

# IKHTISAR:

## BUKU PANDUAN RSPO UNTUK PRAKTIK PENGELOLAAN TERBAIK (PPT)

BAGI BUDIDAYA KELAPA SAWIT

SEDANG BERJALAN DI LAHAN GAMBUT

***RSPO***

Roundtable on Sustainable Palm Oil



# IKHTISAR: BUKU PANDUAN RSPO UNTUK PRAKTIK PENGELOLAAN TERBAIK (PPT)

BAGI BUDIDAYA KELAPA SAWIT

SEDANG BERJALAN DI LAHAN GAMBUT

**Penulis:**

Peter Lim Kim Huan (Dr)  
Si Siew Lim  
Faizal Parish  
Rosadiana Suharto

**Ikhtisar disusun oleh:**

Si Siew Lim

**RSPO**

Roundtable on Sustainable Palm Oil

## IKHTISAR:

### Buku Panduan RSPO untuk Praktik Pengelolaan Terbaik (PPT)

BAGI BUDIDAYA KELAPA SAWIT  
SEDANG BERJALAN DI LAHAN GAMBUT

Lim, K.H., Lim, S.S., Parish, F. and Suharto, R. (eds) 2012.  
Ikhtisar: Buku Panduan RSPO untuk Praktik Pengelolaan  
Terbaik (PPT) bagi Budidaya Kelapa Sawit Sedang Berjalan di  
Lahan Gambut. RSPO, Kuala Lumpur.

#### Penulis:

Peter Lim Kim Huan (Dr)  
Si Siew Lim  
Faizal Parish  
Rosediana Suharto

#### Ikhtisar disusun oleh:

Si Siew Lim

#### Desain buku:

Yap Ni Yan

*This publication may be reproduced in whole or in part and in any form for educational or non-profit purposes without special permission from the copyright holder, provided acknowledgement of the source is made.*

*No use of this publication may be made for resale or for any other commercial purpose whatsoever without express written consent from the Roundtable on Sustainable Palm Oil.*

#### Please direct all inquiries to

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

rspo@rspo.org  
<http://www.rspo.org/>

Edisi pertama dalam Bahasa Indonesia, yang dirancang untuk layaran digital, e-book, diterbitkan Februari 2014

# RSPO

Roundtable on Sustainable Palm Oil

SUPPORTED BY:

The British  
Government



Foreign &  
Commonwealth  
Office

#### Pernyataan Sangkalan:

*Pernyataan, informasi teknis dan rekomendasi yang tertuang di dalam Ringkasan ini didasarkan atas praktik terbaik dan pengalaman serta disusun oleh para anggota Kelompok Kerja Lahan Gambut (Peatland Working Group/PLWG) RSPO yang didirikan berdasarkan keputusan Majelis Umum RSPO. Panduan yang ada di dalam ikhtisar ini bukan pandangan Sekretariat RSPO atau siapa pun kontributor tulisan yang terlibat di dalamnya secara perorangan, serta sponsor dan pendukung dalam proses penyusunannya.*

*Publikasi Ikhtisar ini bukanlah merupakan suatu upaya dukungan dari RSPO, PLWG, maupun peserta atau pendukung manapun yang berkontribusi terhadap pengembangan perkebunan kelapa sawit di lahan gambut. Telah diupayakan sebaik mungkin untuk membuat Ikhtisar ini selengkap dan sekurap mungkin. Akan tetapi, kealpaan ataupun kesalahan tetap berkemungkinan ada di dalamnya, baik dalam bentuk kesalahan pengetikan maupun dalam substansinya, serta dapat juga substansi tersebut seiring waktu menjadi tergantikan oleh kaidah yang baru. Oleh karena itu, tulisan ini hanya dapat dipergunakan sebagai panduan, bukan sebagai satu-satunya dasar bagi pengelolaan perkebunan di lahan gambut.*

