara aktif (lih. **Bab 4.7**).

Selain itu, penting untuk mengidentifikasi rintangan atau faktor yang menghambat proses pertumbuhan dan regenerasi. Hal ini mencakup identifikasi faktor seperti biji, pola penyebaran, dan batasan terhadap pembentukan. Berbagai pendekatan untuk mengatasi hambatan tersebut digambarkan pada **Gambar 4-9** dan **4-10**.



Gambar 4-9: Faktor yang dapat membatasi regenerasi hutan rawa gambut.



Gambar 4-10: Pendekatan untuk mengatasi batasan-batasan primer.

4.3.5 PENANAMAN PENGAYAAN/PENANAMAN KEMBALI

Tergantung pada tingkat degradasi hutan rawa gambut, maka penanaman pengayaan atau penanaman kembali secara aktif mungkin akan dibutuhkan. Jika regenerasi alami tidak dapat dilakukan atau tidak memadai, penanaman pengayaan bisa menjadi intervensi yang berguna untuk membantu rehabilitasi. Spesies yang sesuai untuk penanaman pengayaan tergantung pada tahapan suksesi yang sedang berjalan. Jika spesies perintis sudah tumbuh, dapat ditanami tumbuhan yang toleran terhadap atau membutuhkan naungan, sehingga mempercepat suksesi menuju rawa gambut campuran. Mungkin program rehabilitasi hutan rawa gambut penuh perlu dilakukan apabila area tersebut telah ditebang habis atau mengalami kebakaran berulang kali.

Panduan rinci mengenai pelaksanaan program tersebut disampaikan pada **Bab 5**. Perlu dicatat bahwa unit pelaksana teknis (UPT) penelitian pemerintah kadang mampu menyediakan bahan siap tanam dalam kuantitas memadai dengan harga yang masuk akal (lih. **Kotak 4-6** untuk contoh penawaran di Indonesia).

KOTAK 4-6

Contoh Penawaran Bibit di Indonesia

Berikut adalah penawaran dari Koperasi Pegawai Negeri Sylva Balai Penelitian Kehutanan Aek Nauli (Alamat: Kampus Kehutanan Aek Nauli, Km 10.5, Sibaganding, Parapat, Indonesia) kepada suatu perusahaan perkebunan sawit.

Tabel 4-7: Bibit yang tersedia untuk rehabilitasi hutan rawa gambut.

No.	SPESIES	SPESIFIKASI	STOK	HARGA PER BIBIT (IDR)
1	Meranti Batu	Tinggi 30 cm	20.000 bibit	1.600, -
2	Meranti Merah	Tinggi 20 cm	10.000 bibit	1.600, -
3	Bintangur	Tinggi 20 cm	40.000 bibit	1.600, -
4	Pulai	Tinggi 30 cm	2.000 bibit	1.800,-
5	Mayang	Tinggi 50 cm	20.000 bibit	1.600,-
6	Arena	2-3 daun	15.000 bibit	4.000,-

CATATAN:

- Jarak tanam yang disarankan untuk jenis bibit nomor 1-5 adalah 3 m x 3 m.
- Jarak tanam yang disarankan untuk jenis bibit nomor 6 adalah 6 m x 6 m.
- Harga di atas adalah harga yang berlaku pada bulan Juni 2011.

4.4 PALUDIKULTUR

Pertanian skala besar di lahan gambut tropis pada umumnya dilakukan dengan memanfaatkan spesies yang membutuhkan drainase (antara lain *Acacia*, sawit). Walaupun spesies-spesies tersebut memberikan kontribusi signifikan kepada ekonomi lokal dan nasional, akan tetapi juga menyebabkan biaya lingkungan tinggi, seperti misalnya subsidi gambut, kebakaran dan asap terkait, emisi GRK, dan lainnya. Untuk memperpanjang masa hidup ekonomi lahan gambut budidaya, pertanian berbasis drainase yang ada harus digantikan dengan bentuk pemanfaatan lahan yang tidak membutuhkan drainase.

Pemanfaatan lahan secara produktif di lahan gambut yang telah dibasahi kembali dengan tanaman yang dapat beradaptasi dengan tingginya muka air lahan gambut disebut sebagai 'paludikultur'. Spesies hutan rawa gambut dimanfaatkan secara tradisional dan diketahui ada lebih dari 400 spesies yang dapat dimanfaatkan secara produktif (Giesen, 2015). Selama ratusan tahun, masyarakat lokal telah memanfaatkan teknik paludikultur untuk membudidayakan tanaman asli lahan gambut, seperti sagu (pati untuk mie dan kue), rotan (untuk mebel), gelam (kayu untuk tiang dan minyak untuk obat), jelutung (getah), tengkawang (buah geluk untuk minyak nabati), dan rumput purun (untuk atap dan keranjang). Namun budi daya spesies tersebut umumnya hanya pada skala kecil dan membutuhkan uji coba dan perluasan ekstensif agar dapat menjadi solusi yang layak untuk kebutuhan pembangunan berkelanjutan yang luas. Akan tetapi, ini merupakan investasi yang dibutuhkan untuk menjaga produktivitas lahan gambut.

Kerjasama dengan masyarakat dan pemerintah daerah penting untuk mendapatkan pengakuan atas bentuk budi daya baru. Zona penyangga dapat dijadikan prioritas untuk melakukan uji coba berbagai spesies paludikultur yang berbeda, untuk mempelajari kelayakan agronomi, ekonomi, dan politik dari model usaha baru tersebut.

4.4.1 SPESIES TANAMAN PALUDIKULTUR POTENSIAL

Informasi mengenai spesies tanaman potensial untuk paludikultur umumnya diambil berdasarkan tinjauan Giesen dan Nirmala (2018). Potensi paludikultur di Indonesia dinilai oleh Giesen (2015) yang memanfaatkan basis datanya tentang spesies tumbuhan hutan rawa gambut asli di Asia Tenggara sebagai titik awal dan kemudian membandingkannya dengan spesies bermanfaat yang dicatat oleh PROSEA (Plant Resources of Southeast Asia), yaitu suatu program yang berjalan pada tahun 1990-2004 dan menerbitkan temuannya dalam 19 publikasi. Hasilnya, sebagaimana dirangkum di bawah ini, menunjukkan bahwa flora rawa gambut asli Indonesia berpotensi besar untuk paludikultur. Sejak itu, KLHK (Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan) dan Wetlands International telah menerbitkan suatu buku panduan mengenai sejumlah spesies kunci (Tata & Susmianto 2016).

Giesen (2015) mengindikasikan fakta kunci sebagai berikut:

- 1376 spesies tumbuhan tingkat tinggi tercatat di hutan rawa dataran rendah di Asia Tenggara;
- 534 spesies (38.8% dari jumlah total) diketahui memiliki manfaat;
- 222 spesies menghasilkan kayu bermanfaat;
- 221 spesies diketahui dapat digunakan sebagai obat;
- 165 spesies dimanfaatkan untuk bahan makanan (mis. buah, kacang, minyak); dan
- 165 spesies memiliki bentuk pemanfaatan 'lainnya' (mis. getah, bahan bakar, pewarna).

Penilaian ekonomi awal menunjukkan bahwa jika berdasarkan keuntungan yang dihasilkan, beberapa spesies asli dari hutan rawa gambut memiliki potensi untuk bersaing dengan sawit dan *Acacia crassicarpa*. Selain itu, jelutong (*Dyera polyphylla*) adalah alternatif yang menarik bagi masyarakat setempat karena hasil dari tenaga yang dikeluarkan untuk spesies ini lebih menguntungkan dibandingkan dengan sawit (Sofyuddin *et al.*, 2012). Akan tetapi, studi pasar baru-baru ini menunjukkan bahwa estimasi ini perlu dihitung kembali untuk jelutong karena tutupnya pasar akibat drastisnya penurunan produksi dari hutan alam dan adanya alternatif yang dihasilkan dari minyak.

Penilaian lebih jauh yang dilakukan proyek BGPP (Kehijau Berbak, 2017) terhadap 81 spesies HHBK dengan potensi 'manfaat ekonomi yang besar' mengelompokkan spesies-spesies tersebut ke dalam empat kategori:

- spesies 'cepat menguntungkan' (6 spesies), yaitu spesies herba yang cepat menghasilkan (tetapi dengan nilai satuan lebih rendah, walaupun pasarnya secara keseluruhan cukup baik); mencakup spesies seperti *Eleocharis dulcis* (purun tikus), *Ipomoea aquatica* (kangkung), *Momordica charantia* (pare), *Uncaria gambir* (gambir), serta *Nephrolepis biserrata* dan *Stenochlaena palustris* (pakis-pakistan yang dapat dimakan);
- spesies komersial yang telah terbukti (6 spesies), yaitu *Aquilaria beccariana* (gaharu, penghasil kemenyan setelah inokulasi, atau daunnya dapat dipanen untuk minuman obat) (lih. **Gambar 4-11**), *Melaleuca cajuputi* (kayu putih atau gelam, penghasil kayu untuk tiang, madu, minyak), *Metroxylon sagu* (sagu, penghasil tepung/pati), *Dyera polyphylla* (jelutong rawa, penghasil getah) serta *Nothophoebe coriacea* dan *Nothophoebe umbelliflora* (gemor, kulit kayunya dimanfaatkan untuk anti serangga). Hasil dari spesies-spesies ini diketahui memiliki nilai ekonomi dan dapat tumbuh di gambut (yang telah dibasahi kembali);
- spesies komersial yang membutuhkan uji hasil lebih lanjut di lahan gambut (11 spesies), yaitu *Garcinia mangostana* (manggis), *Nephelium lappaceum* (rambutan), *Syzygium aqueum* (jambu air), *Shorea stenoptera*, *S. pinanga*, *S. seminis*, *S. macrophylla* (tengkawang), *Aleurites moluccana* (kemiri), *Pometia pinnata* (kasai atau matoa), *Syzygium polyanthum* (salam, daun salam) dan *Terminalia catappa* (ketapang). Hasil dari spesies-spesies tersebut diketahui memiliki nilai komersial dan dapat hidup di hutan alam rawa gambut, tetapi kinerjanya (mis. produksi buah, laju pertumbuhannya) di lahan gambut belum diketahui.

- spesies lainnya: banyak ketidakpastian: studi pasar, studi ekologi (58 spesies); saat ini masih banyak yang tidak diketahui tentang spesies lainnya, namun karena berpotensi maka studi lebih lanjut dapat dilakukan.



Gambar 4-11: Gaharu (*Aquilaria beccariana*), suatu spesies paludikultur potensial, ditanam di sekitar kebun petani sawit di Selangor, Malaysia.

4.4.2 SPESIES PALUDIKULTUR TERPILIH

Berikut adalah informasi lebih lanjut mengenai beberapa spesies yang berpotensi untuk paludikultur (sebagian besar dikutip dari Giesen dan Nirmala, 2018):

a. Jelutung rawa (*Dyera polyphylla*)

Selama bertahun-tahun, jelutung rawa (lih. **Gambar 4-12**) dimanfaatkan dari hutan alam dan dapat menghasilkan getah seperti karet, namun dengan beragam manfaat seperti untuk permen karet, cetakan, dan bahan insulasi listrik kualitas tinggi. Spesies ini dibudidayakan pada skala besar di dekat Desa Sungai Aur, Kab. Tanjung Jabung Timur di Jambi oleh PT Dyera Hutan Lestari, pada tahun 1991-2004. Pada tahun 2004, lahan seluas 2.000 ha telah ditanami dan pemanenan getah dilakukan (Muuss 1996, Giesen 2004). Akan tetapi, karena pengelolaan hidrologi yang kurang baik, perkebunan ini dihancurkan oleh kebakaran pada tahun 1997 dan 2004, dan kemudian ditinggalkan. Walaupun demikian, perusahaan menunjukkan bahwa budi daya jelutung rawa pada skala industrial komersial dapat dilakukan. Sejak itu, ICRAF, FORDA, dan dinas kehutanan terus melakukan uji coba penanaman jelutung rawa dan spesies ini dianggap cukup baik menuju proses domestikasi (Tata *et al.*, 2016), walaupun masih ada sejumlah tantangan yang perlu dilewati. Baca Perdana *et al.*, (2016) untuk informasi lebih lanjut.



Gambar 4-12: Penyadapan getah jelutung di lanskap Berbak, Jambi.

b. Spesies pulp alternatif

Spesies alternatif untuk produksi pulp dan kertas telah ditinjau oleh Suhartati *et al.* (2000). Perusahaan pulp dan kertas Asia Pulp and Paper (APP, anak perusahaan Grup Sinarmas) telah melakukan uji coba terhadap spesies alternatif dari *Acacia crassicarpa* untuk produksi pulp dan kertas di gambut yang telah dibasahi kembali. Melalui program yang dikembangkan Euroconsult Mott MacDonald untuk APP pada tahun 2016, area uji coba seluas 16 ha ditanami dengan empat spesies: terentang (*Campnosperma coriaceum*), geronggang (*Cratoxylum arborescens*), gelam (*Melaleuca cajuputi*), dan belangeran (*Shorea balangeran*), di mana gelam tampak paling menjanjikan dalam hal laju pertumbuhan dan sifat-sifat untuk pulp (APP, 2017). Selain empat spesies tersebut, APP bertujuan melakukan uji coba tumih/perapat (*Combretocarpus rotundatus*), sesendok (*Endospermum diadenum*), perupuk (*Lophopetalum multinervium*), bengkal (*Nauclea subdita*), dan kess/bus putih (*Lophostemon spp.*). Selain itu, dengan bantuan dari Universitas Gajah Mada, APP memasok spesies gelam kedua dari Kalimantan (*Melaleuca leucadendra*) serta cemara laut (*Casuarina equisetifolia*) dari Pulau Belitung (APP, 2017).

c. Tengkawang (*Shorea spp.*)

Tengkawang adalah penghasil lemak/mentega bernilai tinggi yang dapat digunakan sebagai bahan pengganti kakao atau untuk kosmetik (lih. **Gambar 4-13**). Pada tahun 2017, perusahaan perkebunan PT Tolan Tiga Indonesia (PT TTI) melakukan uji coba spesies tengkawang di 10 ha lahan gambut yang telah dibasahi kembali di Sungai Barumon, Riau. Uji coba dilakukan terhadap lima spesies *Shorea* yaitu *Shorea stenoptera*, *S. pinanga*, *S. seminis*, *S. leprosula*, dan *S. selanica*, di mana tiga spesies pertama menghasilkan buah tengkawang. Uji coba pertama menghadapi berbagai tantangan, seperti kesulitan memperoleh material pembiakkan dan tingkat mortalitas tinggi (rata-rata 67%). Namun demikian, PT TTI optimis dapat meningkatkan penanaman dan mencapai tingkat kelangsungan hidup 60% atau lebih tinggi. PT TTI akan melanjutkan uji coba ini selama beberapa tahun ke depan (de Clermont-Tonnerre, 2017).



Gambar 4-13: Buah dan 'mentega' tengkawang

d. Sagu

Sagu (*Metroxylon spp.*) (lih. **Gambar 4-14**) telah lama dibudidayakan secara tradisional di beberapa wilayah di Sumatera selama puluhan, bahkan ratusan tahun, khususnya di Riau, Aceh, serta Semenanjung Malaysia dan Sarawak, di luasan mencapai puluhan ribu hektar. Pati sagu diperdagangkan antara Indonesia, Malaysia, dan Singapura melintasi Selat Malaka hingga Jepang. Di Papua, hutan rawa sagu tumbuh dan menyediakan makanan pokok bagi masyarakat setempat. Sagu telah hilang dari beberapa wilayah di Sumatera, seperti di Jambi di mana spesies ini banyak dijumpai hingga beberapa dekade yang lalu. Di Riau, sagu sering dijumpai tumbuh di lahan gambut di Pulau Bengkalis, Padang, dan Tebing Tinggi, di mana budi daya spesies ini memiliki sejarah lebih dari 100 tahun. Sonderegger dan Lanting (2011) mempelajari budi daya sagu di Pulau Padang.

Sagu dan karet merupakan komoditas utama di pulau tersebut, di mana keduanya memiliki luas yang hampir sama. Sagu ditanam secara ekstensif dengan investasi cukup rendah namun dapat membuahkan hasil hingga Rp. 4,5 juta (300 Dolar AS)/ha/tahun. Seperti yang disebutkan Giesen (2013), lahan gambut pada umumnya tidak dikeringkan, walaupun parit kecil dengan kedalaman 20-30 cm dibuat untuk memudahkan akses dan pemanenan batang sagu.



Gambar 4-14: Tanaman sagu dan pengolahannya

Di sebelah Pulau Padang yaitu di Tebing Tinggi, sagu juga menjadi komoditas utama lahan gambut. Sagu ditanam untuk dijual dan memenuhi kebutuhan sehari-hari masyarakat yang tinggal di sekitarnya. Pelantikan Badan Restorasi Gambut (BRG) dilakukan di Sungai Tohor (di sisi timur laut pulau), karena desa ini disebutkan sebagai 'Laboratorium Lahan Gambut Internasional' (Widaretna & Janssen, 2017). Masyarakat Sungai Tohor telah menanam sagu selama puluhan tahun. Sagu merupakan makanan pokok masyarakat sejak tahun 1970an dan memiliki peran pusat dalam kehidupan masyarakat sehari-hari. Sagu diolah pada tingkat industri rumah tangga, dengan produk hasil akhir seperti tepung sagu, mie, dan makanan ringan seperti sagu telur dan sagu lemak. Sedangkan tepung sagu banyak diekspor ke luar negeri. Masyarakat telah mengalami konflik dengan investor eksternal yang ingin melihat sagu digantikan dengan sawit atau akasia. Di Sungai Tohor, sagu selalu ditanami di lahan gambut basah. Masyarakat telah membangun kanal namun hanya digunakan untuk transportasi dan penyekatan kanal secara tradisional dibuat dari kayu untuk mengatur tinggi air (Widaretna & Janssen, 2017). Dengan keberhasilan penanaman sagu di Sungai Tohor, BRG telah melihat potensi sagu sebagai spesies utama untuk restorasi lahan gambut terdegradasi. Pemilihan spesies ini sejalan dengan arahan Presiden bahwa restorasi lahan gambut terdegradasi harus membawa nilai ekonomi untuk masyarakat setempat.

e. Rotan

Rotan adalah kelompok jenis palem pemanjat yang cepat tumbuh dan sebagian besar hidup dalam koloni. Rotan mudah dipanen, hanya membutuhkan alat sederhana, dan mudah diangkut. Bahan ini dimanfaatkan untuk membuat mebel, keranjang, dan kerajinan tangan. Ada 20an spesies rotan tercatat di hutan rawa gambut, di antaranya 7 *Calamus* spp., 5 *Daemonorops* spp., 5 *Korthalsia* spp., dan 2 *Plectocomiopsis* spp. Rotan membutuhkan pohon sebagai penyangga dan agar dapat mencapai tajuk untuk mendapatkan cahaya matahari yang dibutuhkan. Di Desa Mendawai di Katingan, Kalimantan Tengah, rotan sudah lama dibudidayakan sejak tahun 1970an. Rotan ditanam berpasangan dengan jelutung untuk memperoleh panen jelutung rawa dan rotan. Sistem pemanfaatan lahan ini diterapkan di dua pertiga luas desa dan mencapai hampir 7.000 ha. Hasil dari rotan merupakan sumber mata pencaharian terbesar kedua untuk masyarakat desa. Sebelumnya rotan diekspor hingga Tiongkok, namun sejak pemerintah Indonesia memberlakukan larangan ekspor kini rotan hanya dapat diperdagangkan dalam negeri.

f. Tumbuhan obat

Sejumlah spesies lahan gambut tropis diketahui memiliki khasiat obat dan hal ini dapat menghasilkan potensi pemanfaatan berguna melalui paludikultur. Bioprospeksi di hutan rawa gambut untuk tumbuhan obat memiliki potensi yang besar karena tumbuhan rawa gambut menghasilkan senyawa kimia (mis. alkaloid) yang lebih tinggi untuk menghindari herbivori dibandingkan spesies lain di area bebas banjir. Hal ini tampak jelas jika spesies yang sama terdapat di tanah mineral dan tanah gambut. Di tanah gambut spesies tersebut bersifat lebih beracun (Lim *et al.*, 2014), dan telah diidentifikasi adanya sifat-sifat baru. Spesies berpotensi mencakup:

- i) **kacip Fatima *Labisia pumila***, yaitu herba tradisional yang digunakan secara luas untuk pengobatan post partum selama ratusan tahun. Baru-baru ini, penelitian ekstensif dilakukan tentang identifikasi fitokimia, dan studi biologi dan toksikologi herba ini (Chua *et al.*, 2012). Fitokimia yang dijumpai dalam ekstrak tumbuhan menunjukkan kandungan antioksidan tinggi dan dapat menyembuhkan defisiensi estrogen serta penyakit imunodefisiensi. Temuan lain yang berdampak besar terhadap penelitian produk alami adalah kontribusi *L. pumila* mendorong sintesis kolagen kulit. Tumbuhan ini berfungsi sebagai agen anti penuaan akibat proses penuaan alami dan penuaan yang dipercepat oleh radiasi sinar UV.
- ii) **Tengek burung *Melicope lunu-ankenda*** memiliki sifat anti kanker dan anti diabetes (Eliaser *et al.*, 2018). Berbagai bagian *M. lunu-ankenda* dimanfaatkan untuk mengobati hipertensi, kelainan menstruasi, diabetes, dan demam, serta sebagai pelancar menstruasi dan juga tonik. Tumbuhan ini dikonsumsi sebagai salad dan bumbu penambah rasa makanan. Justifikasi penggunaan *M. lunu-ankenda* dalam pengobatan tradisional didukung oleh aktivitas biologis yang dilaporkan, termasuk aktivitas sitotoksik, antibakteria, antioksidan, analgesik, antidiabetes, dan anti radang. Spesies ini digunakan di Malaysia sebagai spesies perintis cepat tumbuh di hutan rawa gambut yang tahan dan mudah tumbuh baik dari biji atau anakan liar, dan cocok untuk rehabilitasi lahan gambut yang teregradasi parah. Pengembangan lebih lanjut untuk manfaat pengobatannya dapat semakin meningkatkan nilainya.
- iii) ***Calophyllum teysmannii* (var. *inophylloide*)** yang tumbuh di hutan rawa gambut di Sarawak dikembangkan untuk tujuan medis karena diketahui memiliki kandungan anti HIV dan rangkaian coumarin baru yang menjanjikan untuk digunakan dalam kemoterapi (Fuller *et al.*, 1994).

4.4.3 EKONOMI PALUDIKULTUR

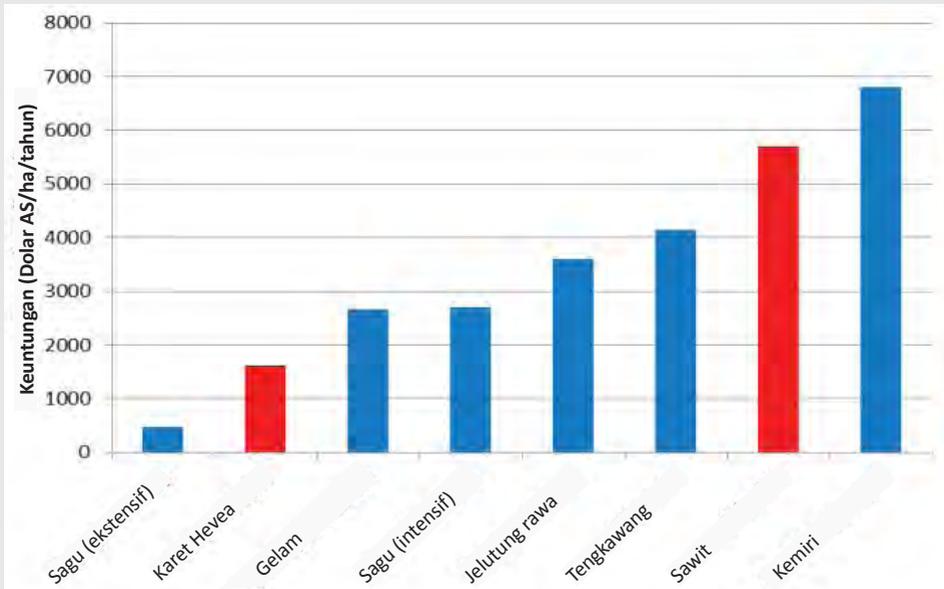
Salah satu faktor penting untuk viabilitas paludikultur adalah potensi ekonomi dari spesies terkait. **Kotak 4-7** didasari penilaian oleh Giesen (2015).