*Pelaksanaan panduan praktik terbaik ini bersifat sukarela dan hasilnya pun akan berbeda-beda karena penyesuaian dengan situasi setempat. RSPO, PLWG maupun segala kontributor atau pendukung proses tidak dapat dimintai tanggung jawab secara hukum atas hasil penerapan panduan ini.*

# UCAPAN TERIMA KASIH

RSPO menghaturkan terima kasih kepada semua anggota PLWG dan para Wakil Direktur (Faizal Parish dari GEC dan Ibu Rosediana dari IPOC) atas usaha kerja keras mereka hingga Ikhtisar ini bisa diselesaikan dengan baik. Demikian pula kami ucapkan terima kasih atas kontribusi para anggota RSPO di Malaysia dan Indonesia. Penghargaan secara khusus kami sampaikan kepada Dr. Peter Lim yang banyak berperan dalam penyusunan naskah Bab 3, Bab 4 dan Bab 6, serta memberikan kontribusi yang sangat penting berupa masukan, studi kasus dan foto-foto. Wetlands International dan GEC memberikan banyak informasi yang termuat di Bab 5. Kunjungan lapang dipandu oleh Sime Darby Berhad (Selangor, Malaysia), Woodman Plantations Sdn. Bhd. (Serawak, Malaysia) dan Indonesia Palm Oil Council/ Yayasan Elang (Riau, Indonesia). Para perwakilan dari kalangan perusahaan dan asosiasi, termasuk di antaranya MPOA dan SAPPOA selama konsultasi bersama para pemangku kepentingan di Serawak, Riau dan Kuala Lumpur, telah memberikan kontribusi yang sangat berguna. Terima kasih juga kami haturkan kepada staf GEC, IPOC dan RSPO yang telah membantu kegiatan dan acara-acara pertemuan PLWG. Karya-karya foto terutama merupakan kontribusi dari Peter Lim, Gusti Z Anshari, Marcel Silvius, Jimmy Tan, Pupathy Uthrapathy Thandapani bersama dengan para anggota PLWG lainnya. Penyusunan dan penyuntingan naskah yang dilakukan oleh Si Siew Lim dari Grassroots juga sangat kami hargai.

iii

Pendanaan untuk mendukung PLWG diberikan oleh RSPO dan beberapa institusi pemerintahan negara Inggris. Kontribusi oleh Staf GEC didukung melalui hibah dari IFAD-GEF (Proyek Hutan Gambut ASEAN) dan Uni Eropa (Proyek SEAPEAT).



# DAFTAR ISI

—	UCAPAN TERIMA KASIH	III
—	DAFTAR ISI	V
1.0	PENDAHULUAN	1
2.0	KARAKTERISTIK GAMBUT TROPIS	4
3.0	PRAKTIK MANAJEMEN TERBAIK (PPT): BUDIDAYA KELAPA SAWIT SEDANG BERJALAN DI LAHAN GAMBUT	13
4.0	PRAKTIK MANAJEMEN TERBAIK (PPT): ISU-ISU OPERASIONAL	29
5.0	PRAKTIK MANAJEMEN TERBAIK (PPT): ISU-ISU LINGKUNGAN DAN SOSIAL	31
6.0	PRAKTIK MANAJEMEN TERBAIK (PPT): PENELITIAN & PENGEMBANGAN, MONITORING DAN DOKUMENTASI	38
7.0	BUDIDAYA KELAPA SAWIT DI LAHAN GAMBUT OLEH PERKEBUNAN SKALA KECIL	40
—	DAFTAR PUSTAKA	41

v



# 1.0: PENDAHULUAN

‘Buku Panduan RSPO untuk Praktik Pengelolaan Terbaik bagi Budidaya Kelapa Sawit Sedang Berjalan di Lahan Gambut’ (dalam dokumen ini disebut “PPT”) ini disusun untuk menindaklanjuti keputusan Majelis Umum ke-6 (GA-6) Roundtable on Sustainable Palm Oil (“RSPO”) bulan November 2009 bertujuan untuk memberikan panduan peningkatan hasil panen dalam kegiatan budidaya kelapa sawit yang saat ini masih berjalan di lahan gambut, dan untuk mengangkat isu-isu yang terkait dengan emisi Gas Rumah Kaca (“GRK”), pengelolaan air, subsidi lahan gambut serta dampak-dampak lainnya yang mempengaruhi keberlanjutan budidaya kelapa sawit di lahan gambut.