KOTAK 4-7

Ekonomi HHBK rawa gambut (dari Giesen, 2015)

Baru sedikit penelitian ekonomi yang dilakukan mengenai HHBK di rawa gambut, yaitu mengenai sagu (*Metroxylon sagu*) dan karet Hevea (Sonderegger dan Lanting, 2011), serta jelutung rawa (*Dyera polyphylla*) (Sofiyuddin *et al.*, 2012). Lebih banyak diketahui angka produksi untuk komoditas lain di tanah mineral, seperti tengkawang, gelam (*Melaleuca cajuputi*), dan kemiri (*Aleurites moluccana*), dan nilai tersebut dapat diinterpolasikan untuk tanah gambut. Produktivitas di gambut basah sering kali lebih rendah dibandingkan produktivitas di tanah mineral. Sebagai contoh, produktivitas sagu diketahui 25% lebih rendah di gambut basah (Flach dan Schuiling, 1989). Tidak semua komoditas bersifat kurang produktif di gambut dibandingkan tanah mineral. Asia Pulp and Paper mengelola perkebunan *Acacia crassicarpa* dengan produksi rata-rata 25 ton/ha/tahun (maksimal 35 ton/ha/tahun), dengan hasil terbaik di gambut dalam (komunikasi pribadi dengan C. Munoz, APP, 2013). **Gambar 4-15** menggambarkan keuntungan (Dolar AS/ha/tahun) untuk produksi tanaman di lahan gambut, termasuk

karet, sawit, sagu, jelutung rawa, gelam, tengkawang, dan kemiri. Nilai-nilai ini diperoleh dari studi di lahan gambut (Duc dan Hufschmidt 1993, Sonderegger dan Lanting 2011, Sofiyuddin *et al.*, 2012), atau dari penelitian di tanah mineral dengan penyesuaian penurunan angka-angka (-25%) untuk mencerminkan kemungkinan nilai produktivitas lebih rendah di lahan gambut. Nilai-nilai ini dikoreksi terhadap inflasi untuk mencerminkan harga pada tahun 2004. Selain itu, tengkawang memiliki masa buah raya setiap 3-4 tahun, maka keuntungan rata-rata di luar musim buah raya (460-3.000 Dolar AS/ha/tahun) digabungkan dengan keuntungan rata-rata saat musim buah raya (8.800-11.500 Dolar AS/ha/tahun) dengan perbandingan 3,5:1 (Smythies, 1961; BlicherMathiesen, 1994). Dengan demikian, keuntungan berkisar dari 480 Dolar AS/ha/tahun untuk sagu dengan pertanian ekstensif dan input rendah, hingga 6.800 Dolar AS/ha/tahun untuk kemiri (data digabungkan dari Manap *et al.*, 2009 dan Kibazohi & Sangwan, 2011).



Gambar 4-15: Keuntungan finansial dari komoditas pertanian yang ditanam di gambut (Sumber: Giesen, 2015)

Beberapa komoditas (mis. kemiri, tengkawang, dan jelutung rawa) tampak setara dengan sawit. Aspek ekonomi lainnya juga perlu dipertimbangkan. Dalam studi ekonomi yang membandingkan jelutung rawa dengan sawit di gambut terdegradasi (Sofiyuddin *et al.*, 2012), keuntungan dari jelutung rawa adalah 37% lebih tinggi dibandingkan sawit, namun hasil dari tenaga yang dikeluarkan lebih tinggi, yaitu sebesar 16,46 Dolar AS per hari orang kerja untuk jelutung rawa dibandingkan 16,06 Dolar AS untuk sawit. Bagi petani dengan rendahnya akses atas lahan, hasil dari tenaga yang dikeluarkan sering kali lebih penting dibandingkan keuntungan per ha per tahun, sedangkan bagi perusahaan perkebunan keuntungan per ha dianggap lebih penting, karena biasanya perizinan ditetapkan berdasarkan luas.

Penelitian dan uji coba terpilih mengenai jelutung rawa dapat lebih meningkatkan produksi, mengingat komoditas seperti sawit, akasia, dan karet Hevea telah mendapatkan manfaat dari riset, pembiakkan selektif, dan kloning selama puluhan tahun terhadap spesies-spesies tersebut. Uji coba awal dengan spesies asli hutan rawa sudah dilakukan, namun optimasi hasil jelutung rawa masih berada pada tahap awal dan peningkatan pemahaman dapat dilakukan dengan lebih luas lagi. Sebagai contoh, studi yang dilakukan Turjaman *et al.* (2006) di Kalimantan Tengah menemukan bahwa inokulasi media pertumbuhan dengan jamur mikoriza arbuskular meningkatkan laju pertumbuhan jelutung rawa.

Species	Rarely flooded peatland	Moderately flooded peatland	Frequently/deeply flooded peatland
<i>Actinoscirpus grossus</i>			
<i>Agathis borneensis</i>			
<i>Aleurites moluccana</i>			
<i>Anacolosia frutescens</i>			
<i>Apososa frutescens</i>			
<i>Aquilaria species</i>			
<i>Artocarpus elasticus</i>			
<i>Baccaurea species</i>			
<i>Canarium species</i>			
<i>Caryota mitis</i>			
<i>Caryota urens</i>			
<i>Calamus caesiuis</i>			
<i>Chloranthus erectus</i>			
<i>Cyperus rotundatus</i>			
<i>Cyrtosperma merkusii</i>			
<i>Dimocarpus longan</i>			
<i>Dipterocarpus gracilis</i>			
<i>Donax canniformis</i>			
<i>Dyera costulata</i>			

4.4.4 PERLUASAN PALUDIKULTUR

Saat ini terdapat berbagai aspek yang telah diidentifikasi yang menghalangi perluasan paludikultur sebagai alternatif berkelanjutan dalam pemanfaatan lahan berkelanjutan, termasuk di antaranya:

- **Kesenjangan dalam pengetahuan teknis mengenai spesies paludikultur**

Hal ini mencakup informasi mengenai pasokan dan perlakuan terhadap benih, kebutuhan hara, peluang melakukan tumpang sari, metode dan intensitas pemanenan, pengolahan produk, dan lainnya (Giesen & Nirmala, 2018).

- **Kurangnya insentif pasar**

Pasar produk paludikultur yang ada kecil, kurang berkembang, atau tidak dapat diakses. Dibutuhkan keahlian untuk menganalisa persyaratan produk ((keseragaman) kualitas dan kuantitas) dan memperoleh akses akan pasar tersebut (logistik, persyaratan standar). Pasar-pasar ini harus bersifat lokal dan pihak yang terlibat dalam pengembangan tanaman tersebut harus dapat menyadari nilai tambah dari tanaman-tanaman tersebut. Sebagai contoh, tanaman paludikultur perlu diproses secara lokal daripada diekspor atau dikirim dalam bentuk bahan baku ke pasar yang jauh.



5.0 MELAKUKAN REVEGETASI PADA HUTAN RAWA GAMBUT

5.1 Pendahuluan

Perkebunan sawit telah menunjukkan kepemimpinan dan keunggulannya dengan jelas dalam membiakkan dan memproduksi tanaman sehat, memeliharanya, serta memastikan kelangsungan hidupnya. Seiring dengan banyaknya perkebunan sawit yang berhasil melakukan persemaian, perkebunan-perkebunan tersebut kemudian akan menjadi mitra yang sempurna dalam mengembangkan persemaian pohon yang berguna untuk meningkatkan jenis hutan gambut melalui penanaman kembali atau rehabilitasi. Hal ini akan memberikan manfaat yang berbeda pada lahan gambut yang terdegradasi.

Panduan terperinci berikut mengenai kegiatan penanaman kembali di hutan rawa gambut utamanya diadaptasi dari 'Panduan Rehabilitasi dan Perencanaan Hutan Rawa Gambut di Thailand' (Nuyim, 2005), 'Panduan untuk Rehabilitasi Hutan Rawa Gambut Terdegradasi di Kalimantan Tengah' (Giesen dan van der Meer, 2009), dan panduan mengenai vegetasi kembali lahan gambut yang diterbitkan oleh Badan Restorasi Gambut Indonesia (BRG, 2016), serta pengalaman anggota RSPO dalam melakukan pekerjaan rehabilitasi.

Dalam hal strategi rehabilitasi, penting untuk menentukan akar penyebab degradasi lokasi, dan memastikan bahwa akar penyebab ini akan ditangani sebagai bagian dari program rehabilitasi. Jika akar penyebabnya adalah drainase berlebihan, maka drainase harus disekat atau struktur pengendalian air harus dibangun untuk mengembalikan hidrologi alami. Jika akar permasalahannya dikarenakan perambahan oleh masyarakat setempat, maka hal ini perlu diatasi melalui penegakan atau negosiasi sebelum merehabilitasi lokasi.

Selain itu, perlu untuk memutuskan apakah rehabilitasi akan dilakukan melalui regenerasi alami yang dibantu atau penanaman kembali, atau bahkan kombinasi keduanya. Secara umum, regenerasi alami lebih baik dilakukan, tetapi mungkin proses ini berlangsung lambat (tergantung pada kondisi lokasi). Di sisi lain, penanaman kembali dapat memberikan hasil awal yang lebih cepat, tetapi akan memakan banyak biaya dan dalam jangka panjang, tanaman ini dapat menjadi kurang tangguh.

5.2 MENGUMPULKAN STOK BENIH DAN MENGEMBANGKAN PERSEMAIAN

Pemilihan bibit merupakan salah satu faktor utama yang menentukan keberhasilan atau kegagalan upaya reboisasi. Bibit yang sehat, kuat, dan berukuran sebagaimana mestinya mampu bertahan hidup dan tumbuh menjadi tanaman yang besar saat ditanam. Di sisi lain, bibit yang tidak sehat tidak akan bertahan dan hanya akan menjadi sumber daya yang sia-sia dalam hal persiapan dan waktu tambahan yang diperlukan untuk menanam tanaman pengganti. Perencanaan yang buruk selama persiapan bibit juga dapat mengakibatkan adanya kekurangan bibit untuk penanaman kembali di tahun tertentu, sehingga menyebabkan kerugian besar pada program rehabilitasi.

Penting juga untuk memilih jenis tanaman yang sesuai dalam upaya rehabilitasi. Sebagaimana disebutkan dalam **Bab 4**, terdapat sejumlah jenis tanaman yang mungkin dapat digunakan untuk rehabilitasi hutan rawa gambut. Pemilihan tersebut harus disesuaikan dengan tingkat degradasi lokasi dan ekologi kawasan. Di kawasan terbuka yang terdegradasi, perlu dilakukan penanaman jenis yang tumbuh relatif cepat, yang tahan terhadap kondisi terbuka. Jenis tanaman tersebut (mis. Mahang (*Macaranga pruinosa*), Gelam (*Melaleuca cajuputi*), dan Tenggek Burung (*Melicope lunu-ankenda*)) merupakan jenis perintis yang tumbuh secara cepat, yang dapat berbunga dan menghasilkan buah dalam kurun waktu dua tahun, sehingga memungkinkan terjadinya regenerasi alami lebih lanjut. Di lokasi yang di dalamnya sudah terdapat jenis tanaman perintis, maka fokusnya mungkin adalah membawa jenis tanaman yang lebih beragam, yang sesuai untuk hutan alam.

5.2.1 MEMPERSIAPKAN BIBIT

Para penyusun rencana perlu memastikan kecukupan pasokan bibit guna mengetahui dengan baik jenis-jenis bibit yang akan digunakan untuk rehabilitasi. Para perencana tersebut harus memiliki pengetahuan sebelumnya mengenai jumlah bibit yang dibutuhkan untuk penanaman, termasuk perkiraan penanaman pengganti, ukuran dan tinggi bibit yang cocok untuk penanaman, waktu penanaman, serta pola dan kondisi penanaman. Selain itu, perencanaan yang baik guna mendapatkan bibit berkualitas mengharuskan perencana untuk melakukan upaya tambahan dalam mengumpulkan tanaman liar atau benih agar dapat menentukan sumber benih dan musim pengumpulan (**Gambar 5-1**). Jika benih tertentu tidak tersedia di lokasi, maka benih tersebut harus dicari di area lainnya. Perencanaan yang dilakukan untuk memproduksi bibit jenis tanaman liar memerlukan perhatian lebih daripada persiapan bibit pohon buah dan bibit jenis bernilai ekonomi. Bibit pohon buah dan tanaman bernilai ekonomi umumnya ditemukan dan juga dapat diperoleh dari berbagai sumber lain. Bibit tanaman liar dibudidayakan hanya dengan beberapa persemaian.



Gambar 5-1: Untuk menambah pasokan benih liar, bibit liar dapat dikumpulkan di lokasi atau di kawasan yang ada di sekitarnya.

Jika benih tertentu tidak tersedia di lokasi, maka benih tersebut harus dicari di area lainnya. Perencanaan yang dilakukan untuk memproduksi bibit jenis tanaman liar memerlukan perhatian lebih daripada persiapan bibit pohon buah dan bibit jenis bernilai ekonomi. Bibit pohon buah dan tanaman bernilai ekonomi umumnya ditemukan dan juga dapat diperoleh dari berbagai sumber lain. Bibit tanaman liar dibudidayakan hanya dengan beberapa persemaian.

5.2.2 MEMILIH PETAK PERSEMAIAN

Kriteria penting untuk memilih petak yang cocok untuk persemaian bibit di antaranya adalah petak harus berada di tanah yang datar di luar kawasan hutan rawa gambut, atau di kawasan yang tidak tergenang air. Petak tersebut harus dapat digunakan untuk persemaian (mis. dengan tanah liat berpasir). Jika perlu, pasir dapat diletakkan di atas tanah agar lahan persemaian tidak menjadi lembek dan basah. Faktor lain yang perlu dipertimbangkan adalah agar kawasan tersebut memiliki akses yang mudah terhadap air sepanjang tahun, baik dari rawa gambut atau sumber alami lainnya, seperti misalnya rawa, saluran air, atau sumur. Lebih penting lagi, petak tersebut harus dapat diakses kendaraan sepanjang tahun dan sebaiknya dilengkapi dengan listrik. Selain itu, tenaga kerja harus dapat dengan mudah disediakan di kawasan tersebut. Studi kasus PT SNA di Ketapang, Kalimantan Barat akan dibahas dalam **Kotak 5-1**.

KOTAK 5-1

Persemaian pohon hutan PT SNA di Ketapang, Kalimantan Barat

Persemaian spesies hutan untuk program rehabilitasi telah diatur dalam konsesi perkebunan PT BSS (salah satu perusahaan perkebunan PT SNA di Ketapang). Sejak bulan Oktober 2016 hingga Juli 2017, persemaian ini telah menghasilkan sekitar 15.000 bibit dari berbagai spesies (lih. **Tabel 5-1** dan **Gambar 5-2**).

Tabel 5-1: Bibit yang ditanam di persemaian hutan PT BSS dari bulan Oktober 2016-Juli 2017

NAMA SPESIES	NAMA LOKAL	NOMOR
<i>Combretocarpus rotundatus</i>	Perepat	4,570
<i>Alstonia spp.</i>	Pulai	2,550
<i>Melaleuca cajuputi</i>	Gelam	17
<i>Macaranga pruinosa</i>	Mahang	865
<i>Shorea belangiran</i>	Belangiran	6,892
<i>Ploiarium alternifolium</i>	Asam-asam	30
<i>Ficus spp.</i>	Ara	50
Total		14,974



Gambar 5-2: Bibit di persemaian

5.2.3 PEMBANGUNAN RUMAH SEMAI DAN PERSEMAIAN BIBIT

Setelah memilih lokasi persemaian bibit, kriteria lain yang perlu dipertimbangkan adalah apakah bibit mendapatkan naungan dan sinar matahari yang cukup. Sinar matahari merupakan faktor penting dalam mengatur pertumbuhan dan meningkatkan kesehatan tanaman. Sinar matahari harus dapat menembus semua area penyimpanan bibit, dan setidaknya 50% dari ruang terbuka. Bibit yang kurang terpapar sinar matahari akan tumbuh sangat tinggi dan cabang mudanya mudah patah.

Mula-mula, vegetasi yang ada di lokasi harus dibersihkan terlebih dahulu. Kawasan tersebut kemudian harus diratakan dan rumah semai dibangun di atasnya. Rumah semai harus dibangun dengan menggunakan tiang yang besar dan kuat. Setelah tiang ditancapkan ke tanah, batang bambu atau pipa logam harus ditempatkan di bagian ujung atas tiang tersebut. Setelah semuanya terhubung, panel plastik pelindung dipasang di bagian atas batang atau pipa ini. Setiap gulungan panel plastik pelindung dapat dihubungkan dengan panel plastik lainnya dengan cara dijahit menggunakan benang nilon dari kawat logam. Kapasitas naungan panel plastik ini berkisar antara 30% hingga 50% atau 70%, tergantung pada warnanya. Untuk keperluan perawatan atau pembibitan, yang berlaku adalah panel naungan 50%.

Bedeng persemaian bibit dapat dibangun dengan menggunakan batako guna membentuk struktur yang terlihat seperti kotak terbuka. Bedeng ini dipenuhi dengan tanah liat berpasir atau serabut kelapa yang dihancurkan. Bedeng ini akan digunakan untuk menabur benih.



Gambar 5-3: Contoh persemaian yang dibuat untuk proyek rehabilitasi gambut oleh masyarakat setempat di Selangor, Malaysia.

5.2.4 MEMBANGUN PERSEDIAAN AIR

Tangki air temporer harus dipasang dalam persemaian hutan. Pipa harus disambungkan dengan tangki air tersebut. Diameter pipa harus disesuaikan dengan jarak dari tangki ke jaringan perpipaan. Metode penyediaan air lainnya dapat dilakukan, misalnya dengan memanfaatkan pompa air berkualitas baik daripada tangki air temporer, dan melalui sistem sprinkler yang murah, yang secara signifikan dapat menghemat tenaga kerja.

5.2.5 MENYEMAI BENIH DAN MENANAM KEMBALI BIBIT

Sebagian besar benih spesies tanaman di hutan rawa gambut berukuran cukup besar (kecuali spesies tertentu seperti *Melaleuca cajuput*, *Melicope lunu-ankenda*, dan *Fagraea racemosa*). Benih berukuran besar lebih mudah disemai daripada yang berukuran kecil. Benih-benih ini harus disemai terlebih dahulu di pot semai yang sudah disiapkan sebelumnya. Benih-benih ini harus didistribusikan secara merata di pot semai dan dengan jarak yang tidak terlalu dekat antara satu sama lain. Benih tersebut kemudian ditutup dengan pasir halus dan disiram setiap pagi dan sore hari dengan menggunakan gembor. Jika benih yang disemai berukuran kecil, maka pot semainya harus dilapisi dengan selimut plastik transparan agar tetesan air hujan tidak memencarkan benih. Label yang menunjukkan tanggal persemaian dan spesies tanaman harus dilekatkan pada pot. Informasi tersebut harus dicatat dalam buku catatan (*logbook*). Setelah benih berkecambah, bibit muda kemudian dipindahkan ke dalam *polybag* yang sudah diisi dengan tanah semaian (*potting soil*). Bibit yang berasal dari benih berukuran kecil harus dibiarkan tumbuh setinggi sekurangnya satu inci sebelum dapat dipindahkan. Untuk memaksimalkan keanekaragaman genetik, benih harus dikumpulkan dari stok tanaman yang baik, sedangkan benih yang berasal dari stok yang berbeda harus dicampurkan saat disemai guna mengurangi terjadinya perkawinan sekerabat (*inbreeding*) dari stok tanaman yang sama.

Benih tertentu sulit untuk didapatkan, atau hanya tersedia dalam jumlah kecil. Gagasan yang bagus adalah membudidayakan stok tanaman di hutan alam atau di petak yang sudah disiapkan sebelumnya. Petak tersebut harus dikelola dengan baik sehingga benih yang dibutuhkan dapat dihasilkan dan dikumpulkan. Diketahui bahwa hampir semua bibit yang tumbuh secara alami di alam liar dapat dipindahkan ke dalam *polybag* dan disemai dengan tingkat kelangsungan hidup dan pertumbuhan yang tinggi.

5.2.6 PENYIAPAN KANTONG POLYTHENE (POLYBAG)

Polybag yang digunakan untuk bibit tanaman hutan rawa gambut harus berukuran besar dan lebih tinggi dari muka air. Tinggi muka air yang melebihi tajuk bibit sering kali menyebabkan bibit tersebut mati. Namun, bibit mampu bertahan hidup meskipun pangkalnya terendam air selama 18 bulan (Nuyim, 2003). Pindahkan bibit ke lokasi penanaman agak sulit, terutama jika *polybag* yang digunakan berukuran besar. Karena itu, disarankan untuk menggunakan *polybag* berbeda ukuran.



Gambar 5-4: Meletakkan anakan ke dalam polybag

5.2.7 TANAH UNTUK MENGISI POLYBAG

Pohon dan bibit yang tumbuh di rawa gambut berkembang dengan baik di tanah organik. Tanah lapisan atas yang diambil dari luar area rawa gambut yang dicampur sekam dan pupuk kandang juga dapat digunakan untuk menanam bibit dalam *polybag*. Bibit-bibit ini akan tumbuh lebih cepat dibanding yang ditanam dalam kantong yang hanya berisi tanah organik.

Untuk menyiapkan tanah bagi bibit, tunggu sampai tanah mengering karena dalam kondisi basah, tanah sulit untuk digali. Sebelum mengisi *polybag*, pekerja harus membersihkan tanah dari kerikil, batu, dan potongan daun serta cabang pohon. Tanah tersebut kemudian dicampur dengan sekam dan pupuk kandang, dimasukkan ke dalam *polybag*, kemudian ditekan dan diijarkan dengan rapi. Penyimpanan kantong berisi bibit harus berjarak 30 cm di kedua ujungnya guna memudahkan pekerja persemaian melakukan penyiangan dan penyiraman.

Inokulasi Mikoriza

Mikoriza arbuskular meningkatkan pertumbuhan dan serapan unsur hara pada tanaman, serta terbentuk pada 80% jenis tanaman darat. Penelitian yang dilakukan Tawaraya *et al.* (2003) di hutan rawa gambut Kalimantan Tengah, Indonesia, menunjukkan bahwa tujuh belas dari 22 spesies memperlihatkan adanya kolonisasi mikoriza arbuskular. Inokulasi cendawan mikoriza arbuskular mampu meningkatkan pertumbuhan awal beberapa spesies pohon yang tumbuh di hutan rawa gambut, sehingga inokulasi ini diharapkan menjadi teknologi utama untuk merehabilitasi lahan gambut yang terganggu. Turjaman *et al.* (2011) membuktikan dampak positif inokulasi cendawan ektomikoriza (ECM) lokal terhadap pertumbuhan *Shorea balangeran* di hutan rawa gambut yang terdegradasi. Kolonisasi ECM meningkatkan tinggi pucuk, diameter batang, dan kelangsungan hidup bibit yang diinokulasi dibanding praktik pengawasan selama 40 bulan pasca transplantasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa inokulasi cendawan ECM lokal ke spesies pohon asli berguna untuk reboisasi hutan rawa gambut yang terdegradasi.