Panduan ini dibuat melalui proses konsultasi yang diselenggarakan oleh Kelompok Kerja Lahan Gambut (Peatland Working Group/“PLWG”) RSPO. PLWG mengadakan enam pertemuan di berbagai daerah di Malaysia dan Indonesia dalam rentang waktu antara April 2010 sampai September 2011. PLWG merangkai pengalaman perusahaan-perusahaan anggota dan non-anggota RSPO, melakukan kunjungan ke perkebunan-perkebunan kelapa sawit yang berada di lahan gambut, baik yang berskala besar maupun kecil, serta menggelar forum-forum konsultasi bersama para pemangku kepentingan publik di Sumatera, Semenanjung Malaysia dan Serawak untuk menghimpun masukan bagi penyusunan Pedoman ini. Penyusunan draf utama dokumen ini difasilitasi oleh Peter Lim dari PT Bumitama Gunajaya Agro, akan tetapi perubahan dan kontribusi lanjutannya diberikan oleh sekian banyak anggota PLWG dan pihak-pihak eksternal lainnya. Draft tersebut kami edarkan untuk dikomentari oleh para pemangku kepentingan. Panduan ini dimutakhirkan setelah mendapatkan 12 kali revisi untuk memastikan adanya konsultasi yang luas dengan mempertimbangkan pendapat-pendapat yang berimbang dan praktis.

Tujuan ‘Buku Panduan RSPO untuk Praktik Pengelolaan Terbaik bagi Budidaya Kelapa Sawit Sedang Berjalan di Lahan Gambut’ adalah untuk memberikan serangkaian panduan praktis PPT penting guna meningkatkan manajemen budidaya kelapa sawit yang masih berjalan (existing plantation) di lahan gambut tropis. Selain itu, dokumen ini juga bertujuan untuk mengurangi dampak buruk terhadap lingkungan, khususnya subsidi dan emisi GRK. Panduan ini dapat diaplikasikan baik pada perkebunan berskala besar kelapa sawit yang pada saat ini masih berjalan di lahan gambut maupun yang berskala menengah dan kecil.

Panduan ini menghimpun pengalaman lebih dari 30 tahun di Asia Tenggara dalam budidaya kelapa sawit di lahan gambut, juga penelitian-penelitian terbaru terhadap emisi GRK dan pengelolaan air. Panduan ini juga menghimpun dan mengacu pada regulasi serta panduan nasional yang ada, khususnya di Malaysia dan Indonesia — dua negara dengan wilayah perkebunan kelapa sawit lahan gambut terbesar.

Panduan ini merupakan langkah awal yang ditempuh RSPO untuk memberikan arahan kepada para anggotanya, khususnya pihak produsen, sebagai tanggapan atas keinginan para pemangku kepentingan untuk memajukan penerapan PPT serta mengurangi dampak negatif dari budidaya kelapa sawit di lahan gambut. Diharapkan pula agar para pembaca panduan ini akan dapat memahami lebih baik hambatan-hambatan budidaya kelapa sawit di lahan gambut beserta implikasi jangka panjangnya, khususnya permasalahan subsidi, yang di banyak lokasi telah menunjukkan akan mengurangi potensi masa pakai jangka panjang perkebunan.

- 2 Kendati budidaya kelapa sawit yang saat ini masih berjalan di lahan gambut tropis telah membawa manfaat ekonomi dan sosial di Indonesia dan Malaysia, masih dibutuhkan perhatian yang tinggi oleh perkebunan-perkebunan yang bersangkutan untuk meminimalkan emisi GRK serta potensi dampak lingkungan, khususnya jika PPT tidak diterapkan secara efektif. Prinsip RSPO tentang komitmen peningkatan berkesinambungan harus senantiasa diberikan perhatian lebih. Disadari pula bahwa sektor perkebunan kecil akan membutuhkan lebih banyak panduan teknis dan dukungan finansial demi implementasi PPT secara efektif.

## LATAR BELAKANG BUDIDAYA KELAPA SAWIT DI LAHAN GAMBUT

Pada 30 tahun terakhir, perkebunan kelapa sawit mengalami pertumbuhan yang sangat pesat di Asia Tenggara (khususnya Indonesia dan Malaysia). Luasnya saat ini mencapai sekitar 12,5 juta hektar. Pada mulanya, budidaya kelapa sawit hanya dilakukan di atas tanah mineral, sedangkan lahan gambut dipandang kurang sesuai. Alasan dari pendapat ini sebagian karena adanya pengalaman buruk saat pertama kali melakukan penanaman di lahan-lahan semacam ini. Masalah-masalah tersebut sebagian besar juga disebabkan kurangnya pemahaman terhadap struktur dan hidrologi lahan gambut.

Di awal tahun 1960an, tanaman perkebunan seperti karet, diikuti kelapa sawit, mulai ditanam di lahan gambut. Tetapi, kurang berhasil karena masih memanfaatkan saluran air berukuran besar untuk membuang kelebihan air. Di tahun 1986, kerja rintisan yang dilakukan oleh United Plantations di Semenanjung Malaysia (Gurmit *et al.*, 1986) memperkenalkan pengendalian air dan pengelolaan zat hara yang secara signifikan telah meningkatkan potensi keberhasilan budidaya kelapa sawit di lahan gambut.

Pada 20 tahun terakhir ini, perpaduan pengembangan teknologi baru di bidang pengelolaan air dan ilmu tanah untuk budidaya kelapa sawit di lahan gambut serta keputusan perencanaan pemerintah di beberapa wilayah telah mendorong perluasan perkebunan kelapa sawit di lahan gambut. Pada saat ini diperkirakan terdapat sekitar 2,4 juta hektar perkebunan kelapa sawit di lahan gambut, di mana sekitar 20 persennya berada di wilayah Asia Tenggara yang merupakan 10 % dari keseluruhan lahan gambut yang ada di wilayah ini. Hingga kini, 666.038 hektar lahan gambut di Malaysia (437.174 hektar di Serawak, 207.458 hektar Semenanjung, dan 21.406 hektar di Sabah) (Omar *et al.*, 2010) dan sekitar 1.710.000 hektar di Indonesia (1.400.000 hektar di Sumatera, dan 310.000 hektar di Kalimantan) (Agus *et al.*, 2011) telah dikembangkan sebagai perkebunan kelapa sawit.

Lahan gambut memiliki keragaman sifat fisika dan kimia. Tidak semua jenis gambut produktif dan mudah dikelola. Dibutuhkan keterampilan, perencanaan dan penerapan PPT yang sungguh-sungguh, demikian pula pengetahuan dan pemahaman tentang gambut diperlukan guna mengurangi beberapa dampak yang ditimbulkan budidaya kelapa sawit di lahan gambut serta meningkatkan hasil. Pertimbangan lingkungan jangka panjang dan aspek-aspek sosial perlu diperhitungkan dalam penanaman di lahan gambut, khususnya dalam rangka meminimalkan subsidi dan mengurangi emisi GRK.

Secara umum dipahami bahwa penanaman kelapa sawit di lahan gambut menguras begitu banyak tenaga dan biaya jika dibandingkan dengan di tanah mineral. Bertambahnya biaya operasional terjadi sebagai akibat adanya tambahan kerja penyiapan lahan, perawatan jalan/saluran air serta pengelolaan air.