5.2.8 PEMELIHARAAN BIBIT

Bibit harus disiram secara menyeluruh dua kali sehari, pada pagi dan sore hari. Penyiangan perlu dilakukan sebulan satu kali. *Polybag* yang berisi bibit harus dipindahkan setiap tiga bulan sekali untuk mencegah akarnya menembus ke dalam tanah. Pemeringkatan tinggi bibit perlu dilakukan agar semua bibit mendapat sinar matahari yang cukup dan bibit yang lebih pendek tidak tertekan. Prosedur ini akan membantu mempercepat pertumbuhan dan memudahkan pemilihan bibit yang akan ditanam. Bibit yang tinggi harus ditanam lebih dulu.

Pekerja juga harus memerhatikan penyakit dan hama pada bibit. Jika ditemukan adanya hama, bibit harus disemprot dengan bahan kimia yang sesuai. Satu genggam pupuk urea yang dilarutkan dalam 5 liter air dapat digunakan jika bibit yang akan ditanam perlu dipercepat pertumbuhannya.

Satu bulan sebelum musim tanam, panel naungan harus dilepas agar seluruh bibit sepenuhnya terkena sinar matahari, sehingga mendorong pengerasan batangnya. Jika tidak memungkinkan untuk melepas naungan, semua kantong bibit harus dipindahkan ke area terbuka, idealnya di dekat jalan utama. Hal ini akan membantu pengerasan bibit, membiasakan bibit pada kondisi penanaman yang nyata, dan nantinya, memudahkan proses pemindahan bibit ke lokasi penanaman.

5.3 PENYIAPAN PETAK REHABILITASI DAN PENANAMAN BIBIT

Prosedur dan praktik penyiapan petak rehabilitasi, penanaman, dan pemeliharaan tanaman sangat penting. Sebagian besar keberhasilan penanaman kembali dan rehabilitasi bergantung pada usaha yang dilakukan pada tahap ini. Setiap lokasi budi daya memerlukan perawatan yang berbeda.

5.3.1 SURVEI LOKASI UNTUK PENYIAPAN AREA REHABILITASI

Setelah lokasi penanaman diputuskan, tahap pertama adalah, orang yang bertugas menanam bibit harus menyurvei petak tanam. Survei pendahuluan harus dilakukan untuk mengumpulkan informasi dasar tentang area tersebut, seperti lokasi, batas, riwayat lokasi, persebaran spesies tanaman dan gulma, serta tanda-tanda kebakaran hutan dan hewan domestik/jinak. Melakukan perencanaan terkait jalan setapak sementara atau penyeberangan parit, penyekatan parit atau saluran di area tersebut, penghitungan jumlah bibit yang diperlukan dan persiapan lain yang diperlukan. Pengukuran perbatasan dan pembangunan pos perbatasan untuk mencegah tindakan perambahan juga harus dilakukan. Lokasi penanaman harus ditandai di peta dengan skala 1:50.000. Peta lebih rinci yang menunjukkan petak tanam harus digambar di atas kertas berukuran *letter* (A4) dengan skala yang sesuai. Peta tersebut harus mencakup perincian tentang fitur fisik permanen lanskap seperti jalan dan kanal serta rincian lainnya. Survei pendahuluan memberikan informasi tentang spesies tanaman yang cocok untuk dibudidayakan dan jumlah yang diperlukan untuk penanaman. Area dengan pohon besar yang sudah tumbuh harus ditanami dengan spesies yang tidak membutuhkan banyak sinar matahari. Sementara, area yang tergenang air juga harus ditanami dengan bibit yang tinggi dan spesiesnya harus cocok untuk pertumbuhan di dalam air.

5.3.2 PENYIAPAN AREA REHABILITASI

Pangkal bibit harus dikubur dalam tanah ketika ditanam. Agar bibit dapat tumbuh lebih besar dari gulma, tinggi bibit disarankan harus lebih dari satu meter (1 m), itu sebabnya diperlukan penyiapan lahan. Membersihkan gulma dekat tanah membutuhkan banyak tenaga dan teknik khusus. Pertama, pekerja harus memabat gulma secara vertikal untuk membuang bagian-bagian yang menutupi tanaman lain. Kedua, pekerja memangkas gulma secara horizontal, sedekat mungkin dengan tanah.



Gambar 5-5: Penyiapan area rehabilitasi

Gulma yang sudah dipangkas kemudian dipotong kecil dan diinjak agar rata dengan permukaan tanah. Biaya penyiapan untuk penanaman hutan rawa gambut dengan menggunakan prosedur ini lebih tinggi dibanding biaya untuk jenis hutan lain. Gulma yang menjalar dan terbentuk secara alami pada pohon-pohon besar harus dipotong dan ditarik agar pohon dapat tumbuh bebas. Tajuk pohon asli yang terlalu lebar dan lebat harus dipangkas agar sinar matahari dapat menjangkau bibit yang baru ditanam. Bibit yang mendapat lebih banyak sinar matahari, tumbuh lebih baik. Di area dengan gulma yang tidak terlalu rapat, pekerja dapat menggunakan mesin pemotong rumput untuk menyiapkan petak penanaman.

5.3.3 PEMBANGUNAN JALAN SETAPAK SEMENTARA UNTUK AKSES KE PETAK PENANAMAN

Hutan rawa gambut adalah area yang tergenang air dengan tanah gambut gembur dan sangat becek sehingga agak menyulitkan pergerakan pekerja dan transportasi alat atau bibit ke lokasi penanaman. Untuk area penanaman dengan luas lebih dari 8 ha atau jika area penanaman harus sering dimasuki, diperlukan pembangunan jalan setapak sementara menuju lokasi. Tiang bambu dan ranting pohon tumbang diletakkan di tanah untuk membuat jalan setapak.

5.3.4 PEMASANGAN TIANG UNTUK PENANAMAN DAN JARAK TANAM

Sangat sedikit penelitian yang telah dilakukan untuk menentukan jarak tanam yang sesuai untuk hutan rawa gambut. Oleh karena itu, belum ada rumusan khusus untuk jarak tersebut. Pengaturan jarak tanam antar pohon yang tepat sangat penting karena tindakan ini dapat menentukan biaya operasi. Jarak tanam juga menentukan jumlah bibit yang diperlukan untuk penanaman. Jumlah bibit menentukan jumlah tiang dan lubang yang akan digali untuk penanaman. Jarak tanam antar pohon yang rapat memerlukan jumlah bibit yang lebih banyak, sehingga mengakibatkan biaya operasi per ha yang lebih tinggi. Jarak antar pohon ditentukan oleh ukuran tajuk. Misalnya, pohon *Campnosperma coriaceum* memiliki tajuk yang lebar. Jarak tanam 2 x 4 meter mengakibatkan terganggunya pertumbuhan tajuk dalam 4 tahun. Dengan jarak tanam yang sama, tajuk *Calophyllum sclerophyllum* berkurang pertumbuhannya dalam 15 tahun. Oleh karena itu, jarak tanam setiap tanaman berbeda-beda. Rata-rata, jumlah bibit paling tepat untuk ditanam di hutan rawa gambut adalah 600-1.250 bibit per ha. Menurut peraturan pemerintah Indonesia (PermenLHK No. 16/2017) tentang Pedoman Teknis Pemulihan Ekosistem Gambut, bibit harus ditanam pada kerapatan 1100/ha, dengan tingkat kelangsungan hidup minimal 500/ha di tahun ketiga. Penanaman bibit dapat dilakukan dalam beberapa jalur tanam, terutama di lokasi terbuka yang membutuhkan perawatan tinggi. Jalur tanam ini memudahkan penempatan bibit. Di lokasi yang sudah ditumbuhi sebaran pohon, penempatan bibit dapat dilakukan secara acak dan lebih diutamakan untuk pengisian celah.

Menandai titik penanaman dengan tiang bambu berguna agar lokasi yang akan ditanami mudah terlihat. Bibit diletakkan di sisi setiap tiang sebelum ditanam. Dengan mengikat bibit ke tiang, maka tiang juga berfungsi sebagai penyangga bibit agar tumbuh tegak. Selain itu, tiang juga merupakan indikator bagi lokasi yang ditanami bibit. Hal ini memudahkan pekerja menemukan lokasi bibit saat penyiangan hendak dilakukan. Tiang juga memudahkan pekerja meninjau pertumbuhan dan kelangsungan hidup bibit atau tanaman pengganti. Tiang atau tiang pancang dapat dibuat dari bambu (yang bisa bertahan selama 2-3 tahun) atau dari rumput Johnson atau *Arundo donax* yang diperoleh di lokasi (bisa bertahan selama 6 bulan).

5.3.5 PENYIAPAN LUBANG TANAM DAN PENANAMAN

Lubang tanam yang baik sangat penting bagi kelangsungan hidup bibit. Lubang harus sejajar dengan tanah

asli. Gundukan tanah dapat menyebabkan masalah ketika air surut di musim kemarau. Tanah akan mengering, akar pancang mengalami dehidrasi dan pada akhirnya, tanaman akan mati. Namun, menanam spesies tanaman tertentu (yang kurang toleran terhadap air) di atas gundukan tanah pada ketinggian di atas permukaan air dapat menghasilkan tingkat pertumbuhan yang jauh lebih baik daripada menanam di permukaan tanah normal. Tanaman tersebut termasuk *Eugenia kunstleri* dan *Eugenia oblata*.

Di area tertentu (yang mungkin tergenang air karena subsidensi, kebakaran, atau perubahan drainase alami), drainase terbatas atau sementara dapat digunakan sebagai pengganti gundukan. Kedua teknik ini memiliki prinsip yang sama, yaitu gundukan memungkinkan akar bibit tumbuh di tanah di atas permukaan air, sedangkan drainase menurunkan tinggi muka air dalam tanah sehingga akar bibit tidak terendam air.

Musim kemarau merupakan saat yang tepat untuk membuat gundukan, karena tinggi muka air di rawa gambut sedang rendah. Pengelola hutan sering kali mengerahkan tenaga kerja untuk membuat gundukan pada seluruh area penanaman selama musim ini. Bibit ditanam pada awal musim hujan. Praktik tersebut berbeda dengan metode penanaman di hutan lain yang bibitnya harus segera ditanam setelah lubang tanam dibuat.



Gambar 5-6: Pancang yang ditanam dengan tiang bambu dan diberi label.

Ketika hendak menanam bibit, gunakan pisau untuk memotong *polybag*, dan keluarkan bibit. Buat lubang dengan ukuran yang sesuai menggunakan tongkat/pencongkel besar. Masukkan bibit dengan hati-hati ke dalam lubang, usahakan tidak merusak tanah yang menutupi atau menempel pada akar bibit. Setelah itu, tutup pangkal bibit dengan tanah dan padatkan secukupnya. Jika terdapat gulma di sekitar lubang, bersihkan gulma tersebut terlebih dahulu. Ikat bibit ke tiang tanam pada bagian atas, sekitar 70% dari ketinggian bibit di atas tanah. Cara ini akan membantu bibit tumbuh tegak lurus. Agar bibit bisa tumbuh leluasa, ikat salah satu ujung tali ke pangkal bibit. Ujung lainnya diikat erat ke tiang guna mencegah bibit jatuh/merunduk. *Polybag* bekas bibit harus dibuang di luar perkebunan untuk menjaga kebersihan lingkungan dan mencegah hewan liar memakannya tanpa sengaja karena kantong tersebut mungkin menyerupai sesuatu yang bisa dimakan. Sebelum menanam bibit berikutnya, ambil air dari sekitar lubang tanam dan siramkan ke pangkal bibit yang baru ditanam.

Mengenai penanaman di permukaan tanah, gunakan parang untuk menyiangi lokasi yang dipilih. Agar pohon yang ditanam berada dalam garis lurus, pembuatan lubang tanam harus konsisten, baik ke kiri atau ke kanan tiang tanam, sehingga jajaran pohon yang tumbuh akan berada pada garis lurus. Langkah selanjutnya adalah melepas *polybag* dari bibit, lalu masukkan bibit yang tertutup tanah ke dalam lubang yang sudah disiapkan (lih. **Gambar 5-7**). Sama seperti sebelumnya, ikat longgar salah satu ujung tali ke bibit dan ikat erat ujung lainnya ke tiang tanam untuk mencegah batang menjadi miring. Sirami bibit dengan cara yang sama seperti metode gundukan.



Gambar 5-7: Mengeluarkan bibit yang akan ditanam dari *polybag*

Sebagian besar bibit dari spesies hutan rawa gambut tumbuh dengan lambat. Penggunaan pupuk mungkin diperlukan, bergantung pada kondisi lokasi. Disarankan untuk menggunakan 100 g pupuk lepas terkendali (15% N: 15% P2O5: 15% K2O) dalam setiap lubang tanam.

Untuk memastikan bahwa tidak ada tiang tanam yang terlewatkan selama proses penanaman, bibit harus ditanam secara berurutan mulai dari tepi di satu sisi area tanam sampai ke ujung yang berlawanan.

5.3.6 PENGANGKUTAN BIBIT

Pengangkutan bibit adalah prosedur yang memerlukan perhatian khusus. Bibit yang disiapkan dengan baik bisa rusak ketika dipindahkan karena kurangnya pengetahuan dan perhatian yang tepat dalam penanganannya. Bibit yang sehat kemungkinan mengering atau daunnya gugur dan akarnya rusak. Perlu diingat bahwa pengangkutan bibit memang tidak memakan waktu lama, tetapi dapat memengaruhi bibit yang telah disiapkan sejak lama. Selain itu, penentuan waktu merupakan hal penting lain yang perlu diperhatikan saat pengangkutan bibit. Bibit harus dipindahkan dari persemaian ke area tanam secepat mungkin.

Rencana logistik perlu dipetakan dengan saksama guna menghindari terjadinya keterlambatan pengangkutan. Teknik penanganan yang tepat adalah memasukkan bibit ke dalam kantong plastik besar yang bertali. Setiap saat, perlu dipastikan bahwa akar terhindar dari paparan sinar matahari dan angin karena akar bisa kering dan cepat mati, sehingga peluang hidup bibit lebih rendah setelah penanaman. Kantong plastik berisi bibit kemudian dimuat ke dalam truk, dan boleh ditumpuk asal dilakukan dengan hati-hati. Setelah sampai di lokasi, kantong diturunkan

dan diangkut ke area tanam dengan cara dijinjing, dipanggul, atau dibawa dengan perahu/sampan/kapal. Panel naungan yang terbuat dari plastik diperlukan untuk menutupi bibit ketika diangkut menggunakan truk. Tujuannya agar daun tidak rusak oleh terpaan angin ketika kendaraan bergerak. Tanpa adanya naungan, daun bibit yang diangkut kemungkinan rusak dan diperlukan waktu berbulan-bulan hingga daun dapat tumbuh kembali. Ketika mengangkut tanaman besar spesies *Palmae*, disarankan agar semua daunnya diikat sebelum perjalanan dimulai. Teknik penanganan ini akan mencegah kerusakan bibit. Perlu diingat bahwa dalam setiap tahap pengangkutan bibit, yang dipegang adalah kantongnya, bukan bibitnya. Menyentuh bibit dapat menyebabkan kerusakan tanah di bagian pangkal dan mengakibatkan bibit mati. Untuk distribusi ulang di lokasi penanaman, bibit dapat diangkut menggunakan gerobak, perahu, atau berjalan kaki.



Gambar 5-8a: Pengangkutan bibit di lokasi penanaman

5.4 PEMELIHARAAN

5.4.1 PENGANTIAN TANAMAN

Bulan pertama penanaman di lapangan sangat penting dalam menentukan kelangsungan hidup bibit yang ditanam. Ini berarti bahwa dalam kondisi iklim normal dan tanpa hama atau penyakit, sebagian besar bibit yang bertahan hidup di bulan pertama dapat tumbuh menjadi pohon besar. Alasan utama mengapa bibit tidak mampu bertahan hidup setelah satu bulan penanaman antara lain, bibit tidak sehat, rusak akibat prosedur penanaman yang tidak tepat, bibit tidak ditanam dengan benar, dan tanahnya tidak cocok. Bibit akan layu jika mengalami dehidrasi, atau daunnya akan gugur saat terendam dalam air dan akhirnya, bibit tersebut akan mati. Tanda-tanda kematian bibit dapat terlihat dalam 2 atau 3 hari pada tanaman tertentu. Sementara pada tanaman lain, gejalanya mungkin terlihat lebih lama dari waktu tersebut. Agar bibit yang diganti dapat tumbuh bersamaan dengan bibit sebelumnya, setelah bibit mati, sangat disarankan untuk melakukan penggantian tanaman sesegera mungkin. Untuk penanaman skala besar, pemeriksaan harian pada area yang baru ditanami tergolong tidak praktis dan tinggi



Gambar 5-8b: Pengangkutan bibit di lokasi penanaman

biaya. Karena itu, penggantian tanaman perlu dilakukan satu bulan setelah penanaman bibit pertama.

Sejumlah bibit harus disisihkan sebagai pengganti dan dirawat di persemaian agar pertumbuhannya sama dengan bibit yang sudah ditanam. Akan lebih baik apabila bibit pengganti berasal dari lot yang sama, sebab bibit awal dan bibit yang diganti

akan tumbuh dengan tinggi yang sama. Hal ini berguna untuk mencegah bibit yang diganti tidak didominasi atau terhalang oleh bibit yang ditanam sebelumnya. Memindahkan bibit dalam *polybag* dua kali setahun dapat mencegah akar bibit yang disimpan di persemaian menghunjam tanah. Jika akar tertanam kuat di dalam tanah, akan sulit untuk mencabut bibit pengganti. Bibit yang cocok untuk penggantian tanaman adalah bibit berumur dua dan tiga tahun. Keberhasilan reboisasi sangat bergantung pada faktor alam, terutama iklim. Dengan curah hujan teratur, air yang dibutuhkan tanaman dapat tercukupi, dan karenanya menghasilkan tingkat kelangsungan hidup yang tinggi. Di satu sisi, musim kemarau sering kali menyebabkan rendahnya tingkat kelangsungan hidup tanaman. Reboisasi akan lebih berhasil jika penggantian tanaman dilakukan pada kondisi iklim yang baik selama tiga tahun berturut-turut.

5.4.2 PENYIANGAN LAHAN TANAM

Hutan rawa gambut memiliki air dan sinar matahari yang memadai, yang mendorong pertumbuhan gulma tertentu seperti *Blechnum indicum*, *Stenochlaena palustris*, dan beberapa jenis rumput teki, seperti *Scleria sumatrensis*. Gulma akan mendominasi lahan jika penyiangan tidak dilakukan selama 2-3 bulan. Akibatnya, lahan akan kembali ke kondisi yang sama dengan periode sebelum penyiangan. Gulma merupakan salah satu masalah utama dalam penanaman dan rehabilitasi hutan rawa gambut. Dengan mempertimbangkan tingkat pertumbuhan tanaman dan biaya penyiangan, penyiangan dua kali dalam sebulan adalah praktik paling optimal dalam program penanaman di Thailand (Nuyim, 1995).

Pemeliharaan lahan untuk penanaman dan rehabilitasi hutan rawa gambut memerlukan penyiangan tanaman tertentu seperti *Scleria sumatrensis*, *Blechnum indicum*, dan *Stenochlaena palustris*. Praktik ini harus dilakukan dengan hati-hati agar tidak merusak bibit yang tumbuh bersama gulma. Sebagian besar bibit sulit ditemukan karena tertutup gulma. Pekerja harus menggunakan parang untuk memangkas gulma sedekat mungkin dengan pangkalnya. Jika hanya memangkas bagian atasnya, sisa gulma dapat tumbuh kembali dengan cepat sehingga menyulitkan bibit untuk bertahan hidup. Praktik pembakaran untuk membersihkan gulma tidak diperbolehkan.

5.4.3 PENCEGAHAN DAN PENGENDALIAN KEBAKARAN

Sebagian besar hutan rawa gambut terdegradasi dan penyebab utamanya adalah drainase dan kebakaran hutan. Gambut mudah terbakar jika kering. Itu sebabnya kebakaran mudah terjadi dan sulit dipadamkan di hutan-hutan ini. Kebakaran juga terjadi di lapisan bawah dan permukaan gambut. Api di permukaan tanah mungkin padam, tetapi lapisan bawah gambut mungkin masih terbakar dan membara. Ketika api menjalar ke area yang lebih luas dan diperparah oleh muka air yang sangat rendah, intervensi manusia dalam memadamkan api mungkin tidak akan berhasil, meskipun mungkin dapat memperlambat penyebaran api. Pemadaman api secara tuntas dapat dilakukan dengan mengisi tanah gambut dengan air. Namun, menggunakan pompa air untuk meningkatkan tinggi muka air di area penanaman guna memadamkan kebakaran bawah adalah prosedur yang lama dan memakan biaya tinggi. Kebakaran hutan sering kali terjadi pada musim kemarau ketika muka air rendah. Satu-satunya peluang yang tepat untuk menggunakan pompa air adalah ketika ada waduk besar atau sumber air di dekat hutan. Pada akhirnya, pencegahan adalah strategi untuk menangani kebakaran di hutan rawa gambut.

5.4.4 PENGENDALIAN HAMA DAN PENYAKIT

Masalah serangan penyakit dan serangga di proyek percontohan rehabilitasi rawa gambut di Asia Tenggara belum parah. Hal ini kemungkinan karena strategi penanaman spesies campuran yang diterapkan di lahan tanam yang sama. Praktik tersebut membantu mencegah serangga dan penyakit menyerang tanaman. Selain itu, karena sebagian besar area rehabilitasi berskala kecil dan terisolasi, risiko

serangan hama dan penyakit terbilang kecil. Namun demikian, harus diperhatikan adanya potensi serangan serangga dan tikus dari area sekitar perkebunan sawit.

Beberapa penyakit dan hama serangga yang menyerang tanaman selama tahap penanaman antara lain pembusukan akar bibit di persemaian, rayap yang melahap kulit bibit *Melaleuca cajuputi*, dan belalang yang merusak daun muda bibit *Metroxylon sagu*. Meskipun berisiko rendah, penting untuk mewaspadai potensi ancaman dari penyakit dan serangga. Melakukan penelitian mengenai dampaknya juga perlu dilakukan. Babi hutan juga dilaporkan merusak bibit sagu dengan mencabut dan memakan 'jantung' bibit tersebut.

5.5 EVALUASI WILAYAH REHABILITASI DAN PENYUSUNAN PETAK PENELITIAN PERTUMBUHAN VEGETASI

5.5.1 MENGEVALUASI KELANGSUNGAN HIDUP BIBIT

Untuk mengevaluasi kelangsungan hidup bibit, peninjauan harus dilakukan secepatnya setelah penyiangan. Dalam mengevaluasi bibit, untuk lahan berukuran setara dengan 10% dari keseluruhan area penanaman, penilai cukup berjalan di sepanjang lahan tanam dengan pola sistematis. Catat tingkat kelangsungan hidup dan kematian setiap spesies tanaman. Catatan ini dapat digunakan dalam penghitungan jumlah bibit pengganti yang diperlukan.

5.5.2 MENYIAPKAN PETAK PENELITIAN PERTUMBUHAN TANAMAN

Meneliti petak tanam untuk memeriksa pertumbuhan tanaman sangat berguna. Informasi yang diperoleh dapat digunakan untuk evaluasi proyek rehabilitasi dan identifikasi spesies tumbuhan yang cocok ditanam area tertentu. Informasi ini juga berguna untuk menentukan pemilihan dan penyempurnaan spesies yang akan digunakan untuk penanaman di tahun berikutnya. Informasi teknis dapat disebarluaskan melalui seminar/ ceramah dan publikasi ke lembaga atau individu yang tertarik dengan program rehabilitasi hutan rawa gambut.