## 2.0: KARAKTERISTIK GAMBUT TROPIS

### DEFINISI GAMBUT

Terdapat sejumlah definisi bagi gambut, dan yang paling tepat bagi gambut tropis (disadur dengan penyesuaian dari Staf Survei Tanah, 2010) adalah:

***Tanah gambut tropis (Histosol) didefinisikan sebagai tanah organik yang mengandung 65% atau lebih bahan organik dengan kedalaman sekitar 50 cm atau lebih.***

Tanah jenis ini ditandai dengan adanya serat-serat kayu, dan dalam kondisi terendam jenuh air selama 30 hari berturut-turut atau lebih dalam setahun dengan kondisi iklim normal.

Kebanyakan gambut tropis tergolong sebagai tanah Histosol dan sub golongan Fibrik dan Hemik. Tanah gambut terdiri dari biomassa terdekomposisi sebagian yang terbentuk ketika kecepatan produksi biomassa tumbuhan lebih besar daripada kecepatan dekomposisinya. Kecepatan dekomposisi berkurang dengan adanya muka air tanah yang tinggi secara permanen, sehingga mencegah penguraian aerobik sisa-sisa tumbuhan (Andriess, 1988; Driessen, 1978).

Berbeda halnya dengan lahan gambut di daerah beriklim sedang dan sub-arktik, yang utamanya terbentuk dari lumut Sphagnum (yaitu lumut yang terdiri dari serat yang sangat halus), sedangkan gambut tropis terbentuk di bawah naungan vegetasi hutan dan dihasilkan dari material berkayu yang kasar. Gambut tropis terbentuk lebih cepat (kebanyakan gambut di Asia Tenggara mulai terbentuk sejak 4.000-7.000 tahun yang lalu) dan terdekomposisi lebih cepat jika terpapar kondisi aerobik (Paramanathan, 2008). Namun demikian, lahan gambut sangatlah bervariasi sesuai dengan asal-usul dan hidrologi mereka. Salah satu perbedaan yang penting adalah antara gambut ombrogen dan topogen. Gambut topogen biasanya terdapat di daerah yang lebih sempit, lebih dangkal dan sangat dekat dengan dataran tinggi di sekitarnya dibandingkan gambut ombrogen.

Anderson (1961) telah mempelajari struktur rawa gambut di Serawak dengan cara melakukan survei ketinggian dan pengeboran ke lapisan tanah bagian bawah. Di banyak sistem, terjadi peningkatan ketinggian gambut di daerah-daerah yang diapit oleh sungai-sungai berdampingan (lihat **Gambar 1**). Perlu diperhatikan bahwa lahan gambut yang berbentuk kubah ini memperoleh air hanya dari curahan air hujan, dan bukan dari air tanah dalam. Sebagai akibatnya, lahan gambut semacam ini miskin hara atau bersifat oligotropis.

## KEDALAMAN, HORIZON DAN TOPOGRAFI GAMBUT

Pada kondisi yang alami, lahan gambut pada umumnya memiliki muka air tanah yang tinggi dan selalu terendam air dengan komponen-komponen kayu yang tetap utuh pada kondisi anaerobik yang terus menerus. Setelah tanah gambut dikeringkan, terjadilah proses oksidasi yang mengakibatkan dekomposisi dan mineralisasi zat-zat organik. Sehingga, adalah lazim menemukan profil tanah gambut yang dikeringkan terdiri dari tiga horizon yang dibedakan dengan adanya lapisan saprik (terurai sebagian besarnya), hemik (terurai sebagian) dan fibrik (mentah, tidak terurai). Tanah gambut yang agak dalam, khususnya di Serawak, cenderung kurang terdekomposisi (lebih banyak serat kayunya), akan tetapi setelah lahan gambut dikeringkan dan diolah, penguraian pun meningkat. Ketebalan ketiga horizon ini bervariasi tergantung air muka tanah dan praktik budidayanya. Lapisan saprik dapat semakin menebal lebih dalam pada gambut yang mengalami pengeringan.

Karena dekat dengan area pantai, maka substrat tanah biasanya terdiri dari lempung pantai (kerap bersifat sulfida), tanah aluvial sungai atau pasir. Klasifikasi gambut menurut kedalamannya sebagaimana ditunjukkan **Tabel 1** sudah diterima secara luas (Lim, 1989).

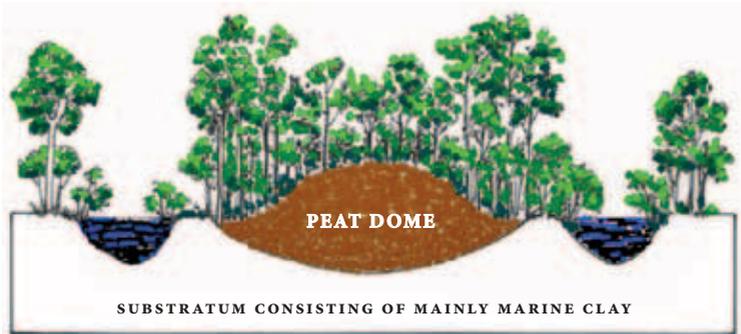
5

Golongan	Kedalaman (m)
Dangkal	0.5 - 1.0
Agak dalam	1.0 - 3.0
Dalam	> 3.0

*Tabel 1: Klasifikasi gambut (menurut segmen kedalaman).*

Gambut tropis memiliki ciri topografi berbentuk kubah. Kedalaman gambut biasanya meningkat menuju pusat cekungan. Mayoritas rawa gambut umumnya meningkat 4-9m di atas aliran sungai terdekat. Tinggi lereng permukaan bervariasi antara 1-2m per km (Melling & Ryusuke, 2002).

Lihat **Gambar 1** yang mengilustrasikan penampang lintang gambut.



Gambar 1: Diagram skematik penampang lintang lahan gambut (Sumber: M. J. Silvius, Wetlands International).

CATATAN: Pada kondisi riil di lapangan, lengkung kubah gambut jauh lebih landai.

## SIFAT FISIO-KIMIA DAN KESUBURAN LAHAN GAMBUT YANG DIKERINGKAN

Yang dimaksud dengan sifat-sifat fisik gambut itu adalah yang berhubungan dengan warna, tingkat kelembaban, hilang pijar (loss on ignition), kerapatan limbak (bulk density)/porositas dan daya simpan air. Semua ini secara umum dirangkum oleh Mohd. Tayeb (2005) sebagai berikut.

- Warna gelap, biasanya cokelat sampai cokelat pekat (tergantung tahap penguraiannya).
- Kandungan zat organik yang tinggi (nilai hilang pijar di atas 65%), termasuk bahan kayu tak terurai hingga semi-terurai dalam bentuk tunggul, gelondongan, cabang dan akar ukuran besar.
- Muka air tanah yang tinggi dan kerap tergenang pada kondisi alami sehingga merupakan lingkungan anaerobik.
- Kandungan air yang tinggi dan kapasitas simpan air 15-30 kali dari bobot keringnya (Tay, 1969). Hal ini mengakibatkan daya apung yang tinggi dan volume pori yang tinggi yang menghasilkan kerapatan limbak yang rendah (sekitar  $0,10\text{g/cm}^3$ ) dan daya topang tanah yang juga rendah.
- Mengalami oksidasi, pengerutan, penggabungan dan subsidensi setelah dikeringkan.
- Kerapatan limbak yang rendah ( $0,10\text{-}0,15\text{g/cm}^3$ ) pada gambut yang dikeringkan, menghasilkan porositas yang tinggi (85-90%) serta kondisi alas tanah yang lembek. Laju infiltrasi awal sangat tinggi, berkisar antara  $400\text{-}500\text{cm/jam}$  (Lim, 2005a). Tingkat pencucian hara tanah yang tinggi diperkirakan terjadi sepanjang musim penghujan.