Lahan tanam untuk meneliti pertumbuhan tanaman harus permanen dengan luas minimal 40 x 40 m. Setiap area rehabilitasi setidaknya memiliki 4 petak penelitian yang bertempat di berbagai lokasi di area tersebut. Setiap tanaman pada petakan diberi label dengan nomor identifikasi. Ukuran batang dan tinggi tajuk setiap tanaman harus diukur. Pengukuran dilakukan untuk batang dengan tinggi 20 cm di atas tanah. Beri tanda dengan cat merah di sekitar titik pengukuran pada batang. Saat tanaman bertambah tinggi, ukur batangnya pada jarak 1,3 m dari atas tanah. Ulangi pengukuran tersebut setiap tahun. Rencana harus dipetakan sebelum pengumpulan, termasuk semua alat yang diperlukan, seperti buku catatan, juga harus dipersiapkan sebelumnya. Informasi lain yang harus dikumpulkan termasuk deskripsi lingkungan



Gambar 5-9: Pemberian label dan pemantauan pancang yang ditanam.



Gambar 5-10: Pemeliharaan bulanan melalui kegiatan penyiangan di jalur tanam.

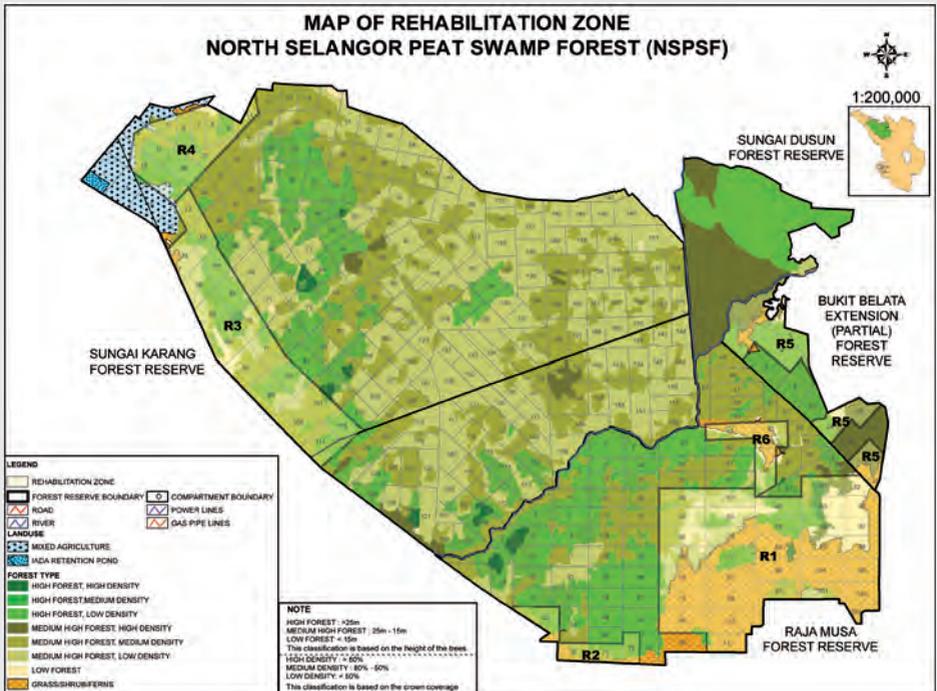
umum, periode berbunga dan berbuah, serta penyakit dan serangga yang ditemukan. Untuk mendapatkan data valid mengenai air, surveyor harus memasang pengukur air dan mengukur tinggi muka air setiap bulan.

Kotak 5-2 menyajikan studi kasus tentang rehabilitasi Cagar Hutan Raja Musa di Malaysia oleh Dinas Kehutanan Negara Bagian Selangor dan Global Environment Centre pada tahun 2008-2019.

KOTAK 5-2

Rehabilitasi Cagar Hutan Raja Musa, Selangor, Semenanjung Malaysia

Hutan Rawa Gambut Selangor Utara (**Gambar 5-11**) adalah kompleks hutan rawa gambut terbesar yang tersisa di Selangor. Hutan Rawa Gambut Selangor Utara terletak di barat laut Negara Bagian Selangor dan mencakup area seluas 81.304 ha. Sebagian besar area merupakan cagar hutan. Sekitar 1.000 ha lahan di dalam RMFR dikeringkan dan dibakar secara ilegal untuk kegiatan pertanian. Pada 2008, Dinas Kehutanan Negara Bagian Selangor (SSFD) dan Global Environment Centre (GEC) membentuk kemitraan untuk meningkatkan konservasi hutan rawa gambut, merehabilitasi kawasan yang terdegradasi melalui perbaikan pengelolaan air, dan penanaman kembali bibit serta mengurangi risiko kebakaran lahan gambut dan kabut asap. Kerja sama ini juga melibatkan mitra dan masyarakat lainnya.



Gambar 5-11: Peta Hutan Rawa Gambut Selangor Utara

Lebih dari 40 mitra telah membantu menyekat kanal drainase, mencegah kebakaran, menanam anakan/pancang, dan mendorong regenerasi alami di hutan. Selain itu, Program Rehabilitasi Cagar Hutan Raja Musa juga berfokus pada pengembangan kapasitas, peningkatan kesadartahuan, pelaksanaan reforestasi berbasis masyarakat, serta latihan pencegahan kebakaran untuk membangun kembali hutan dengan cepat dan

merestorasi keanekaragaman hayati di dalamnya dan mencegah risiko kebakaran lahan gambut. Berkas kegiatan ini, sebagian besar kawasan Cagar Hutan Raja Musa serta bagian-bagian Hutan Rawa Gambut Selangor Utara yang berdekatan lainnya tetap utuh meskipun ada tekanan pengembangan eksternal yang luas (Charters *et al.*, 2019).

Cagar Hutan Raja Musa dikukuhkan pada tahun 1990. Sebelum pengukuhan, kawasan ini merupakan hutan negara bagian yang menjadi sasaran pembalakan intensif sejak 1950an dan kurang mendapat kendali serta pengawasan dari badan pemerintah Negara Bagian. Akibatnya, kondisi hutan rusak parah. Saat ini, Cagar Hutan Raja Musa mendukung kelangsungan hidup spesies pohon dengan tajuk kecil hingga sedang yang biasanya mencapai ukuran 30 meter. Pohon-pohon muda juga tumbuh tersebar di seluruh kawasan ini. Kempas (*Koompassia malaccensis*), Kedondong (*Spondias dulcis*), Kelat (*Syzygium spp.*), dan Durian (*Durio carinatus*) adalah spesies pohon dominan di dalam hutan. Ramin (*Gonystylus bancanus*), spesies yang biasanya tumbuh di hutan rawa gambut dan spesies kayu dengan harga selangit, kini semakin jarang ditemukan. Bagian sudut timur laut Cagar Hutan Raja Musa dikenal memiliki muka air tanah yang tinggi serta didominasi oleh pohon palem dan Pandan.

Kebakaran dan Perambahan Hutan

Survei dan penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa ada keterkaitan antara area hutan yang kering dan terdegradasi parah dengan kebakaran di Hutan Rawa Gambut Selangor Utara. Kebakaran di Hutan Rawa Gambut Selangor Utara paling sering terjadi selama musim kering yang berkepanjangan. Pembakaran yang disengaja sebagai bagian dari pembukaan lahan pertanian di luar Hutan Lindung Permanen menyebabkan sebagian besar kebakaran di Hutan Rawa Gambut Selangor Utara. Penyebab lainnya berkaitan dengan aktivitas perambahan ilegal, mis. perburuan dan kelalaian umum dalam mengendalikan api unggun, memasak, dan merokok. Dalam banyak kasus, daerah-daerah yang hancur akibat kebakaran hutan dirambah dengan cepat oleh orang-orang yang sebagian besar terlibat dalam kegiatan pertanian. Penilaian yang dilakukan pada tahun 2008 menunjukkan bahwa sebagian besar orang yang mengembangkan tanah di dalam Hutan Lindung Permanen bukan merupakan warga masyarakat setempat yang miskin, tetapi penduduk kota yang telah membeli lot/kapling dari sindikat pengembangan lahan ilegal. Selanjutnya, sebuah makalah khusus yang merinci kegiatan perambahan di Cagar Hutan Raja Musa dan dampak buruknya terhadap keberlanjutan kawasan hutan di negara bagian tersebut diajukan kepada Pemerintah Negara Bagian Selangor saat ini. Berdasarkan makalah tersebut, di lokasi ini, sekitar 470 bidang lahan dibersihkan dari tanaman pada Desember 2008. Selain itu kegiatan rehabilitasi hutan dan pencegahan kebakaran juga dilakukan.

Program Rehabilitasi Hutan

Sebagai langkah awal menuju rehabilitasi hutan di Hutan Rawa Gambut Selangor Utara, Dinas Kehutanan Negara Bagian Selangor (SSFD) dan Global Environment Centre (GEC) menyekat kanal dan drainase yang digunakan untuk mengalirkan kayu hasil pembalakan. Lebih dari 1000 sekat digunakan dalam kegiatan ini. Namun, sekat-sekat ini membutuhkan pemeliharaan yang tepat dan sistematis guna mencegah kebocoran air dan pengeringan hutan rawa gambut berikutnya, yang telah menyebabkan beberapa insiden kebakaran hutan. Untuk menghindari insiden kebakaran hutan, SSFD dan GEC melalui Sahabat Hutan Rawa Gambut Selangor Utara memperketat kegiatan patroli dan penegakan hukum di sepanjang batas cagar hutan. Sejumlah besar area yang terdegradasi dibiarkan pulih secara alami setelah menjalani restorasi hidrologi utama. Beberapa lokasi yang terdegradasi parah direhabilitasi dengan menerapkan langkah-langkah berikut ini:

- Menanam spesies pohon yang cepat tumbuh di daerah padang rumput/lahan bersemak
- Pengayaan tanaman di daerah dengan pemulihan awal yang baik

Sampai saat ini, program penanaman pohon SSFD berfokus pada kompartemen hutan yang terbakar dan terdegradasi yang pernah (memiliki riwayat) dirambah manusia. GEC melalui program Sahabat Hutan Rawa Gambut Selangor Utara bekerja sama dengan LSM kelompok kepentingan masyarakat, lembaga pemerintah, sektor swasta, siswa sekolah dan lembaga pendidikan tinggi (sebagian besar dari Lembah Klang) melakukan serangkaian penanaman pohon. Kegiatan ini juga melibatkan masyarakat lokal dari desa terdekat di sekitar RMFR.

Bekerja sama dengan SSFD, Sahabat Hutan Rawa Gambut Selangor Utara, sektor swasta, dan 30.000 sukarelawan, GEC berhasil menanam lebih dari 280.000 pancang di hutan rawa gambut seluas 190 ha. Bibit yang ditanam terdiri dari empat spesies utama, yaitu Mahang (*Macaranga pruinosa*) dan Tenggek Burung (*Melicope lunu-ankenda*) sebanyak 90%, Mersawa Paya (*Anisoptera marginata*) 4%, dan sisanya Ramin (*Gonystylus bancanus*) 6%. Dari pemantauan bulanan terhadap pertumbuhan bibit yang ditanam, tercatat bahwa Mahang dan Tenggek burung (spesies hutan sekunder) tumbuh lebih cepat dan lebih baik daripada dua spesies kayu lainnya. Uji coba penanaman Kelat Paya (*Syzygium incarnatum*) juga membuahkan hasil positif.

Bibit pohon (tinggi sekitar 1 meter) ditanam berbaris secara sistematis (lih. **Gambar 5-12**) dengan jarak tanam 5 m x 5 m, sebagian besar di daerah padang rumput dan lahan bersemak. Sejauh ini, tanaman yang sedang tumbuh diberi pupuk dasar (seperti unsur *rock phosphate*, N:P:K, dan *Trace*) diikuti dengan pemeliharaan melalui penyiangan secara berkala dan penggantian pohon yang mati.

Pelajaran yang Dipetik

Sumber daya finansial dan manusia

Ketersediaan sumber daya keuangan yang memadai sangat penting bagi keberhasilan pelaksanaan program rehabilitasi hutan. Biaya awal terkait pengamanan perimeter RMFR dan restorasi hidrologi diserap oleh SSFD. Kegiatan selanjutnya sehubungan dengan penanaman pohon didukung oleh GEC, baik melalui pendanaan proyek regional atau menarik sponsor perusahaan lokal. Pada 2010, SSFD dan GEC menandatangani kesepakatan resmi dalam bentuk nota kesepahaman. Nota Kesepahaman ini memungkinkan GEC memperoleh pendanaan jangka panjang dari sektor swasta, yaitu Bridgestone Tyre Sales Malaysia Sdn. Bhd., HSBC Malaysia, Sime Darby Foundation, dan Innisfree. Bantuan yang ditujukan untuk keterlibatan masyarakat dan pemangku kepentingan juga diberikan melalui Proyek SEApeat yang didanai Uni Eropa.

Ketersediaan bibit

Pengadaan sejumlah besar pancang pohon yang tepat sangat diperlukan untuk rehabilitasi RMFR, karena area yang akan direhabilitasi cukup luas (sekitar 1.000 ha). SSFD menghadapi kesulitan dalam mendapatkan pasokan yang memadai untuk menopang kegiatan penanaman. Oleh karena itu, persemaian SHGSU/masyarakat lokal didirikan melalui kerja sama dengan masyarakat dan sekolah lokal.

Beberapa spesies pohon rawa gambut lainnya yang biasa ditemukan tumbuh di daerah terbuka dengan lahan gambut terdegradasi diidentifikasi oleh tim GEC selama penilaian lapangan. Informasi tentang karakteristik dan penanaman spesies, mis. *Alstonia spathulata*, *Camposperma coriaceum*, *Cratoxylum glaucescens*, *Ploiarium alternifolium* tersedia di Nuyim (2005) dan disarankan uji coba penanaman berikutnya di RMFR.



Gambar 5-12: Penanaman pohon oleh masyarakat untuk merehabilitasi hutan rawa gambut di Hutan Rawa Gambut Selangor Utara, Malaysia.

Penyiapan penanaman dan penyiangan rumput

Area luas di dalam lokasi penanaman Cagar Hutan Raja Musa ditutupi hamparan vegetasi rumput yang rapat seperti Lalang (*Imperata cylindrica*) dan semak yang didominasi oleh Senduduk (*Melastoma malabathricum*). Pembersihan vegetasi yang rapat di area rawa gambut yang terdegradasi adalah langkah pertama dalam penyiapan area penanaman. Kegiatan ini membutuhkan banyak tenaga kerja dan bisa sangat memakan waktu. Oleh karena itu, persiapan penanaman di area rawa gambut terdegradasi dapat menelan biaya sekurangnya RM 2.000/ha. Selain itu, area ini juga rawan kebakaran selama musim kemarau.

Kegiatan penanaman pohon

Penanaman pancang (pada penanaman sebelumnya) di daerah tersebut ternyata mengakibatkan tingginya kematian pohon. Sementara, bibit tanaman yang masih hidup tertekan oleh vegetasi yang tumbuh berlebihan sehingga sulit ditemukan. Dalam hal ini, akan diperlukan penyiangan untuk tanaman tertentu seperti rumput purun (*Scleria sumatrensis*), paku resam (*Blechnum indicum*), dan paku midin (*Stenochlaena palustris*). Karena itu, tinggi bibit yang dianjurkan saat ditanam adalah satu meter agar bibit tumbuh lebih tinggi dari gulma. Area yang tergenang air juga harus ditanami dengan pancang tinggi (lebih dari 1 m) yang dapat tumbuh di area dengan tingkat muka air tinggi.

Sangat sedikit penelitian yang telah dilakukan untuk menentukan jarak tanam yang tepat bagi hutan rawa gambut. Pengaturan jarak tanam antar pohon yang tepat sangat penting karena hal ini menentukan biaya operasi. Jarak tanam juga menentukan jumlah bibit yang dibutuhkan untuk penanaman. Untuk area penanaman, jarak tanam 5 m x 5 m antar pohon dibuat dengan opsi memperkenalkan spesies lain di antara jarak tanam tersebut. Menandai titik penanaman berguna untuk memudahkan pekerja menemukan lubang yang akan ditanam. Menggunakan bambu sebagai tiang tanam adalah cara paling praktis karena bambu mampu bertahan 2-3 tahun dan relatif murah.

Karena hutan rawa gambut adalah area yang tergenang air dengan tanah gambut yang gembur dan sangat becek, pergerakan sukarelawan/pekerja dan pengangkutan peralatan atau pancang ke lokasi penanaman menjadi sangat sulit. Beberapa orang kemungkinan putus asa karena mereka harus menyeberangi gambut dan air setinggi pinggang untuk mengakses lokasi penanaman. Jalan setapak dan jembatan darurat yang dibangun membuat akses ke lokasi penanaman lebih mudah.

Sebagai bagian dari strategi rehabilitasi, disarankan agar kegiatan penanaman memperhatikan suksesi ekologi tipe vegetasi dengan urutan sebagai berikut:

- i. Padang rumput terbuka → Lahan bersemak → Hutan sekunder → Hutan regenerasi
- ii. Sebaran air → Sebaran angin → Sebaran burung → Sebaran mamalia kecil

Oleh karena itu, penanaman harus mempertimbangkan spesies tanaman umum/asli daerah tersebut dan kelimpahan jumlahnya. Terakhir, memastikan cadangan tanaman yang cukup untuk penanaman massal. Secara umum, hal ini akan sangat membantu kegiatan penanaman dan pemilihan spesies tanaman guna meningkatkan dan mendukung proses suksesi dan seleksi alam. Penerapan cara lain kemungkinan hanya akan mengakibatkan tingginya tingkat kematian bibit yang ditanam.

Area yang direhabilitasi dengan berbagai kombinasi tanaman dan regenerasi alami perkembangannya cukup signifikan secara keseluruhan (lih. **Gambar 5-13**).



Gambar 5-13a: Lokasi rehabilitasi Cagar Hutan Raja Musa tahun 2008



Gambar 5-13b: Lokasi rehabilitasi Cagar Hutan Raja Musa tahun 2011



Gambar 5-13c: Lokasi rehabilitasi Cagar Hutan Raja Musa tahun 2018



6.0 KEMITRAAN ANTARA PERUSAHAAN PERKEBUNAN, PEMERINTAH, MASYARAKAT SETEMPAT, DAN LSM

6.1 PENDAHULUAN

Pengalaman kegiatan rehabilitasi menunjukkan bahwa rehabilitasi memerlukan dukungan luas dan komitmen langsung dari para pelaku utama (pemerintah daerah, masyarakat, dan sektor swasta).

Untuk memastikan keberhasilan proyek rehabilitasi, partisipasi dan keterlibatan pemangku kepentingan yang lebih luas sangat penting dalam hal berikut:

- a. Penentuan area yang memungkinkan rehabilitasi dapat berjalan dengan kondisi seoptimal mungkin (mis. meminimalkan ancaman kebakaran, perambahan, konversi, dll.).
- b. Menyediakan pengelolaan wilayah dan proses rehabilitasi (mis. pemantauan, pengelolaan muka air tanah, input lain, dll.).
- c. Perlindungan jangka panjang dari konversi atau eksploitasi yang tidak berkelanjutan di area yang direhabilitasi.

Selama penentuan kawasan rehabilitasi hutan rawa gambut, peran perkebunan sawit meliputi pekerjaan persemaian, pemetaan, dan penanaman. Dukungan masyarakat setempat sangat diperlukan untuk mengidentifikasi lokasi utama, menghasilkan dukungan lokal, dan pengayaan tanaman. Pemerintah dan LSM berperan penting dalam membantu meminimalkan ancaman terhadap kawasan melalui pemantauan dan penegakan hukum. Ketika kawasan yang signifikan untuk rehabilitasi teridentifikasi, pemerintah memainkan peran penting dalam menyediakan insentif seperti penggantian lahan (*land-swap*) untuk lahan yang terdegradasi.

Dalam pengelolaan dan pemeliharaan kawasan yang direhabilitasi itu sendiri, perkebunan kembali memainkan peran penting dalam memantau berbagai parameter seperti kesehatan tanaman, keanekaragaman, dan tinggi muka air. Saat ini, peran pemerintah semakin luas karena semakin tingginya kebutuhan untuk melindungi kawasan dari faktor-faktor seperti kegiatan hulu yang negatif, penetapan arras konservasi, penegakan hukum untuk melindungi zona rehabilitasi, dll. Dukungan masyarakat setempat terhadap kegiatan berkelanjutan yang tidak membahayakan kawasan juga sangat penting. Tindakan ini akan meningkat hingga ke prospek jangka panjang karena perencanaan pemerintah harus menyadari perlunya memadukan penggunaan lahan dan pembangunan ekonomi berkelanjutan yang lebih luas.

FPIC dan keterlibatan masyarakat dalam tahap perencanaan restorasi gambut bersama masyarakat setempat guna mendapatkan persetujuan dan dukungan rehabilitasi sangatlah penting untuk memastikan keberhasilan di masa mendatang. Jika Anda lebih mengutamakan fokus pada aspek bio-fisik, maka restorasi gambut akan lebih mahal dan ada kemungkinan kegagalan yang lebih tinggi. Contoh mengenai manfaat proses FPIC dapat dilihat di **Kotak 6-1**.

KOTAK 6-1

FPIC untuk pengerjaan restorasi lahan gambut di Kalimantan Tengah

Pada tahun 2017, proyek LESTARI yang didanai USAID mendukung proses Persetujuan Atas Dasar Informasi Awal Tanpa Paksaan (FPIC) untuk mengembangkan sekat kanal di lima desa di dalam blok C-2 (55.733 ha) bekas Proyek PLG di Kalimantan Tengah, Indonesia (Lestari, 2017). Lahan gambut ini merupakan bagian dari kawasan yang mencakup

kurang dari 5% wilayah provinsi tetapi menyumbang 30% semua dampak kebakaran pada tahun 2015. Pengerjaan tersebut melibatkan pemerintah dan masyarakat setempat, BRG, dan Pusat Pengelolaan Air. Dari 5 (lima) desa yang terlibat, 1 (satu) desa menolak penyekatan kanal, sementara 4 (empat) desa lainnya setuju untuk membangun sekat kanal yang didanai oleh BRG. Fasilitas FPIC memastikan bahwa masyarakat mendapat informasi tentang penyekatan kanal, berkesempatan memberikan input/masukan, dan memberikan persetujuannya untuk membangun, memelihara, dan melindungi bendungan. Utamanya, masyarakat setempat dapat memengaruhi rancangan bendungan agar perahu/kapal kecil mereka dapat melewati saluran pelimpah untuk mempertahankan mata pencahariannya. Keseluruhan sekat kanal yang berhasil dibangun berjumlah 178 sekat kanal selama periode 2017 dan 2018. Biaya yang dibutuhkan untuk setiap sekat adalah sekitar Rp 30 juta (US\$ 2.000), dengan rancangan kanal yang disesuaikan standar yang diusulkan untuk mengakomodasi akses masyarakat. BRG melakukan penyekatan kanal di Blok C yang tersisa tanpa proses keterlibatan masyarakat (FPIC).

Berdasarkan hasil evaluasi setelah pembangunan sekat kanal pada tahun 2017 dan 2018 melalui FPIC, jumlah titik api di area C-2 menurun dari 944 pada 2015 menjadi 1 titik api pada 2018 (Lestari, 2019). Pembangunan sekat kanal menghasilkan peningkatan produksi ikan pada kanal yang disekat dan memberikan manfaat ekonomi. Keterlibatan masyarakat di tingkat lokasi telah menghasilkan sekat kanal yang terpelihara dengan baik (dibandingkan dengan area yang berdekatan tanpa keterlibatan masyarakat dan kegagalan sejumlah besar kanal). Mengingat kompleksitas sosial dan ekonomi dalam kegiatan restorasi lahan gambut, penyekatan kanal melibatkan masyarakat melalui metode FPIC dan pembangunan sangat dianjurkan.

6.2 PENDEKATAN LANSKAP

Ketika merehabilitasi lahan gambut, sangat penting untuk mengambil pendekatan lanskap. Seperti dijelaskan dalam bagian 3.2, lahan gambut sering terdapat dalam sekat besar atau Kesatuan Hidrologis Gambut yang dapat mencakup area seluas beberapa ha hingga 1 juta ha atau lebih. Setiap bagian dari satuan hidrologi ini dipengaruhi oleh kegiatan di tempat lain di dalam satuan tersebut, sehingga memahami seluruh satuan hidrologi sangatlah penting bagi keberhasilan konservasi atau rehabilitasi lahan gambut. Pendekatan lanskap tersebut membutuhkan keterlibatan berbagai pemangku kepentingan termasuk pemerintah, masyarakat setempat, dan perusahaan perkebunan di seluruh lanskap tersebut. Contoh pendekatan lanskap dapat dilihat di **Kotak 6-2** dan **6-3**.

KOTAK 6-2

Konservasi lahan gambut dan koridor satwa liar oleh Bumitama Agri Limited

Bumitama Agri Ltd (Bumitama) memiliki 234.000 ha perkebunan sawit di Indonesia, terutama di Kalimantan. Bumitama memprakarsai inisiatif konservasi yang ambisius di dua perkebunan, PT Gemilang Makmur Subur (GMS) dan PT Damai Agro Sejahtera (DAS) di bagian utara Kabupaten Ketapang di Kalimantan Barat. Perkebunan ini berbatasan dengan dan berada di dalam Lanskap Sungai Putri, sebuah lanskap lahan gambut seluas 55.000 ha dengan sekitar 40.000 ha lahan yang masih tertutup hutan berkualitas baik.

Sebuah survei populasi orangutan Kalimantan (*Pongo pygmaeus*) yang dilakukan oleh YIARI dan Borneo Nature Foundation (BNF) pada 2013 menunjukkan bahwa populasi sekitar 900-1.250 ekor orangutan hidup di lanskap Sungai Putri, dengan kerapatan antara 1,64 hingga 2,27 ekor per km² (seperti yang diterbitkan dalam Utami - Atmoko *et al.*, 2017). Jumlah ini merupakan populasi orangutan terbesar di Kabupaten Ketapang, dan ketiga di Provinsi Kalimantan Barat.

PT DAS merupakan perkebunan sawit yang ada dan telah dibeli oleh Bumitama pada Desember 2016. Survei Nilai Konservasi Tinggi (NKT) dan Stok Karbon Tinggi (SKT) di awal 2017 (Aksenta, 2017) menunjukkan bahwa 52% dari keseluruhan

area konsesi seluas 9.436 ha merupakan kawasan berhutan dan mendukung 76-112 ekor orangutan atau sekitar 10% dari seluruh populasi Sungai Putri. Selanjutnya, Bumitama memutuskan untuk membangun kawasan konservasi dengan luas sekitar 6.840 ha (72%) untuk menyertakan 3.030 ha kawasan NKT, 1.579 ha kawasan SKT, dan 2.231 ha kawasan konservasi lainnya (termasuk semua area yang dibuka dan dikeringkan tetapi tidak ditanami oleh pemilik sebelumnya). Rencana penyekatan drainase di hutan rawa gambut dan kawasan hutan di sekitarnya serta dukungan regenerasi hutan secara alami dan lebih baik sedang dalam proses penyusunan. Langkah ini merupakan kontribusi konservasi yang sangat signifikan.



Gambar 6-1: Peta Lahan Gambut Sungai Putri yang tumpang tindih dengan garis batas PT DAS (biru gelap) (Sumber: Bumitama/YIARI)



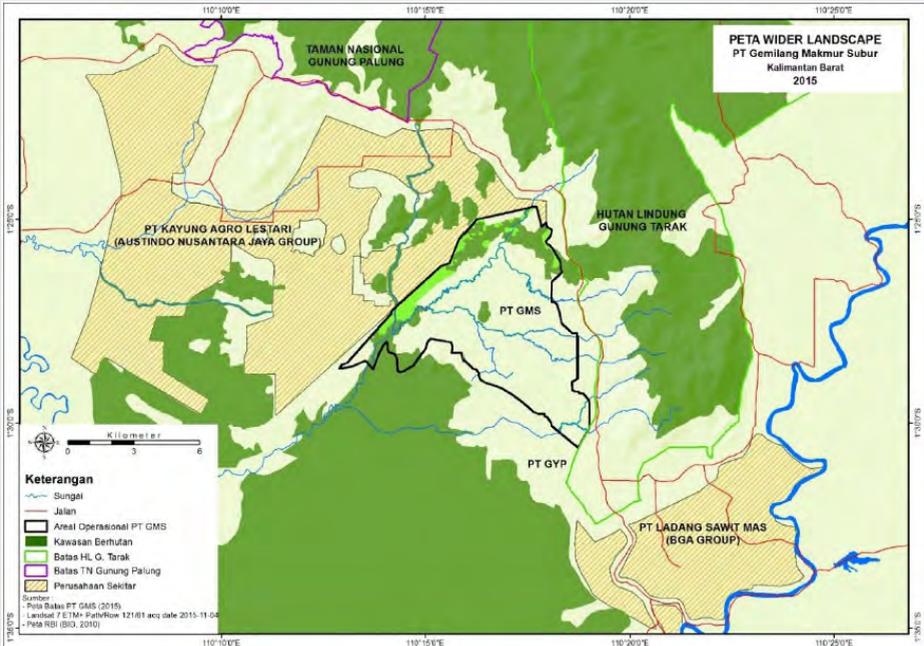
Gambar 6-2: Orangutan



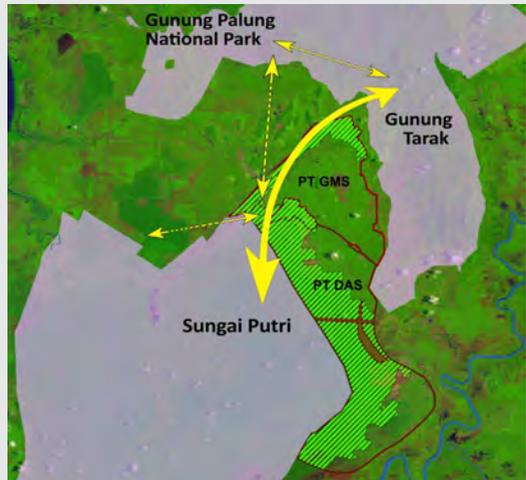
Gambar 6-3: Hutan rawa gambut di kawasan konservasi PT DAS

PT GMS juga merupakan estate yang ada dan telah dibeli oleh Bumitama pada Juni 2016. Penilaian HCV (Aksenta, 2016) menunjukkan bahwa daerah tersebut mencakup koridor hutan alami seluas sekitar 1.000 ha yang menghubungkan lanskap Sungai Putri dan Gunung Palung - Gunung Tarak. Lanskap ini membentuk bagian dari metapopulasi orangutan liar yang lebih luas, yang mewakili salah satu populasi terbesar di Kalimantan. Ketika mengambil alih manajemen, Bumitama memulai Proyek Keanekaragaman Hayati dan Masyarakat Bumitama (Bumitama Biodiversity and Community/BBCP) untuk mendukung konservasi dan peningkatan koridor termasuk

pembentukan tim patroli, kemitraan dengan masyarakat, pembuatan jalur hutan, dan pengembangan persemaian pohon hutan. Dalam dua tahun terakhir, terjadi kemajuan signifikan di antaranya, menghentikan sebagian besar aktivitas perambahan hutan di koridor dan memulai rehabilitasi beberapa area (8.391 bibit ditanam pada 2018 dan 15.000 akan ditanam pada 2019). Merehabilitasi hutan koridor dapat mendukung pergerakan hingga 25 orangutan, dan menghubungkan 900-1.250 orangutan di Sungai Putri dengan 326-482 orangutan yang hidup di Gunung Tarak. Menghubungkan kembali dua populasi akan memungkinkan pemindahan materi genetik, sehingga melestarikan integritas populasi dan mencegah perkawinan sekerabat (*inbreeding*).



Gambar 6-4a (atas) dan 6-4b (kanan): Peta untuk menunjukkan koridor melalui PT GMS yang menghubungkan Lahan Gambut Sg Putri dan Gunung Tarak.





Gambar 6-5: Koridor hutan di sekitar estate PT GMS (kanan) yang terhubung ke Gunung Tarak (di latar belakang)

KOTAK 6-3

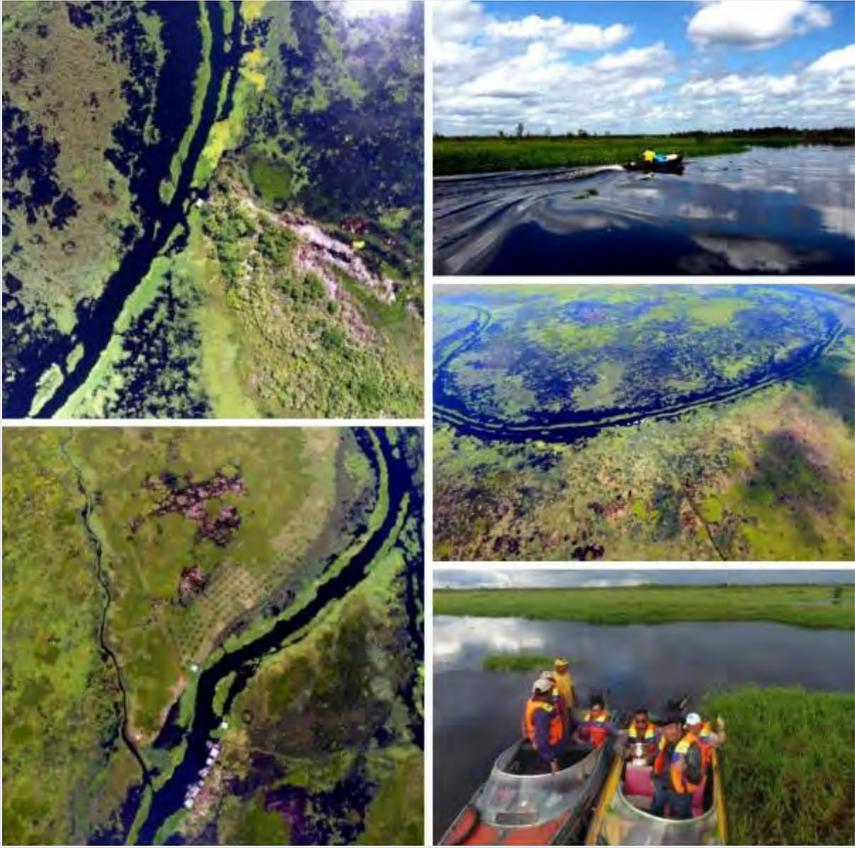
Lanskap Ketapang Selatan

Lanskap Ketapang Selatan mencakup sekitar 750.000 ha di bagian selatan Kabupaten Ketapang, Kalimantan Barat. Seperempat lanskap berada di kawasan konservasi resmi, sementara 60% dikelola oleh perusahaan perkebunan sawit dan HTI. Sebanyak 13 perkebunan sawit seluas 171.832 ha berada di bawah pengelolaan perusahaan yang berasosiasi dengan anggota RSPO (IOI, Cargill, Bumitama Agri, dan Grup Sampoerna Agro). Perusahaan tersebut telah berkomitmen untuk melindungi NKT, SKT, dan gambut serta melakukan pendekatan lanskap untuk konservasi. Lanskap ini memiliki hutan dan lahan gambut serta danau, sungai, dataran banjir, dan padang rumput yang luas (lih. **Gambar 6-6**). Sejumlah besar lahan gambut merupakan lahan gambut di daerah aliran sungai atau cekungan (lih. **Gambar 6-7**) yang cukup langka di Indonesia dan karenanya mewakili keanekaragaman ekologi yang penting. Spesies yang terancam punah seperti orangutan dan beruang madu.

Pada tahun 2018, IOI Corporation, Aidenvironment, dan Global Environment Centre memprakarsai pengembangan Inisiatif Lanskap Ketapang Selatan bekerja sama dengan pemerintah daerah Kabupaten Ketapang dan Badan Konservasi Sumber Daya Alam (BKSDA). Inisiatif ini masih dalam pengembangan, namun sejumlah perusahaan perkebunan sawit dan HTI menunjukkan ketertarikan kuat untuk turut bermitra dengan Inisiatif ini.

Kawan Lanskap Ketapang Selatan memiliki luas sekitar 751.741 ha (lih. **Tabel 6-1**).

Hampir 23% lanskap berada di kawasan konservasi yang ditunjuk pemerintah termasuk Cagar Alam Muara Kendawangan, Hutan Lindung Sg Keramat (Hutan Lindung), serta



Gambar 6-6: Dataran banjir yang luas di Lanskap Ketapang Selatan



Gambar 6-7a: Lembah berhutan atau cekungan gambut di antara padang rumput yang rawan kebakaran pada tanah podsolik berpasir di lanskap Ketapang Selatan



Gambar 6-7b: Citra satelit gambut cekungan di lanskap (Sumber: planet.com)

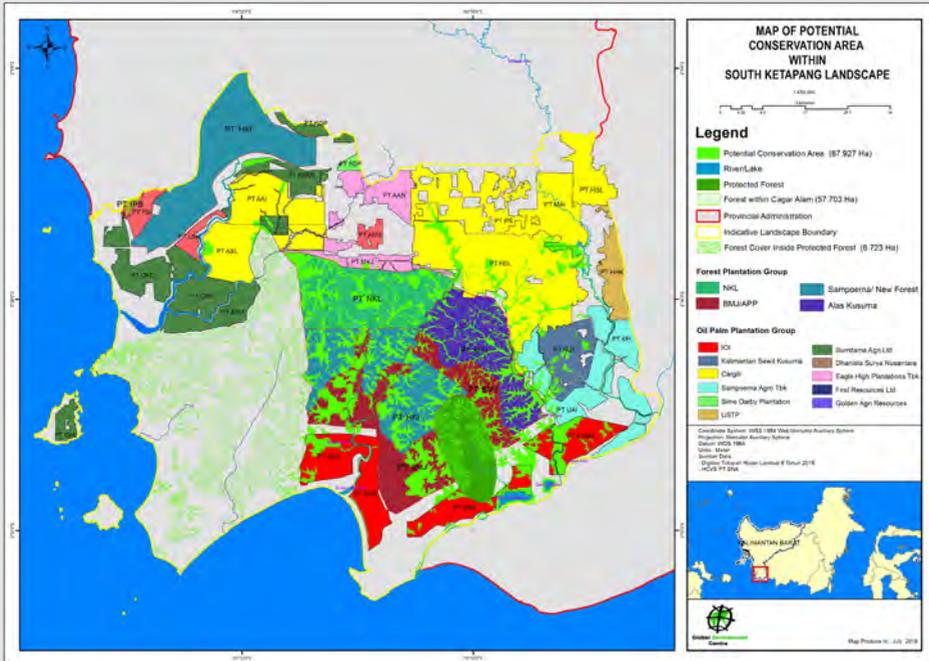
Tabel 6-1: Jenis pemanfaatan lahan di Lanskap Ketapang Selatan

JENIS PEMANFAATAN LAHAN	AREA (HA)	PERSENTASE (%)
Perkebunan Sawit	262.358	34,9
Hutan Tanaman Industri	185.408	24,6
Kawasan Konservasi (Cagar Alam Muara Kendawangan, Hutan Lindung, Danau Gelinggang, dan Danau Belida)	169.781	22,6
Desa/Pemanfaatan lahan lain	134.194	17,9
TOTAL	751.741	100 %

Danau Gelinggang dan Danau Belida. Hampir 60% lanskap berada di dalam perkebunan sawit (34,9%) dan Hutan Tanaman Industri (HTI) (24,6%). Secara administratif, Lanskap ini terletak di dalam 53 desa di empat kecamatan Kabupaten Ketapang (lih. **Gambar 6-8**).

Ada beberapa karakteristik kawasan yang memerlukan penyelesaian dan perubahan pendekatan lanskap.

- Kawasan tersebut merupakan area paling rawan kebakaran di Provinsi Kalimantan Barat. Kondisi ini disebabkan oleh drainase di dalam konsesi serta pembakaran yang disengaja di kawasan konservasi dan lahan masyarakat. Kebakaran mengancam kawasan konservasi yang ada seperti Cagar Alam Muara Kendawangan, Hutan Lindung gambut, serta kawasan hutan dan gambut.
- Introduksi perkebunan besar di kawasan ini secara umum disambut baik oleh masyarakat setempat karena memberi mereka peluang untuk mendapatkan penghasilan langsung/tunai yang stabil. Namun, pengembangan ini menimbulkan masalah terkait hak masyarakat atas tanah, estate petani, dan sumber daya alam. Jika masalah ini tidak diatasi, kemungkinan ini akan mengakibatkan hilangnya kawasan konservasi atau meningkatkan konflik antara masyarakat dan perusahaan.



Gambar 6-8: Persebaran perusahaan sawit dan HTI serta ekosistem hutan dan lahan gambut di Lanskap Ketapang Selatan

- Kawasan alami seperti hutan dan lahan gambut berkurang di area tersebut karena pengembangan perkebunan. Sejumlah kawasan yang lebih kecil memang masih ada, tetapi tidak dikelola dengan cara terpadu. Hal ini mengakibatkan hilangnya kualitas kawasan alami dan potensial untuk memperluas habitat satwa seperti orangutan atau buaya.
- Perkebunan tersebut rentan terhadap banjir, yang sangat memengaruhi produktivitas. Kondisi ini sebagian disebabkan oleh drainase dan karenanya mengganggu sistem hidrologi gambut. Pengelolaan air dan banjir diperlukan guna memelihara rezim air dan mengatur tinggi muka air saat musim kemarau dan musim hujan.
- Pengembangan infrastruktur lemah dan koneksi dengan kabupaten lain sangat sulit. Beberapa desa tidak dapat diakses pada saat musim hujan sehingga memengaruhi pasokan pangan dan situasi darurat.

Beberapa opsi untuk kegiatan kolaboratif antara para pemangku kepentingan dalam lanskap mencakup:

- Konservasi Cagar Alam Muara Kendawangan, yakni kawasan cagar alam seluas 150.000 ha yang berbatasan dengan tujuh perusahaan perkebunan.
- Pengelolaan kebakaran kolaboratif yang mencakup langkah-langkah pencegahan, pemantauan, dan pengendalian bersama (lih. **Gambar 6-9**).
- Berbagi pengalaman dan pembelajaran dalam melestarikan dan merehabilitasi lahan ekosistem gambut berlembah (lih. **Gambar 6-10**).
- Langkah kolaboratif untuk meningkatkan pengembangan masyarakat bagi 52 desa di dalam lanskap.
- Menyelesaikan permasalahan umum yang berkaitan dengan jalan, pendidikan, akses pasar, dan kesehatan di dalam lanskap.



Gambar 6-9: Langkah-langkah pengendalian kebakaran antara dua perusahaan di dalam lanskap



Gambar 6-10a: Lahan gambut terdegradasi pada April 2016 di PT BSS (bagian dari Grup IOI/SNA).



Gambar 6-10b: Lokasi yang sama pada Agustus 2018 setelah kegiatan pembasahan kembali dan pencegahan kebakaran dilakukan.

6.3 KETERLIBATAN MASYARAKAT

Keterlibatan masyarakat sangat penting bagi upaya konservasi, rehabilitasi, dan penggunaan berkelanjutan yang efektif. Masyarakat setempat sering kali mengandalkan sumber daya lahan gambut untuk memperoleh pangan, serat, dan penghasilan. Degradasi lahan gambut dapat menyebabkan hilangnya pilihan mata pencaharian penting dan berdampak negatif terhadap kesejahteraan masyarakat. Terkadang, masyarakat setempat dianggap bertanggung jawab atas degradasi lahan gambut melalui tindakan perburuan, pembukaan lahan, atau menyulut kebakaran di area lahan gambut. Namun, masyarakat setempat sebagai pengurus tradisional lahan juga memiliki posisi terbaik untuk memainkan peran penting dalam perlindungan dan penggunaan sistem yang berkelanjutan dalam jangka panjang.

Ada keberhasilan positif yang signifikan dari keterlibatan masyarakat setempat dalam perlindungan dan rehabilitasi lahan gambut tropis. Contoh dari Malaysia dapat dilihat di **Kotak 6-4**.

KOTAK 6-4

Kemitraan dengan Sahabat Hutan Rawa Gambut Selangor Utara dalam kegiatan rehabilitasi hutan

Partisipasi masyarakat setempat adalah bagian penting dari pengelolaan perlindungan dan rehabilitasi hutan rawa gambut serta pencegahan dan pengendalian kebakaran gambut. Asosiasi masyarakat lokal bernama Sahabat Hutan Rawa Gambut Selangor Utara (SHGSU) didirikan pada bulan Agustus 2012 dengan dukungan dari Global Environment Centre (GEC) untuk memberdayakan masyarakat setempat dalam konservasi di sekitar Hutan Rawa Gambut Selangor Utara (Lih. **Kotak 3-1**).

SHGSU menyediakan landasan bagi masyarakat lokal untuk terlibat secara aktif dalam berbagai tugas yang diperlukan untuk kegiatan rehabilitasi Hutan Rawa Gambut Selangor Utara dan pengelolaan zona penyangga. Anggotanya diambil dari empat masyarakat yang berada di sekitar hutan lindung yaitu Kg Raja Musa, Kg Bestari Jaya, Kg Seri Tiram Jaya, dan Kg. Ampangan. Apa yang telah ditunjukkan oleh SHGSU di Hutan Rawa Gambut Selangor Utara adalah contoh penting lainnya dari praktik pengelolaan terbaik dalam pengelolaan lahan gambut yang berkaitan dengan partisipasi dan keterlibatan masyarakat.



Gambar 6-11a: Anggota Komunitas SHGSU



Gambar 6-11b: Logo SHGSU

SHGSU berpartisipasi aktif dalam pencegahan kebakaran gambut (termasuk patroli harian saat musim kemarau), operasi pemadaman kebakaran yang dipimpin oleh Dinas Kebakaran dan Dinas Kehutanan Negara Bagian Selangor (**Gambar 6-12a**) serta mendukung kegiatan rehabilitasi hutan (**Gambar 6-12b**).

SHGSU juga berpartisipasi dalam berbagai acara penyuluhan yang diselenggarakan oleh SSFD, GEC, dan lembaga terkait lain. Acara tersebut berupa bincang publik, gelar promosi/pameran, dan kegiatan lainnya (**Gambar 6-13**).

Keterlibatan masyarakat setempat dalam rehabilitasi lahan gambut telah menjadi strategi penting menuju pengelolaan sumber daya hutan yang berkelanjutan di Hutan Rawa Gambut Selangor Utara.



Gambar 6-12a: Menyesuaikan papan tanda SPBK ketika SHGSU berpatroli.



Gambar 6-12b: Kegiatan penanaman pohon pendukung



Gambar 6-13: Sekretaris SHGSU memberi pengarah kepada Administrator UNDP dan Eksekutif Lingkungan Negara Bagian Selangor.

Peran SHGSU mencakup:

- Bertindak sebagai ‘mata dan telinga’ bagi SSFD dan lembaga terkait lainnya (seperti DOE/Dinas Kebakaran & Penyelamatan (BOMBA)/Pemerintah Daerah)
- Mengatur pemantauan dan pencegahan kebakaran hutan di zona penyangga cagar hutan setiap hari selama musim kemarau
- Membangun dan menjalankan persemaian masyarakat - memasok spesies pohon rawa gambut untuk rehabilitasi hutan dan mendukung kegiatan sosio-ekonomi masyarakat lokal di Kg. Bestari Jaya (sistem beli kembali/*buy-back*)
- Menjadi fasilitator untuk kegiatan penanaman pohon

- Mengembangkan paket ekowisata
- Berpartisipasi dalam pameran dan menciptakan kesadaran

Mempertahankan konservasi dan pelestarian hutan rawa gambut sangat bergantung pada keterlibatan masyarakat setempat. Keterlibatan mereka akan menentukan penurunan dampak terhadap ekosistem lahan gambut dan efektivitas program rehabilitasi berbasis masyarakat yang sedang dilaksanakan. Karena itu, mekanisme menyeluruh harus dibangun guna menarik dan menjamin keterlibatan masyarakat setempat dalam pengelolaan lahan gambut yang berkelanjutan secara berkesinambungan.

PERSEMAIAN SHGSU

Persemaian SHGSU (**Gambar 6-14**) dibentuk dengan tujuan membantu Program Rehabilitasi Cagar Hutan Raja Musa. Hibah dan pelatihan diberikan kepada peserta untuk memungkinkan mereka mengumpulkan bibit liar serta mengatur dan mengelola persemaian sendiri. Pancang dari persemaian ini kemudian dibeli untuk kegiatan penanaman pohon. Anggota komunitas juga dilibatkan dalam penanaman dan pemeliharaan wilayah yang ditanami. Persemaian ini memberikan peluang sosio-ekonomi, yakni sebagai opsi mata pencaharian alternatif bagi anggota SHGSU. Sebagian besar bibit liar diperoleh dari pinggiran hutan dan sering kali ditemukan tumbuh di dalam perkebunan sawit, yang mulanya berasal dari hutan rawa gambut sekitar. Persemaian ini menyediakan pancang untuk spesies asli



Gambar 6-14: Persemaian komunitas SHGSU

Tenggek Burung dan Mahang. Hingga saat ini, lebih dari 50.000 pancang telah dihasilkan untuk mendukung program rehabilitasi berbasis masyarakat dan menghasilkan pendapatan sekitar RM 250.000.

STAN KERAJINAN TANGAN MINI SHGSU

Masyarakat setempat, terutama perempuan, didorong untuk terjun menekuni produksi kerajinan tangan menggunakan sumber daya lahan gambut atau industri rumahan. Pelatihan disediakan melalui Akademi Nasional Kerajinan Tangan (*National Academy for Handicrafts*).

Anggota SHGSU mulai memproduksi kerajinan tangan menarik yang terbuat dari tonggak pohon gambut, rotan, bambu, dan daun pandan (**Gambar 6-15**). Kerajinan tangan ini dapat digunakan sebagai barang hiasan untuk penggunaan sehari-hari, pajangan rumah/kantor/perusahaan, hadiah, atau cendera mata dan lain sebagainya. Maka dari itu, Stan Kerajinan Tangan Mini dibangun untuk mempromosikan dan menjual produk kerajinan tangan SHGSU. Pendapatan



Gambar 6-15: Kegiatan kerajinan tangan dan produk oleh SHGSU

kotor tahunan yang diterima sebesar RM 6.000 - RM 8.000 (sebagai pendapatan alternatif/paruh waktu).

PENGEMBANGAN EKOWISATA DI HUTAN RAWA GAMBUT SELANGOR UTARA

Hutan Rawa Gambut Selangor Utara terletak berdekatan dengan Kuala Lumpur, titik kedatangan pariwisata utama di Malaysia, dan dekat dengan sejumlah situs wisata ternama seperti Kuala Selangor dan Kampong Kuantan Fireflies. Saat ini semakin banyak wisatawan domestik dan internasional mengunjungi Hutan Rawa Gambut Selangor Utara, terutama melalui titik masuk COE, Agrotourism Homestay Sg Sireh dan Sg Tenggi. Dengan pengembangan fasilitas serta peningkatan akses

yang memadai, hal ini diyakini mampu meningkatkan jumlah pengunjung secara signifikan. Hal ini juga akan menghasilkan pendapatan bagi pemerintah negara bagian dan masyarakat setempat.

Anggota SHGSU dari Kg. Ampangan aktif terlibat dalam mempromosikan hutan rawa gambut sebagai destinasi wisatawan yang menarik melalui Agrotourism Homestay Sg Sireh, termasuk di dalamnya menyediakan fasilitas penginapan dan beragam paket wisata seperti kegiatan tamasya kapal pesiar, memancing, berkayak, dan jelajah rimba di hutan rawa gambut. Rata-rata setiap tahun, sekitar 15.000-18.000 wisatawan lokal dan asing mengunjungi dan berpartisipasi dalam kegiatan yang ditawarkan oleh manajemen penginapan (lih. **Gambar 6-16**).



Gambar 6-16: Kegiatan Ekowisata menuju hutan rawa gambut yang diselenggarakan oleh SHGSU.

6.4 PENELITIAN, EDUKASI, DAN KESADARTAHUAN

Penting untuk mendorong pendidikan, penelitian, dan penjangkauan tentang konservasi dan rehabilitasi lahan gambut. Tindakan tersebut dapat meningkatkan pemahaman pemangku kepentingan kunci tentang pentingnya ekosistem lahan gambut. Penyuluhan dapat meningkatkan pemahaman pemangku kepentingan kunci tentang pentingnya ekosistem lahan gambut. Penelitian sangat penting untuk memahami ekosistem lahan gambut tropis, akar penyebab degradasi, dan efektivitas tindakan konservasi dan rehabilitasi. Program pendidikan dan kesadaran berperan penting tidak hanya untuk mendidik generasi muda, tetapi juga untuk menginformasikan dan mengubah sikap di antara masyarakat setempat dan pengambil keputusan.

Kegiatan tersebut dapat dipelopori oleh lembaga penelitian, organisasi masyarakat sipil, atau jaringan tertentu. Kegiatan ini juga dapat difasilitasi oleh pusat pendidikan atau penelitian yang dikembangkan di lahan gambut. Pusat Penelitian Hutan Rawa Gambut Princess Sirindhorn di Thailand Selatan (**Gambar 6-17**) adalah salah satu pusat penelitian pertama yang didirikan di kawasan ASEAN. Pusat penelitian ini merupakan bagian dari inisiatif Kerajaan terkait hutan rawa gambut dan diawasi oleh Dinas Kehutanan Kerajaan. Pusat Penelitian Hutan Rawa Gambut Princess Sirindhorn melakukan penelitian di hutan rawa gambut Pru Toh Daeng di Thailand Selatan, Provinsi Narathiwat. Pusat penelitian ini adalah salah satu yang pertama melakukan penelitian tentang rehabilitasi hutan rawa gambut di Asia Tenggara yang dijelaskan dalam bahasa Thailand oleh Nuyim (1995 dan 2003) yang kemudian diterjemahkan ke dalam bahasa Inggris (Nuyim, 2005), serta mendukung pengembangan penelitian dan praktik serupa di Indonesia dan Malaysia. Pusat penelitian ini juga mendorong pengembangan pusat keunggulan lain seperti Pusat Keunggulan Negara Bagian Selangor untuk Hutan Rawa Gambut (lih. **Gambar 6-18**).



Gambar 6-17: Pusat Penelitian Lahan Gambut Princess Sirindhorn, Provinsi Narathiwat, Thailand



Gambar 6-18: Pusat Keunggulan Negara Bagian Selangor untuk Hutan Rawa Gambut



Gambar 6-19: Uraian singkat Penasihat Sains Perdana Menteri Malaysia di Pusat Keunggulan Selangor untuk Hutan Rawa Gambut.

7.0 DAFTAR PUSTAKA

- ACADEMY OF SCIENCES MALAYSIA. 2018. Local & Transboundary Haze Study - Haze: Help Action Toward Zero Emissions. Academy of Sciences Malaysia, Kuala Lumpur. Hal. 360
- AKSENTA. 2016. Public Summary of High Conservation Value, Full Assessment Report, PT Gemilang Makmur Subur (PT GMS) Kecamatan Matan Hilir Utara, Kabupaten Ketapang, Kalimantan Barat.
- AKSENTA. 2017a. Laporan Kajian HCV (High Conservation Value). PT Damai Agro Sejahtera. 20 April 2017 Kabupaten Ketapang, Provinsi Kalimantan Barat, Indonesia.
- AKSENTA. 2017b. High Carbon Stock Identification (HCS) PT Damai Agro Sejahtera Kecamatan Nanga Tayap dan Matan Hilir Utara Kabupaten Ketapang Provinsi Kalimantan Barat.
- ALSHAMMARI, L., LARGE, D., BOYD, D., SOWTER, A., ANDERSON, R., ANDERSEN, R., & MARSH, S. 2018. Long-term peatland condition assessment via surface motion monitoring using the ISBAS DInSAR technique over the Flow Country, Scotland. *Remote Sensing*, 10(7), 1103.
- ANDERSON, J. A. R. 1961. The ecology and forest types of the peat swamp forests of Sarawak and Brunei in relation to their silviculture. Ph.D. Thesis, University of Edinburgh, UK.
- ANDERSON, J. A. R. 1963. The flora of the peat swamp forests of Sarawak and Brunei, including a catalogue of all recorded species of flowering plants, ferns and fern allies. *Garden's Bulletin*, Vol. XX, Part II, hal. 131-228.
- ANDERSON, J. A. R. 1964. The structure and development of the peat swamps of Sarawak and Brunei. *J. Trop. Geography*, 18, hal. 7-16.
- ANDERSON, J. A. R. 1983. The tropical peat swamps of Western Malesia. In: A. J. P. Gore (Ed.), *Ecosystems of the World*, Vol. 4b, Mires: Swamp, Bog, Fen and Moor. Elsevier Scientific Pub. Co. Amsterdam 6, hal. 181-199.
- ANDRIESE, J.P. 1988. Nature and management of tropical peat soils. *FAO Soils Bulletin* 59. Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Rome. Hal. 165.
- APP & Deltares. 2016. Brief guidelines for plantation perimeter canal blocking as a rapid fire risk reduction measure in Indonesian peatlands. https://www.asiapulp.com/sites/default/files/download/ssepeat_final.pdf
- APP. 2017. – Tantangan dan Peluang Uji Coba Jenis Alternatif Pengganti Akasia di HTI Pulp dan Paper di Lahan Gambut. Disampaikan pada Workshop Potensi Bisnis Alternatif di Lahan Gambut Royal Padjajaran, Bogor, 18 Desember 2017. [Challenges and Opportunities in testing alternatives for Acacia in Pulp and Paper plantations on Peatlands. Presentasi pada lokakarya di Bogor 18 Des. 2017] (dalam Bahasa Indonesia)
- ARN TEH, Y., MANNING, F., ZIN ZAWAWI, N., COOK, S., HILL, T., & KHOON KHO, L. 2018. Towards a full greenhouse gas balance of managed tropical peatlands in northern Borneo. In *EGU General Assembly Conference Abstracts* (Vol. 20, hal. 17566).
- ASEAN SECRETARIAT, 2003. Guidelines for the Implementation of the ASEAN Policy on Zero Burning. The ASEAN Secretariat, Jakarta.
- ASEAN, 2015. ASEAN Guidelines on Peatland Fire Management. National Environment Agency, Singapore. Hal. 34
- BASIRON, Y. DAN C.K. WENG 2004. The oil palm and its sustainability. *Journal of Oil Palm Research* 16(1): 1-10.
- BEZUIJEN MR, WEBB GJW, HARTOYO P, SAMEDI. 2001. Peat swamp forest and the false gharial *Tomistoma schlegelii* (Crocodylia, Reptilia) in the Merang River, eastern Sumatra, Indonesia. *Oryx* 35: 301–307
- BODEGOM, S., PELSER, P. B. dan KESSLER, P. J. A. 1999. Seedlings of Secondary Forest Tree Species of East Kalimantan, Indonesia. *Semai-Semai Pohon Hutan Sekundair di Kalimantan Timur, Indonesia. Tropenbos-Kalimantan Series 1. MOFEC-Tropenbos-Kalimantan Project, Wanariset, Samboja*, hal. 371.
- BHOMIA, R.K., VAN LENT, J., RIOS, J.M.G. 2018. Impacts of *Mauritia flexuosa* degradation on the carbon stocks of freshwater peatlands in the Pastaza-Marañón river basin of the Peruvian Amazon. *Mitig Adapt Strateg Glob Change* <https://doi.org/10.1007/s11027-018-9809-9>
- BLICHER-MATHIESEN, U. 1994. Borneo Illipe, a fat produced from different *Shorea spp.* (Dipterocarpaceae). *Economic Botany* 48(3): 231-242
- BROWN, C., BOYD, D., SJÖGERSTEN, S., CLEWLEY, D., EVERS, S., & APLIN, P. 2018. Tropical peatland vegetation structure and biomass: optimal exploitation of airborne laser scanning. *Remote Sensing*, 10(5), 671
- BUDIMAN, A. dan WOSTEN, H. 2009. Hydrological measurement and monitoring in Sebangau National Park, Central Kalimantan, unpublished report, WWF Indonesia.
- BUWALDA, P. 1940. *Bosverkenning in de Indragirische Bovenlanden*. Rep. For. Res. Sta, Bogor, Indonesia (unpub.) (Dikutip oleh Polak, 1975)
- CHAMLONG, P., CHAVALIT, N. dan WIWAT, U. 1991. Peat Swamp Forest Plant Species of Narathiwat, Phikulthong Study and Development Center, Royal Initiative Project, Narathiwat, Bangkok.
- CHARTERS, L. J., APLIN, P., MARSTON, C., PADFIELD, R., RENGASAMY, N., DAHALAN, M. P. B., & EVERS, S. 2019.

- Peat swamp forest conservation withstands pervasive land conversion to oil palm plantation in North Selangor, Malaysia. *International Journal of Remote Sensing*. 40:19,7409- 7438, DOI: [10.1080/01431161.2019.1574996](https://doi.org/10.1080/01431161.2019.1574996)
- CHEYNE SM, MORROGH-BERNARD H, MACDONALD DW. 2009. First flat-headed cat photo from Sebangau peat-swamp forest, Indonesian Borneo. *Cat News* 51: 16
- CHUA LS, LEE SY, ABDULLAH N, SARMIDI M.R. 2012. "Review on *Labisia pumila* (Kacip Fatimah): bioactive phytochemicals and skin collagen synthesis promoting herb". *Fitoterapia*. 83 (8): 1322–35. DOI:[10.1016/j.fitote.2012.04.002](https://doi.org/10.1016/j.fitote.2012.04.002)
- COOK, S., WHELAN, M. J., EVANS, C. D., GAUCI, V., PEACOCK, M., GARNETT, M. H., LIP, K. K., YIT, A. T. & PAGE, S. E. 2018. Fluvial organic carbon fluxes from oil palm plantations on tropical peatland. *Biogeosciences*, 15(24), 7435–7450.
- COUWENBERG, J., DOMMAIN, R. & JOOSTEN, H. 2010. Greenhouse gas fluxes from tropical peatlands in south-east Asia. *Global Change Biology*, 16, 1715–1732.
- DAMANIK, B., SYAHPUTRA, E., & HAMDANI, R. 2019. *Laporan Pengelolaan Tumbuhan & Satwa Liar di Koridor Konservasi dan Area HCV PT Umbul Mas Wisesa Januari 2018 - Februari 2019*, unpublished report, SIPEF Indonesia.
- DARGIE, G. C., LEWIS, S. L., LAWSON, I. T., MITCHARD, E. T., PAGE, S. E., BOCKO, Y. E., & IFO, S. A. 2017. Age, extent and carbon storage of the central Congo Basin peatland complex. *Nature*, 542(7639), 86.
- DE CLERMONT-TONNERRE, M. 2017. – Illipe trees on Peat. A trial by PT Tolan Tiga Indonesia. Dipresentasikan pada Workshop Potensi Bisnis Alternatif di Lahan Gambut, Royal Padjajaran Hotel, Bogor, 18 Desember 2017.
- DID. 2014. Guideline for Design and Construction of Checkdams for Prevention and Control of Peatland Fire, NRE, Kuala Lumpur, Malaysia. Hal. 35
- DOHONG, A. 2017a. Implementation of Peatland Restoration in Indonesia- Indonesia Peatland Restoration Agency (BRG), PowerPoint Presentation 15 Mei 2017. Jakarta, Indonesia.
- DOHONG, A. 2017b. Bolstering Peatlands Restoration in Indonesia through 3Rs Approach- Indonesia Peatland Restoration Agency (BRG), Presented at the Workshop: Developing International Collaborations to Address Fire and Other Conservation Issues in Central Kalimantan, Indonesia, 18 Oktober 2017, Indonesia.
- DOHONG, A, AZIS A.A. dan DARGUSCH, P. 2017a. A review of the drivers of tropical peatland degradation in South-East Asia. *Land Use Policy* 69 (2017) 349-360.
- DOHONG, A., CASSIOPHEA, L., SUTIKNO, S., TRIADI, BL., WIRADA, F., RENGGANIS, P., DAN SIGALINGGING, L. 2017b. 'Modul Pelatihan: Pembangunan Infrastruktur Pembasahan Gambut Sekat Kanal Berbasis Masyarakat', Kedepuitan Bidang Konstruksi, Operasi dan Pemeliharaan, Badan Restorasi Gambut Republik Indonesia, Jakarta.
- DOMMAIN, R., COUWENBERG, J. & JOOSTEN H. 2010. Hydrological self-regulation of domed peatlands in south-east Asia and consequences for conservation and restoration. *Mires and Peat*, Volume 6 (2010), Article 05, 1–17.
- DUC, L.D. DAN M.M. HUFSCHEMIDT (1993). Wetland management in Vietnam. Makalah yang dipresentasikan pada workshop di Hawaii, 1993, hal. 44.
- DRAPER, F.C., ROUCOUX, K.H., LAWSON, I.T., MITCHARD, E.T.A., CORONADO, E.N.H., LÄHTEENOJA, O., MONTENEGRO, L.T., SANDOVAL, E.V., ZARÁTE, R. DAN BAKER, T.R. 2014. The distribution and amount of carbon in the largest peatland complex in Amazonia. *Environ. Res. Lett.* 9 (2014) 124017 (hal.12) DOI:[10.1088/1748-9326/9/12/124017](https://doi.org/10.1088/1748-9326/9/12/124017)
- DRIESSEN, P.M. 1978. Peat soils. *Soils and Rice*. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines. hal. 763-779.
- ELIASER, E.M., HO, J.H., HASHIM, N.H. RUKAYADI, Y. EE, G.C.L. DAN ABDULL RAZIS, A.F. 2018. Phytochemical Constituents and Biological Activities of *Melicope lunu-ankenda*. *Molecules*. 2018 Okt; 23(10): 2708.
- EUROCONSULT MOTT MACDONALD *et al.* 2008a. Guideline for Canal Blocking Design in the Ex-Mega Rice Project Area in Central Kalimantan (Technical Guideline no. 4) –Master Plan for the Conservation and Development of the Ex-Mega Rice Project Area in Central Kalimantan. Euroconsult Mott MacDonald, Deltares and Delft Hydraulics in association with DHV, NL, Alterra / WUR, NL, Witteveen+Bos, NL, PT MLD, Indonesia, PT INDEC, Indonesia for the Government of Indonesia and Royal Netherlands Embassy.
- EUROCONSULT MOTT MACDONALD *et al.* 2008b. Summary of Main Synthesis Report – Master Plan for the Conservation and Development of the Ex-Mega Rice Project Area in Central Kalimantan. Euroconsult Mott MacDonald, Deltares and Delft Hydraulics in association with DHV, NL, Alterra / WUR, NL, Witteveen+Bos, NL, PT MLD, Indonesia, PT INDEC, Indonesia for the Government of Indonesia and Royal Netherlands Embassy.
- EUROCONSULT MOTT MACDONALD dan DELTARES | DFLT HYDRAULICS. 2009. Strategic Peatland Rehabilitation Plan for Block A (North-West) in the Ex Mega Rice Project Area, Central Kalimantan. Project No: IFCI-C0011. For the Kalimantan Forests and Climate Partnership, Indonesia-Australia Forest Carbon Partnership, funded by AusAID.
- EUROCONSULT MOTT MACDONALD *et al.* 2009. Guidelines for the Rehabilitation of degraded peat swamp forests in Central Kalimantan – Master Plan for the Conservation and Development of the Ex-Mega Rice Project Area in Central Kalimantan. Euroconsult Mott MacDonald, Deltares and Delft Hydraulics in association with DHV, NL, Alterra / WUR,

- NL, Witteveen+Bos, NL, PT MLD, Indonesia, PT INDEC, Indonesia for the Government of Indonesia and Royal Netherlands Embassy.
- EVERS, S., YULE, C. M., PADFIELD, R., O'REILLY, P., & VARKEY, H. 2017. Keep wetlands wet: the myth of sustainable development of tropical peatlands—implications for policies and management. *Global change biology*, 23(2), 534-549.
- FLACH, M. DAN D.L. SCHUILING (1989). Revival of an ancient starch crop: a review of the agronomy of the sago palm. *Agroforestry Systems* 7: 259-281.
- FOREST DEPARTMENT SARAWAK. 2007. Loagan Bunut National Park Management Plan. PSF Technical Series No. 10. Diterbitkan oleh Pemerintah Negara Bagian Sarawak dan Peat Swamp Forest Project, UNDP/GEF Funded, dengan berkolaborasi bersama Departemen Kehutanan Sarawak dan Sarawak Forestry Corporation. Hal. 122.
- FULLER, R.W., BOKESCH, H.R., GUSTAFSON, K.R., MCKEE, T.C., CARDELLINA, J.H., MCMAHON, J.B. DAN G.H. Cragg. 1994. HIV inhibitory coumarins from latex of the tropical rainforest tree *Calophyllum teysmannii* var. *inophylloide*. *Bioorg. Med. Chem. Lett.* 4(16): 1961- 1964.
- GIESEN, W. 1990. Vegetation of the Negara River Basin. Proceedings of the workshop on "Integrating Wetland Conservation with Landuse Development, Sungai Negara, Barito Basin, Indonesia". Banjarbaru, South Kalimantan, 6-8 Maret 1989, hal. 1-51.
- GIESEN, W. 2004. Causes of peat swamp forest degradation in Berbak National Park and recommendations for restoration. Water for Food and Ecosystems Programme Project on: "Promoting the river basin and ecosystem approach for sustainable management of SE Asian lowland peat swamp forests". ARCADIS Euroconsult, Arnhem, the Netherlands, hal. 125.
- GIESEN, W. 2008. Biodiversity and the EMRP. Master Plan for the Conservation and Development of the Ex- Mega Rice Project Area in Central Kalimantan. Euroconsult Mott MacDonald, Delft Hydraulics and associates, for Government of Indonesia & Royal Netherlands Embassy, Jakarta. Final draft, hal. 77.
- GIESEN, W. dan VAN DER MEER, P. 2009. Guidelines for the Rehabilitation of degraded peat swamp forests in Central Kalimantan. Master Plan for the Conservation and Development of the Ex-Mega Rice Project Area in Central Kalimantan. Euroconsult Mott MacDonald, Delft Hydraulics and associates, for Government of Indonesia & Royal Netherlands Embassy, Jakarta.
- GIESEN, WIM. 2013. Paludiculture: Sustainable alternatives on degraded peat land in Indonesia. QANS Report on Activity 3.3.
- GIESEN W. *et al.* 2013 "Quick Assessment and Nationwide Screening (QANS) of Peat and Lowland Resources and Action Planning for then Implementation of a National Lowland Strategy. - Paludiculture: sustainable alternatives on degraded peat land in Indonesia.
- GIESEN, W. 2015 – Utilising non-timber forest products to conserve Indonesia's peat swamp forests and reduce carbon emissions. *Journal of Indonesian Natural History* Vol 3 No 2: 10-19.
- GIESEN, W. & G.Z. ANSHARI.2016. – Danau Sentarum National Park (Indonesia). C.M. Finlayson *et al.* (eds.), *The Wetland Book*.
- GIESEN, W. & NIRMALA, E. 2018a. Tropical Peatland Restoration Report: The Indonesian case. *Berbak Green Prosperity Partnership/Kemitraan Kesejahteraan Hijau (Kehijau Berbak)*. Millennium Challenge Account Indonesia, hal. 82 .
- GIESEN, W., WIJEDASA, L. S., & PAGE, S. E. 2018. Unique Southeast Asian peat swamp forest habitats have relatively few distinctive plant species. *Mires & Peat*, 22.
- GLOBAL ENVIRONMENT CENTRE. 2016. ASEAN Fire Alert Tool. Global Environment Centre, Petaling Jaya. Hal. 4
- GRAF, M. 2009. Literature review on the Restoration of Alberta's Boreal Wetlands Affected by Oil, Gas and in Situ Oil Sands Development. Prepared for Ducks Unlimited Canada, Januari 2009.
- GRAHAM, L.L.B., W. GIESEN, PAGE, S.E. 2016. A common-sense approach to tropical peat swamp forest restoration in Southeast Asia. *Restoration Ecology*, 25(2): 312-321
- GUMBRICHT, T., ROMAN-CUESTA, R. M., VERCHOT, L., HEROLD, M., WITTMANN, F., HOUSEHOLDER, E., DAN MURDIYARSO, D. 2017. An expert system model for mapping tropical wetlands and peatlands reveals South America as the largest contributor. *Global change biology*, 23(9), 3581-3599.
- HANSSON, A. dan DARGUSCH, P. 2018. "An Estimate of the Financial Cost of Peatland Restoration in Indonesia." *Case Studies in the Environment*. University of California Press.
- HARRIS, N, MINNEMEYER, S., STOLLE, F. DAN PAYNE, O. 2015. Indonesia's Fire Outbreaks Producing More Daily Emissions than Entire US Economy. World Resources Institute website. Oktober 16, 2015.
- HARRISON M. E., KURSANI, SANTIANO, HENDRI, PURWANTO A. DAN HUSSON S. J. 2011r. Baseline Flora Assessment and Preliminary Monitoring Protocol in the Katingan Peat Swamp, Central Kalimantan, Indonesia. Report produced by the Orangutan Tropical Peatland Project for PT Rimba Makmur Utama/PT Starling Asia, Palangka Raya, Indonesia.
- HATANO, R., INOUE, T., DARUNG, U., LIMIN, S. H., MORISHITA, T., TAKAKAI, F., TOMA, Y., & YAMADA, H. 2010. Carbon dioxide and nitrous oxide emissions associated with tropical peatland degradation. In Proceedings of the 2010

- 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World (hal. 13-6).
- HOOIJER, A., PAGE, S., CANADELL, J. G., SILVIUS, M., KWADIJK, J., WÖSTEN, H., & JAUHAINEN, J. 2010. Current and future CO₂ emissions from drained peatlands in Southeast Asia. *Biogeosciences*, 7(5), 1505- 1514.
- HOOIJER, A., PAGE, S., JAUHAINEN, J., LEE, W. A., LU, X. X., IDRIS, A., & ANSHARI, G. 2012. Subsidence and carbon loss in drained tropical peatlands.
- HUSSON, S. J., LIMIN, S. H., ADUL, BOYD, N. S., BROUSSEAU, J. J., COLLIER, S., CHEYNE, S. M., D'ARCY, L.J., DOW, R.A. & SCHREVEN, S. (2018). Biodiversity of the Sebangau tropical peat swamp forest, Indonesian Borneo. *Mires and Peat*, 22, 1-50.
- JAUHAINEN, J., HOOIJER, A. dan PAGE, S. E. 2012. Carbon dioxide emissions from an Acacia plantation on peatland in Sumatra, Indonesia. *Biogeosciences*, 9, hal. 617–630.
- JAYACHANDRAN, S. 2009 "Air Quality and Early-Life Mortality: Evidence from Indonesia's Wildfires." *Journal of Human Resources*, vol. 44 no. 4, 2009, hal. 916- 954. Project MUSE, DOI:[10.1353/jhr.2009.0001](https://doi.org/10.1353/jhr.2009.0001)
- JOOSTEN, H., 2009. The global peatland CO₂ picture: peatland status and drainage related emissions in all countries of the world. Greifswald University & Wetlands International, Ede, The Netherlands.
- JOHNSON, D. S. 1967. Distributional patterns in Malayan freshwater fish. *Ecology* 48, hal. 722–730.
- JOHNSON AE, KNOTT CD, PAMUNGKAS B, PASARIBU M, MARSHALL AJ. 2005. A survey of the orang-utan (*Pongo pygmaeus wurmbii*) population in and around Gunung Palung National Park, west Kalimantan, Indonesia based on nest counts. *Biological Conservation* 121: 495–507
- KELLY, THOMAS & LAWSON, IAN & ROUCOUX, K & R. BAKER, TIMOTHY & D. JONES, TIMOTHY & SANDERSON, NICOLE. 2016. The vegetation history of an Amazonian domed peatland. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*. 468.10.1016/j.palaeo.2016.11.039
- KESSLER, P. J. A. 2000. (editor) Secondary forest trees of Kalimantan, Indonesia. A Manual to 300 selected species. Tropenbos-Kalimantan Series 3. MOFEC-Tropenbos-Kalimantan Project, Wanariset, Samboja, hal. 404.
- KIBAZOHI, O. DAN R.A. SANGWAN. 2011. Vegetable oil production potential from *Jatropha curcas*, *Croton megalocarpus*, *Aleurites moluccana*, *Moringa oleifera* and *Pachira glabra*: Assessment of renewable energy resources for bio-energy production in Africa. *Biomass and Bioenergy* 35(3): 1352–1356.
- KOPLITZ, S N, MICKLEY, L.J., MARLIER, M.E. BUONOCORE, J.J., KIM, P.S., LIU, T.J. SULPRIZIO, M.P., DEFRIES, R.S., JACOB,D.J. SCHWARTZ, J. PONGSIRI, M. DAN S. S. MYERS 2016. Public health impacts of the severe haze in Equatorial Asia in September–October 2015: Demonstration of a new framework for informing fire management strategies to reduce downwind smoke exposure. *Environmental Research Letters*, Volume 11, Number 9
- KOTTELAT, M. dan VIDTHAYANON, C. 1993. *Boraras micros*, a new genus and species of minute freshwater fish from Thailand (Teleostei: Cyprinidae). *Ichthyol. Explor. Freshwaters*. 4, pp 161-176.
- KOTTELAT, M. dan LIM, K. K. P. 1994. Diagnoses of two new genera and three new species of earthworm eels from the Malay Peninsula and Borneo (Teleostei: Chaudhuriidae). *Ichthyol. Explor. Freshwaters*. 5, hal. 181-190.
- KOTTELAT, M. dan NG, P. K. L. 1994. Diagnoses of five new species of fighting fishes from Banka and Borneo (Teleostei: Belontiidae). *Ichthyol. Explor. Freshwat*. 5, hal. 65-78.
- KOTTELAT M, BRITZ R, TAN HH, WITTE KE. 2006. *Paedocypris*, a new genus of Southeast Asian cyprinid fish with a remarkable sexual dimorphism, comprises the world's smallest vertebrate. *Proceedings of the Royal Society B* 273: 895–899
- LÄHTEENOJA, OUTI & PAGE, SUSAN. 2011. High diversity of tropical peatland ecosystem types in the Pastaza-Maraón basin, Peruvian Amazonia. *Journal of Geophysical Research*. 116. 10.1029/2010JG001508.
- LESTARI 2017. Making a difference - Community engagement in peatland restoration: Free, Prior, and Informed Consent (FPIC). LESTARI Project, Jakarta.
- LESTARI 2019. USAID LESTARI Annual Report Year 3, October 2017–September 2018. LESTARI Project, Jakarta. Hal. 138.
- LIM, T.Y., LIM, Y.Y. DAN YULE, C.M. 2014. Bioactivity Of Leaves Of Macaranga Species In Tropical Peat Swamp And Non-Peat Swamp Environments. *Journal of Tropical Forest Science* Vol. 26, No. 1 (January 2014), hal. 134-141
- MANAP, N., SIDHARTA, M. DAN A. PARERA. 2009. Commodity Chain Assessment: Case of candle-nut in transboundary Timor and Indonesia. *Journal of NTT Studies* 1(2): 147-158. ISSN: 20856504.
- MANNING, F., LIP KHOON, K., HILL, T., & ARN TEH, Y. 2017. Methane and CO₂ fluxes from peat soil, palm stems and field drains in two oil palm plantations in Sarawak, Borneo, on different tropical peat soil types. In EGU General Assembly Conference Abstracts (Vol. 19, hal. 16600).
- MELLING, L. dan RYUSUKE, H. 2002. Development of tropical peat swamps for oil palm cultivation. In: Proc. National Seminar on Plantation management: Back to Basics. 17–18 JUNI, 2002, ISP, Kuching, Sarawak, Malaysia.
- MELLING, L., HATANO, R 2004. Peat soils study in Maludam. Technical Report-Joint Working Group Malaysia -The

- Netherlands for Development and Management of Maludam National Park, Forest Department Sarawak.
- MIETTINEN, J., SHI, C., & LIEW, S. C. 2016. Land cover distribution in the peatlands of Peninsular Malaysia, Sumatra and Borneo in 2015 with changes since 1990. *Global Ecology and Conservation*, 6, 67-78.
- MILES, L, RAVILIOUSA, C., GARCÍA-RANGELA, S., DE LAMOA, X., DARGIE, G. DAN LEWIS, S. 2017. Carbon, biodiversity and land-use in the Central Congo Basin Peatlands, UNEP WCMC, Cambridge. hal. 8
- KEMENTERIAN LINGKUNGAN HIDUP DAN KEHUTANAN INDONESIA. 2017. SK.130/MENLHK/SETJEN/PKL.0/2/2017 mengenai penentuan peta untuk fungsi ekosistem lahan gambut nasional. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Jakarta
- MORROGH-BERNARD H, HUSSON S, PAGE SE, RIELEY JO. 2003. Population status of the Bornean orang-utan (*Pongo pygmaeus*) in the Sebangau peat swamp forest, central Kalimantan, Indonesia. *Biological Conservation* 110: 141–152.
- MUUSS, U. 1996 – An reicherungs pflanzungen im tropischen Feuchtwald Sumatras – eine waldbauliche Herausforderung. *FORSTARCHIV*, 67: 65-70. [Enrichment planting in tropical rain forest of Sumatra – a challenge in forest structure. In German, with English summary.]
- MYERS, S. 2016. *Birds of Borneo*. Second edition. Christopher Helm, London. hal. 320
- NEUZIL, S. G. 1997. Onset and rate of peat and carbon accumulation in four domed ombrogenous peat deposits in Indonesia. In: J. O. Rieley & S. E. Page (eds). *Biodiversity and Sustainability of Tropical Peatlands*. Samara Publishing Ltd. hal. 55-72.
- NG, P. K. L. dan KOTTELAT, M. 1992. *Betta livida*, a new fighting fish (Teleostei: Belontiidae) from blackwater swamps in Peninsular Malaysia. *Ichthyol. Explor. Freshwaters*, 3(2), hal. 177-182.
- NG, P. K. L., TAY, J. B., LIM, K. K. P. dan YANG, C. M. 1992. The conservation of the fish and other aquatic fauna of the North Selangor Peat Swamp Forest and adjacent areas. AWB Publication no. 81, Kuala Lumpur, Malaysia, hal. 1-iv, 1-90, figs. 1-110.
- NG, P. K. L. dan LIM, K. K. P. 1993. The Southeast Asian catfish genus *Encheloclarias* (Teleostei: Clariidae), with descriptions of four new species. *Ichthyol. Explor. Freshwaters*, 4, hal. 21-37.
- NG, P. K. L., & KOTTELAT, M. 1994 Revision of the *Betta* waseri species group species (Teleostei: Belontiidae). *Raffles Bull. Zool.*, 42, hal. 593-611.
- NG, P. K. L., TAY, J. B. dan LIM, K. K. P. 1994. Diversity and conservation of blackwater fishes in Peninsular Malaysia, particularly in the North Selangor peat swamp forest. *Hydrobiologia*. 285, hal. 203-218.
- NG, C.K.C., LIM, T.Y., AHMAD, A., & KHAIRONIZAM, M.Z. (2018) Provisional checklist of freshwater fish diversity and distribution in Perak, Malaysia, and some latest taxonomic concerns. Manuscript submitted for publication
- NUYIM, N. 1995. A Study of Guidelines for Rehabilitating Peat Swamp Forests. Annual Conference Report on Forestry 1994 held at Wang Tai Hotel, Surat Thani, 21- 25 November, 1994, hal. 112-123.
- NUYIM, N. 2003. The Study of Peat Swamp Seedling Growth in Flooded Areas. Phikulthong Study and Development Center, Narathiwat, Thailand.
- NUYIM, T. 2005. Manual on Peat Swamp Forests Rehabilitation and Planting in Thailand - Research findings from the Pikulthong Royal Development Study Project. English (Translated) Version published by Global Environment Centre & Wetlands International – Thailand Office.
- PAGE, S. E., SIEGERT, F., RIELEY, J. O., BOEHM, H. D.V., JAYA, A., & LIMIN, S. 2002. The amount of carbon released from peat and forest fires in Indonesia during 1997. *Nature*, 420(6911), 61.
- PAGE, S. E. dan WALDES, N. 2005. Unlocking the Natural Resource Functions of Tropical Peatlands: Understanding the Nature and Diversity of Peat Swamp Forest Vegetation as a Foundation for Vegetation Restoration Studies. In Proceedings of the International Symposium and Workshop on Tropical Peatland, Held in Palangkaraya, 20-24 September 2005. "Restoration and Wise Use of Tropical Peatland: Problems of Biodiversity, Fire, Poverty and Water Management". Editors: J. O. Rieley, S. H. Limin, and A. Jaya. CIMTROP and the EU INCO RESTORPEAT Partnership. Prima Karya, Bogor-Indonesia. Hal. 33-40.
- PAGE, S. E., RIELEY, J. O. dan BANKS, C. J. 2011. Global and regional importance of the tropical peatlands carbon pool. *Global Change Biology*, 17, hal. 798-818.
- PAHANG FORESTRY DEPARTMENT. 2008. Integrated Management Plan of South-East Pahang Peat Swamp Forest.. PSF Technical Series No. 9. Published by Peat Swamp Forest Project, UNDP/GEF Funded (MAL/99/ G31) in collaboration with Pahang Forestry Department. hal. 232.
- PAN, Y., BIRDSEY, R. A., FANG, J., HOUGHTON, R., KAUPPI, P. E., KURZ, W. A. & CIAIS, P. 2011. A large and persistent carbon sinks in the world's forests. *Science*, 333(6045), 988-993
- PARAMANANTHAN, S. 2016. Minimising the Haze. The Planter, Kuala Lumpur. 92(1085): 523-541.
- PARISH, F., SIRIN, A., CHARMAN, D., JOOSTEN, H., MINERVA, T. dan SILVIUS, M. (eds). 2007. Assessment on peatlands

biodiversity and climate change: Executive Summary. Global Environment Centre, Kuala Lumpur, and Wetlands International, Wageningen.

PARISH, F., MATHEWS, J., LEW, S.Y., FAIZUDDIN, M. DAN LO, J. (Eds.). 2019. RSPO Manual on Best Management Practices (BMPs) for Existing Oil Palm Cultivation on Peat. 2nd Edition, RSPO, Kuala Lumpur. Hal. 139

PASARIBU, M., BRASCAMP, F., dan PARISH, F. 2019. South Ketapang Landscape Initiative “Unfolding the Landscape Approach in South Ketapang” Progress report for 2nd quarter implementation (Januari – Maret 2018, laporan yang tidak diterbitkan, Kalimantan, Indonesia).

PERDANA A, SOFYUDDIN M, HARUN M, & WIDAYATI A. 2016. Understanding Jelutung (*Dyera polyphylla*) value chains for the promotion in peatland restoration and sustainable peatland management in Indonesia.. Brief No. 72. World Agroforestry Centre (ICRAF), Bogor, Indonesia

PHILLIPS VD. 1990. Peatswamp ecology and sustainable development in Borneo. *Biodiversity and Conservation* 7: 651–671.

POSA M.R., WIJEDASA L.S. DAN CORLETT R.T. 2011. Biodiversity and Conservation of tropical peat swamp Forests. *Bioscience* Vol 61: No. 1, hal. 49-57.

PRIATNA, D., SANTOSA, Y., PRASETYO, L. B., & KARTONO, A. P. 2012a. Habitat selection and activity pattern of GPS collared Sumatran Tigers. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*, 18(3), 155-163.

PRIATNA, D., SAMTOSA, Y., PRASETYO, L., dan KARTONO, A. 2012b. Home Range and Movements of Male Translocated Problem Tigers in Sumatra. *Asian Journal of Conservation Biology* Vol. 1 No. 1, hal. 20-30.

PUTRA, E., COCHRANE, M. & VETRITA, Y. & GRAHAM, L. & B.H. SAHARJO 2016. Degraded peatlands, Ground Water Level and severe peat fire occurrences. Proceedings of the International Peatland Congress 2016. International Peatland Society.

PUTRA E.I., COCHRANE, M.A., VETRITA, Y, GRAHAM L DAN B H SAHARJO 2018 - Determining critical groundwater level to prevent degraded peatland from severe peat fire. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 149 (2018) 012027 DOI: [10.1088/1755-1315/149/1/012027](https://doi.org/10.1088/1755-1315/149/1/012027)

QUINTEN MC, WALTERT M, SYAMSURI F, HODGES JK. 2009. Peat swamp forest supports high primate densities on Siberut Island, Sumatra, Indonesia. *Oryx* 44: 147–151.

RSPO, 2019. RSPO Drainability Assessment Procedure. RSPO, Kuala Lumpur.

RUSSON AE, ERMAN A, & DENNIS R. 2001. The population and distribution of orangutans (*Pongo pygmaeus pygmaeus*) in and around the Danau Sentarum Wildlife Reserve, west Kalimantan, Indonesia. *Biological Conservation* 97: 21–28.

SABAH FORESTRY DEPARTMENT. 2008. Klias Forest Reserve Conservation Plan, Beaufort District, Sabah. PSF Technical Series No. 8. Diterbitkan oleh Pemerintah Sabah dan Peat Swamp Forest Project, UNDP/ GEF Funded (MAL/99/G31), dengan berkolaborasi bersama Departemen Kehutanan Sabah. Hal. 101.

SAWAL, P. 2004. Threats to peat swamp forest of Sarawak. Joint Working Group Malaysia-The Netherlands Sustainable Management of Peat Swamp Forests of Sarawak with Special Reference to Ramin. Wageningen: Alterra and Kuching: Sarawak Forest Department and Sarawak Forestry Corporation. Hal. 54.

SCHRIER-UIJL, A.P., SILVIUS, M., PARISH, F., LIM, K.H., ROSEDIANA, S. DAN G. ANSHARI. 2013. Environmental and social impacts of oil palm cultivation on tropical peat – a scientific review. Final Report. Roundtable on Sustainable Palm Oil (RSPO), hal. 73.

SCHULZ, C., M. BRAÑAS, M. NÚÑEZ PÉREZ, C., DEL AGUILA VILLACORTA, M., LAURIE, N., LAWSON, I. T. DAN ROUCOUX, K. H.. 2019. Peatland and wetland ecosystems in Peruvian Amazonia: indigenous classifications and perspectives. *Ecology and Society* 24(2):12. <https://doi.org/10.5751/ES-10886-240212>

SEBASTIAN, A. 2002. Globally threatened mammal and bird species in Malaysian peat swamp forests. In: Rieley, J. O. & Page, S. E. (eds) *Peatlands for People: Natural Resources Management and Sustainable Management*. Symposium Proceedings, Jakarta, Agustus 2001. BPPT dan IPA.

SELANGOR STATE FORESTRY DEPARTMENT 2014, Integrated Management Plan for North Selangor Peat Swamp Forest 2014-2023. Forestry Department, Selangor.

SHEIL, D., CASSON, A., MEIJAARD, E., VAN NOORDWIJK, M., GASKELL, J., SUNDERLAND-GROVES, J. WERTZ, K. DAN M. KANNINEN 2009. The impacts and opportunities of oil palm in Southeast Asia. What do we know and what do we need to know? Occasional paper no. 51. CIFOR, Bogor, Indonesia. hal. 67.

SILVIUS, M. J., NOOR, Y. R., LUBIS, I. R., GIESEN, W., & RAIS, D. 2016. Sembilang National Park-Mangrove Reserves of Indonesia. In *The Wetland Book* (hal. 1-11). Springer, Dordrecht.

SILVIUS, M.J., GIESEN, W., LUBIS, R. DAN T. SALATHÉ 2018. Ramsar Advisory Mission N° 85. Berbak National Park Ramsar Site N° 554 (with references to Sembilang National Park Ramsar Site N° 1945). Peat fire prevention through green land development and conservation, peatland rewetting and public awareness. 14-17 Maret 2017. 10.13140/RG.2.2.35010.63684.

SIMBOLON, H. dan MARMANTO, E. 1999. Checklist of plant species in peat swamp forest of Central Kalimantan, Indonesia. In *Proc. of the International Symposium on*

Tropical Peatlands, Bogor, Indonesia, 22- 23 November 1999, hal. 179-190.

SITPU, D. DAN A. DOHONG. 2019. 'Modul Pelaksanaan Kegiatan Revegetasi di Lahan Gambut', Badan Restorasi Gambut Republik Indonesia, Jakarta.

SMITH, T. E. L., EVERS, S., YULE, C. M., & GAN, J. Y. 2018. In situ tropical peatland fire emission factors and their variability, as determined by field measurements in Peninsula Malaysia. *Global Biogeochemical Cycles*, 32(1), 18-31.

SMYTHIES, B.E. 1961. Annual report of the Forest Department for the year 1961. Govt. of Sarawak.

SOFIYUDDIN, M., RAHMANULLOH, A. DAN S. SUYANTO. 2012 – Assessment of profitability of land use systems in Tanjung Jabung Barat District, Jambi Province, Indonesia. *Open Journal of Forestry* 2(4): 252-256.

SONDEREGGER, G. dan H. LANTING. 2011. – The Challenge of Sustainable Peatland farming. Characterising agricultural systems in Padang Island, Sumatra regarding their sustainability. Research Internship Report. ICRAF/ World Agroforestry Center (Bogor) and University of Utrecht, The Netherlands, hal. 132.

SUHARTATI, RAHMAYANTI, S., JUNAEDI A. DAN E. NURROHMAN 2012. Sebaran dan Persyaratan Tumbuh Jenis Alternatif Penghasil Pulp di Wilayah Riau. Kementerian Kehutanan, Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. <Distribution and Growth Requirements of Alternative Pulp Species in Riau. Ministry of Forestry, Forestry Research and Development Agency/FORDA.> Bogor, Indonesia, hal. 78.

SUZUKI, S., NAGANO, T. dan WAIJOROEN, S. 1999. Influences of Deforestation on Carbon Balance in a Natural Tropical Peat Swamp Forest in Thailand. *Environmental Control in Biology*, 37, hal. 115-128.

SMITH, T. E. L., EVERS, S., YULE, C. M., & GAN, J. Y. 2018. In situ tropical peatland fire emission factors and their variability, as determined by field measurements in Peninsula Malaysia. *Global Biogeochemical Cycles*, 32(1), 18-31.

SMYTHIES, B.E. 1961. Annual report of the Forest Department for the year 1961. Govt. of Sarawak.

SOFIYUDDIN, M., RAHMANULLOH, A. DAN S. SUYANTO. 2012 – Assessment of profitability of land use systems in Tanjung Jabung Barat District, Jambi Province, Indonesia. *Open Journal of Forestry* 2(4): 252-256.

SONDEREGGER, G. dan H. LANTING. 2011. – The Challenge of Sustainable Peatland farming. Characterising agricultural systems in Padang Island, Sumatra regarding their sustainability. Research Internship Report. ICRAF/ World

Agroforestry Center (Bogor) and University of Utrecht, The Netherlands, hal. 132.

SUHARTATI, RAHMAYANTI, S., JUNAEDI A. DAN E. NURROHMAN 2012. Sebaran dan Persyaratan Tumbuh Jenis Alternatif Penghasil Pulp di Wilayah Riau. Kementerian Kehutanan, Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. <Distribution and Growth Requirements of Alternative Pulp Species in Riau. Ministry of Forestry, Forestry Research and Development Agency/FORDA.> Bogor, Indonesia, hal. 78.

SUZUKI, S., NAGANO, T. dan WAIJOROEN, S. 1999. Influences of Deforestation on Carbon Balance in a Natural Tropical Peat Swamp Forest in Thailand. *Environmental Control in Biology*, 37, hal. 115-128.

TURJAMAN, M., TAMAI, Y., SANTOSO, E., OSAKI, M. DAN K. TAWARAYA 2006. Arbuscular mycorrhizal fungi increased early growth of two nontimber forest product species *Dyera polyphylla* and *Aquilaria filaria* under greenhouse conditions. *Mycorrhiza* 16:459–464.

UTAMI-ATMOKO, S., K. RIFQI, M.A., SIREGAR, P.G., ACHMAD, B., PRIADJATI, A., HUSSON, S., WICH, S., HADISISWOYO, P., SAPUTRA, F., CAMPBELL-SMITH, G., KUNCORO, P., RUSSON, A., VOIGT, M., SANTIKA, T., NOWAK, M., SINGLETON, I., SAPARI, I., MEIDIDIT, A., CHANDRADEWI, D.S., RIPOLL CAPILLA, B., ERMAYANTI,

LEES, C.M. (eds.). 2017. Orangutan Population and Habitat Viability Assessment: Final Report. IUCN/SSC Conservation Breeding Specialist Group, Apple Valley, MN.

UNDP. 2006. Malaysia's Peat Swamp Forests – Conservation and Sustainable Use. United Nations Development Programme (UNDP), Malaysia, April 2006.

VAN EIJK, P. dan LEENMAN, P. 2004. Regeneration of fire degraded peat swamp forest in Berbak National Park and implementation in replanting programmes. Water for Food & Ecosystems Programme project on: "Promoting the river basin and ecosystem approach for sustainable management of SE Asian lowland peat swamp forest" Case study Air Hitam Laut river basin, Jambi Province, Indonesia. Alterra Green World Research, Wageningen, The Netherlands.

VAN DER LAAN, E. 1925. De bosschen van deZuider en Oosterafdeeling van Borneo. *Tectona*, 18, pp 925-952. The Forests of the Southern and Eastern Regions of Borneo. In Dutch.

VAN DER WERF, G. R., DEMPEWOLF, J., TRIGG, S. N., RANDERSON, J. T., KASIBHATIA, P. S., GIGLIO, L., MURDIYARSO, D., PETERS, W., MORTON, D. C., COLLATZ, G. J., DOLMAN, A. J., dan DEFRIES, R. S. 2008. Climate regulations of fire emissions and deforestation in equatorial Asia. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105, hal. 20350-20355.

- WAHYUNTO, NUGORO. K, DAN AGUS, F., 2016, 'Perkembangan Pemetaan dan Distribusi Lahan Gambut di Indonesia', in Agus.F, Anda. M, Jamil. L, and Masganti (Eds) Lahan Gambut Indonesia: Pembentukan, Karakteristik, dan Potensi Mendukung Ketahanan Pangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian, IAARD Press.
- WARDHANA, B. 2016. BRG's Roadmap for Peatland Restoration- Indonesia Peatland Restoration Agency (BRG), Presented at The CBD & FAO Workshop "Forest Ecosystem Restoration", 27 Juni, Bangkok, Thailand.
- WETLANDS INTERNATIONAL – Indonesia programme. 2001. The Greater Berbak- Sembilang Integrated Coastal Wetland Conservation Project – GEF MSP (TF-0240011). Current Threats to Berbak-Sembilang. Workshop Report, Project Document No. 6, hal. 9.
- WETLANDS INTERNATIONAL – INDONESIA PROGRAMME. 2005a. A Guide to the Blocking of Canals and Ditches in Conjunction with the Community. Wetlands International – Indonesia Programme, Bogor, Indonesia.
- WETLANDS INTERNATIONAL – INDONESIA PROGRAMME. 2005b. Manual for the Control of Fire in Peatlands and Peatland Forest. Wetlands International –Indonesia Programme, Bogor, Indonesia.
- WETLANDS INTERNATIONAL, 2016. An approach for taking into account off site impacts. Working paper for RSPO Emission Reduction Working Group. RSPO, Kuala Lumpur. Hal. 8
- WIBISONO, I.T.C. DAN DOHONG, A. 2017. Panduan Teknis Revegetasi Lahan Gambut. Badan Restorasi Gambut (BRG) Republik Indonesia. Jakarta.
- WIDARETNA, K. dan K. JANSSEN. 2017. – Trip Report Riau and Palembang. For: Value Chains Studies on the Berbak Green Prosperity Partnership (BGPP) project funded by MCA-Indonesia. Euroconsult Mott MacDonald and partners, Jakarta, hal. 12.
- WIJEDASA L. S., NISSALO M.A., CHAMCHUMROON V., PUUDJAA, P, JUMRUSCHAY T AND P.C. BOYCE. 2016. *Hanguana thailandica* (Hanguanaceae): A New Peat Swamp Forest Species from Thailand. *Phytotaxa*. 280(2); 195–199. DOI: [10.11646/phytotaxa.280.2.10](https://doi.org/10.11646/phytotaxa.280.2.10)
- WORLD BANK. 2016. The Cost of Fire: An economic analysis of Indonesia's 2015 fire crisis. Indonesia Sustainable Landscapes Knowledge Note: 1. World Bank. Jakarta hal. 16
- WÜST, R. A., & BUSTIN, R. M. 2004. Late Pleistocene and Holocene development of the interior peat- accumulating basin of tropical Tasek Bera, Peninsular Malaysia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 211(3-4), 241-270
- WWF-INDONESIA. 2012. Rewetting of tropical peat swamp forest in Sebangau National Park, Central Kalimantan, Indonesia. WWF-Indonesia, Jakarta. hal. 111
- WWF. 2017. *Final Report Evaluation of the Impacts on WWF Indonesia's Programs in Sebangau National Park*. Sebangau National Park Restoration 2002-2017, unpublished report, WWF Indonesia.

LAMPIRAN 1: GLOSARIUM DAN SINGKATAN

ASEAN	<i>Association of Southeast Asian Nations</i> (Persatuan Negara-Negara Asia Tenggara)		
PPT	Praktik Pengelolaan Terbaik		
BRG	Badan Restorasi Gambut		
PLG	Proyek Lahan Gambut di Kalimantan Tengah		
DID	Departemen Irigasi dan Drainase		
Dipterokarpa	Pohon yang tumbuh di hutan tropis Asia, yang memiliki buah bersayap dan menghasilkan kayu, minyak aromatik, dan resin.		
Ecology	Ilmu tentang hubungan antara organisme dan lingkungannya.		
EIA	<i>Environmental Impact Assessment</i> (Analisis mengenai Dampak Lingkungan)		
EMP	<i>Environmental Management Plan</i> (Rencana Pengelolaan Lingkungan)		
ERWG	<i>Emission Reduction Working Group</i> (Kelompok Kerja Penurunan Emisi)		
ESA	<i>Environmentally Sensitive Area</i> (Kawasan Peka Lingkungan)		
SPBK	Sistem Pemeringkatan Bahaya Kebakaran		
FPIC	<i>Free, Prior, and Informed Consent</i> (Persetujuan Atas Dasar Informasi Awal Tanpa Paksaan)		
FR	<i>Forest Reserve</i> (Cagar Alam Hutan)		
FSC	Forest Stewardship Council		
GA	<i>General Assembly</i> (Majelis Umum)		
GRK	Gas Rumah Kaca		
GPS	<i>Global Positioning Satellite</i>	HGU	Hak Guna Usaha
GWL	<i>Ground Water Level</i> (Tinggi Muka Air)	HGB	Hak Guna Bangunan
Kawasan NKT	Kawasan Nilai Konservasi Tinggi yang penting untuk mempertahankan atau meningkatkan satu atau beberapa NKT:	HLG	Hutan Lindung Gambut
	1. Keaneekaragaman spesies; Keterpusatan keaneekaragaman biologis yang mencakup spesies endemik, dan spesies langka, terancam atau terancam punah, yang signifikan pada level global, regional, atau nasional.	HPH	Izin pembalakan selektif di sebuah konsesi hutan resmi
	2. Ekosistem, mosaik pada level lanskap, dan lanskap hutan utuh yang signifikan pada tingkat global, regional, atau nasional, dan memiliki populasi yang layak dari sebagian	HPT	Hutan Produksi Terbatas
		IUCN	International Union for Conservation of Nature
		KHG	Kesatuan Hidrologis Gambut
		HP	Hak Pakai
		ISPO	Indonesian Sustainable Palm Oil
		IUP	Izin Usaha Perkebunan
		IUP-B	Izin Usaha Perkebunan untuk Budi Daya
		IUP-P	Izin Usaha Perkebunan untuk Pengolahan
		MPOB	Malaysian Palm Oil Board
		MPOC	Malaysian Palm Oil Council
		MSPO	Malaysian Sustainable Palm Oil
			besar spesies alami serta memiliki pola persebaran dan jumlah yang alami.
			3. Ekosistem dan habitat; Ekosistem, habitat, atau refugia langka, terancam, atau terancam punah.
			4. Jasa ekosistem; Jasa ekosistem mendasar dalam situasi penting, termasuk perlindungan daerah tangkapan air dan kontrol erosi pada tanah rentan dan lereng.
			5. Kebutuhan masyarakat; Situs dan sumber daya yang penting untuk memenuhi kebutuhan dasar masyarakat setempat atau masyarakat adat (untuk mata pencaharian, kesehatan, makanan, air, dll.), yang teridentifikasi melalui interaksi dengan komunitas atau masyarakat adat terkait.
			6. Nilai kultural; Situs, sumber daya, habitat, dan lanskap dengan signifikansi kultural, arkeologis, atau sejarah pada tingkat global atau nasional, dan/atau kepentingan kultural, ekologis, ekonomi, atau religi/sakral bagi budaya tradisional masyarakat setempat atau masyarakat adat, yang teridentifikasi melalui interaksi dengan komunitas atau masyarakat adat terkait.

MWL Mean Water Level (Rerata Muka Air)
NPP National Physical Plan (Malaysia)
HHBK Hasil Hutan Bukan Kayu

Oligotropik

Unsur hara tanaman relatif rendah dan mengandung banyak oksigen di bagian yang lebih dalam

Ombrogen

Komunitas vegetasi pembentuk gambut yang terdapat di atas permukaan air tanah. Ombrogen tumbuh terpisah dari flora tanah dan tanah mineral, dan oleh sebab itu bergantung pada air hujan untuk mendapatkan unsur hara. Kurangnya basa terlarut menyebabkan kondisi ombrogen yang sangat masam, sehingga hanya vegetasi khusus yang dapat tumbuh pada tanah gambut tersebut. Gambut ombrogen adalah gambut yang dalam.

P&C Prinsip & Kriteria (RSPO)

PA Protected Areas (Kawasan Lindung)

PASS Potential Acid Sulphate Soil (Tanah asam sulfat potensial)

Komunitas Berfase

Banyak penelitian tentang floristik rawa gambut di Sarawak dan Brunei yang telah dilakukan oleh Anderson (1963). Di rawa gambut berkubah, Anderson menjelaskan tentang enam komunitas berfase (PC1-6) tumbuhan yang tumbuh/bergerak dari tepi menuju tengah kubah. Anderson menggambarkannya sebagai enam komunitas karena analisis serbuk sari dari sampel tanah yang digali di kubah gambut di barat Marudi menunjukkan bahwa perubahan vegetasi di atas kubah selaras dengan urutan jenis vegetasi yang sama dengan kedalaman gambut, yaitu suksesdi dalam waktu. Keunggulan masing-masing komunitas dijelaskan secara ringkas di bawah ini:

PC1: Hutan rawa gambut campuran

Hutan ini berada di bagian gambut dangkal di tepi kubah gambut dan gambut dangkal. Komunitas ini memiliki spesies yang cukup kaya meskipun lebih sedikit dibanding hutan dipterokarpa campuran. Tajuk hutan tidak merata dengan tinggi 40-45 cm. Pohon yang cukup banyak tumbuh antara lain *Dyera lowii*, *Alstonia pneumatophora*, *Parishia sp.*, *Palaquium*

sp., *Diospyros evena*, *Combretocarpus rotandatus*, *Dactylocladus stenostachys*, *Gonystylus bancanus*, dan *Lophopetalum multinervium*. Lapisan bawah sangat bervariasi. Di area yang lebih basah, spesies *Eleiodoxa conferta* tumbuh sangat rapat. Sedangkan di area dengan tajuk terbuka, *Pandanus andersoni* lebih sering ditemukan.

PC2: Hutan Alan Batu

Komposisi komunitas ini terlihat sama dengan PC1, kecuali keberadaan pohon *Shorea albida* yang sangat tinggi (hingga 60 m). Batang pohon ini menyerupai kepala rusa dan berongga, dianggap sebagai jenis kayu yang sangat baik serta digolongkan sebagai kayu keras sedang.

PC3: Hutan Alan Bunga

Keseluruhan tajuk terdiri dari *Shorea albida* dengan tinggi mencapai 50-60 m. Alan bunga memiliki batang yang cukup padat, meskipun kayunya dianggap tidak sebagai alan batu.

PC4: Hutan Padang Alan

Terdapat tajuk tertutup setinggi 35-40 m yang sebagian besar merupakan spesies *Shorea albida*. Hutan ini lebih menyerupai hutan pancang dibanding komunitas lainnya.

PC5: Padang Paya

Jenis hutan ini merupakan yang paling rendah dengan tinggi tajuk 15-20 m. Lingkaran pohonnya kecil dan hutannya sangat rapat. Pohon yang dominan di sini antara lain *Tristaniopsis spp.*, *Parastemon sp.*, dan *Palaquium spp.* Sementara itu, *Shorea albida* hampir tidak ada di hutan ini.

PC6: Padang keruntum

Zona ini sangat berbeda dari zona sebelumnya karena hutannya sangat terbuka dan jelas tidak akan digolongkan sebagai tipe hutan. Zona ini berada di dataran gambut bagian tengah di area yang paling dikembangkan. *Combretocarpus rotandatus* (keruntum) merupakan satu-satunya spesies yang bisa disebut sebagai pohon dan tingginya tidak sampai lebih dari 15 m. Terdapat tumbuhan *Dactylocladus stenostachys*, tetapi lebih mirip semak dibanding pohon. Tanaman yang memperoleh unsur hara dari sumber selain air tanah

cukup banyak ditemukan, seperti *myrmecophytes* dan *Nepenthes spp.* Rupa tanaman ini sangat *xeromorphic* (berduri). Perlu dicatat bahwa PC5 dan PC6 hanya terdapat di rawa gambut Baram/Belait di daerah Marudi. PC1-4 hanya ditemukan di area lain di Sarawak. Kecenderungan bentuk/perawakan hutan di sepanjang kubah gambut ini dianggap sangat berkaitan dengan penurunan kesuburan, peningkatan kejadian tekanan air, dan penyerapan air yang sangat tinggi pada senyawa pertahanan tanaman yang terlarut.

KHG Kesatuan Hidrologis Gambut
PLWG *Peatland Working Group* (Kelompok Kerja Lahan Gambut)

Pneumatophore (Akar napas)
Pneumatophore adalah akar khusus yang tumbuh di atas permukaan air dan memungkinkan tanaman menghirup udara di habitat yang didominasi

genangan air. Akar ini dapat keluar dari batang atau dari keluar tegak lurus dari akar yang terbenam. Permukaan akar napas ditutupi lentisel, yang menghirup udara ke dalam jaringan spons lalu menggunakan jalur osmotik untuk menyebarkan oksigen ke seluruh bagian pohon sesuai kebutuhan.

PNG
Podsol Papua New Guinea (Papua Nugini)
 Tanah dengan ciri-ciri sebagai berikut: Bagian permukaan organik yang berwarna gelap menutupi lapisan putih hingga abu-abu yang terbentuk akibat pencucian/pelindian. Warna pada lapisan berikutnya adalah oranye kemerahan yang dibentuk oleh endapan besi oksida, alumina, dan bahan organik.

PP Peraturan Pemerintah (Indonesia)
RSPO Roundtable on Sustainable Palm Oil
Litbang Penelitian dan Pengembangan
SE Asia *Southeast Asia* (Asia Tenggara)
Sk Surat Keputusan

LAMPIRAN 2: RINGKASAN KERANGKA ACUAN UNTUK RSPO KELOMPOK KERJA LAHAN GAMBUT KEDUA (PLWG-2)

CAKUPAN KERJA

- Memantau tren budi daya sawit di lahan gambut
- Mengajukan penyempurnaan terkait lahan gambut dalam perangkat, standar, dan panduan RSPO (PalmGHG, prosedur penilaian GRK, P&C 2013, NPP, RSPO Next, audit dll.)
- Meninjau dan menganalisis pengalaman dalam melaksanakan PPT RSPO mengenai lahan gambut
- Meninjau dan memperbarui pedoman dalam Panduan RSPO mengenai Praktik Pengelolaan Terbaik (PPT) untuk Budi Daya Sawit yang Sedang Berjalan di Lahan Gambut
- Meninjau dan memperbarui pedoman dalam Panduan RSPO mengenai Praktik Pengelolaan Terbaik (PPT) untuk Pengelolaan dan Rehabilitasi Vegetasi Alami
- Mengawasi penyusunan Panduan penilaian drainase untuk lahan gambut
- Menyusun panduan tambahan dan menajajaki pilihan insentif mengenai pembasahan kembali dan rehabilitasi/konservasi di lahan gambut
- Memberikan panduan mengenai budi daya lahan gambut oleh petani
- Panduan mengenai definisi dan praktik yang tepat secara regional
- Membina atau memandu program penyuluhan dan pengembangan kapasitas yang tepat terkait panduan PPT

KELUARAN YANG DIHARAPKAN

- i. Tinjauan mengenai penilaian tren pada budi daya sawit di lahan gambut dan penggunaan PPT
- ii. Versi terbaru Panduan RSPO mengenai Praktik Pengelolaan Terbaik (PPT) untuk Budi Daya Sawit yang Sedang Berjalan di Lahan Gambut
- iii. Versi terbaru Panduan RSPO mengenai Praktik Pengelolaan Terbaik (PPT) untuk Pengelolaan dan Rehabilitasi Vegetasi Alami yang berkaitan dengan Budi Daya Sawit di Lahan Gambut
- iv. Panduan terkini/baru mengenai penilaian drainase untuk lahan gambut
- v. Panduan baru mengenai budi daya lahan gambut oleh petani
- vi. Materi penjangkauan dan pengembangan kapasitas
- vii. Masukan untuk proses RSPO lainnya

ANGGOTA PLWG

Anggota PLWG2 berikut ini berpartisipasi dalam pertemuan/rapat kelompok kerja dan memberikan masukan atau referensi khusus untuk mendukung pekerjaan kelompok. Dalam persiapan pedoman, keterlibatan afiliasi/keanggotaan benar adanya.

SEKTOR	ANGGOTA SUBSTANTIF	ANGGOTA ALTERNATIF
Pekebun (Malaysia)	1. Jason Foong, KL Kepong Berhad (KLK) 2. Raymond Alfred, IOI Group (IOI)	12. Arif Sugandi/Tey Sey Heng, Applied Agricultural Resources (AAR)
Pekebun (Indonesia)	3. Joshua Mathews, Bumitama Gunajaya Agro (BGA) 4. Gotz Martin, Golden Agri Resources (GAR)	13. Lim Sian Choo, Bumitama Gunajaya Agro (BGA) 14. Richard Kan, Golden Agri Resources (GAR)
Pekebun (ROW)	5. Ian Orrel, New Britain Palm Oil Ltd (NBPOL) 6. Shahrakbah Yacob, Sime Darby(SD)	15. Sim Choon Cheak, Sime Darby (SD)
LSM Sosial	7. Jason Hon, World Wide Fund Malaysia (WWFM) 8. Wida Nindita, Sawit Watch (SW)	16. Riza Harijadudin, Sawit Watch (SW)
LSM Lingkungan	9. Faizal Parish, Global Environment Centre (GEC) 10. Arina Schrier/Kheizrul Abdullah, Wetlands International (WI)	17. Serena Lew/Julia Lo/Muhamad Faizuddin (GEC) 18. Almo Pradana World Resources Institute (WRI)
Pengolah dan Pedagang Minyak Sawit	11. Chin Kaixiang, Bunge Loders Croklaan (BLC)	19. Rianto Sitanggang, Bunge Loders Croklaan (BLC)



LAMPIRAN 3: PANDUAN AUDIT GAMBUT RSPO UNTUK INDIKATOR 7.7.7 P&C RSPO 2018

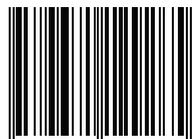
PERSOALAN AUDIT	PERSYARATAN AUDIT	PANDUAN	SIGNIFIKANSI
Konservasi di lahan gambut yang dicadangkan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Terdapat rencana penilaian pengelolaan yang dibuat dan diterapkan untuk area lahan gambut yang akan direhabilitasi dan/atau dikonservasi. Rencana ini dapat disusun secara terpisah atau sebagai bagian dari rencana pengelolaan terpadu bagi semua kawasan konservasi. 2. Lahan gambut yang terdegradasi (jika ada) direhabilitasi melalui restorasi hidrologi, pencegahan kebakaran, revegetasi alami, atau penanaman pohon/tumbuhan asli. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memeriksa laporan dan rencana pengelolaan serta memverifikasi penerapannya di lokasi. 2. Memeriksa laporan pemantauan kawasan konservasi untuk memastikan penerapannya sesuai rencana. 3. Mengunjungi lokasi untuk memverifikasi penerapan langkah-langkah rehabilitasi (jika memungkinkan). 	Tinggi
Pemeliharaan rezim air alami di kawasan konservasi dan lahan yang berdekatan dengan gambut	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengukuran dilakukan di dalam batas perkebunan yang mencegah drainase kawasan konservasi lahan gambut serta NKT atau kawasan konservasi yang berdekatan dengan perkebunan. <ol style="list-style-type: none"> a. Muka air tanah dipertahankan pada tingkat alami yang paling mendekati di kawasan konservasi gambut dan di sepanjang perbatasan perkebunan yang berdekatan dengan NKT serta kawasan konservasi. b. Pengelolaan air (merujuk indikator 7.7.4 dalam panduan audit) di perkebunan tidak boleh meningkatkan risiko kebakaran di area yang berdekatan dengan perkebunan. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memeriksa catatan pemeliharaan tinggi muka air tanah di kanal perbatasan. 2. Mekanisme untuk mengendalikan aksesibilitas di dekat lahan atau air. 	Tinggi
Pencegahan dan pengendalian kebakaran (Kawasan konservasi)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tersedianya rencana pencegahan dan pengendalian kebakaran untuk kawasan konservasi. 2. Tersedia alat pemadam kebakaran yang memadai untuk kebakaran gambut. 3. Petugas telah dilatih untuk mencegah dan mengendalikan kebakaran gambut di kawasan konservasi. 4. Patroli dan pemantauan kebakaran dilakukan secara aktif di kawasan konservasi. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rencana pencegahan dan pengendalian kebakaran tersedia (sebagai rencana terpisah atau terintegrasi dengan rencana perkebunan) dan diterapkan (termasuk permasalahan konsultasi yang diperlukan bersama pemangku kepentingan terkait). 2. Rencana harus mencakup pencegahan dan pengendalian kebakaran. 3. Papan tanda SPBK terpasang, digunakan untuk peringatan dan pencegahan kebakaran dan diperbarui secara berkala. 4. Pelatihan rutin bagi petugas mengenai pencegahan dan respon kebakaran. 5. Alat pemadam kebakaran khusus tersedia dan terawat dengan baik (periksa catatan, dll). 6. Mencatat dan memantau patroli serta menindaklanjuti jika terjadi insiden. 	Tinggi

SUPPORTED BY



LIFAD

Investing in rural people



9 789671 129265