Komposisi kimia gambut dipengaruhi oleh jenis gambutnya. Makin tua dan tebal horizon organiknya, maka lapis-lapis permukaannya semakin miskin hara. Jika tanah tersebut digenangi air secara teratur, maka ia memiliki kandungan mineral yang lebih tinggi dan lebih subur.

Kesuburan gambut yang dikeringkan tergantung pada kandungan bahan berkayu, tingkat penguraian dan sifat fisio-kimiawinya. Gambut tropis umumnya bersifat asam (pH 3-4): kandungan inheren Mg dan Ca gambut sangatlah tinggi jika dibandingkan kandungan K-nya. Total kandungan nitrogen dalam gambut yang dikeringkan umumnya tinggi pada generasi tanam pertama di lahan gambut. Dengan kandungan karbon lebih dari 40%, maka rasio C/N pun sangat tinggi, sehingga mempengaruhi mineralisasi N pada gambut. Ketersediaan N dalam gambut untuk pertumbuhan pohon sawit dipengaruhi oleh kelembaban tanah, yang lebih banyak terjadi pada saat kondisi lemban, tidak sampai tergenang.

## SUBSIDENSI GAMBUT

Pada kondisi alami, rawa-rawa gambut tetap tergenang air dengan muka air tanah yang tinggi pada atau di dekat permukaannya. Untuk memanfaatkan gambut sebagai lahan budidaya kelapa sawit, dibutuhkan drainase terkendali untuk menghilangkan kelebihan air dan menurunkan muka air tanah hingga kedalaman yang dibutuhkan kelapa sawit sesuai PPT, yaitu sekitar 40-60cm dari permukaan gambut (ketinggian air 50-70cm di saluran pengumpul).

Dampak penting drainase adalah subsidensi permukaan gambut. Subsidensi terjadi sebagai akibat gabungan oksidasi dan pengerutan bahan-bahan organik akibat drainase. Pada lahan gambut tropis, oksidasi biologis merupakan kontributor utama terjadinya subsidensi (Andriessse, 1988) dengan estimasi kontribusi jangka panjang sampai dengan 90% (Stephens *et al.*, 1984; Hooijer *et al.* 2012). Dampak-dampak ihni tidak bisa dihentikan selama muka air tanah berada di bawah permukaan gambut (Tie, 2004). Secara umum, makin rendah muka air tanah, subsidensi terjadi makin cepat. Namun demikian, kedalaman muka air tanah bukanlah satu-satunya pengendali terjadinya subsidensi karena telah lama diketahui bahwa oksidasi gambut juga dikendalikan oleh suhu tanah dan lain-lain faktor (Stephens *et al.*, 1984; Andriessse, 1988). Oleh karena itu, subsidensi yang signifikan akan terus berlangsung karena oksidasi gambut tidak bisa dihentikan, bahkan pada muka air yang paling tinggi sekalipun di perkebunan.

Subsistensi juga disertai emisi GRK. Proses oksidasi yang diuraikan di atas yang terjadi sebagai akibat drainase mengakibatkan terjadinya emisi CO<sub>2</sub> sebanyak 35 hingga lebih dari 80 ton CO<sub>2</sub>/ha/tahun (tergantung jenis gambut, kedalaman saluran buang, suhu tanah dan faktor-faktor lainnya), sehingga menghilangkan karbon tanah yang berakibat terjadinya subsistensi. Oleh karenanya, disarankan untuk meminimalkan drainase agar dapat mengurangi emisi GRK. Namun demikian, bahkan dengan drainase yang optimal sebesar 40-60cm di lahan sekalipun, perkebunan kelapa sawit masih memiliki jejak karbon yang signifikan sekitar 60 ton CO<sub>2</sub>/ha/tahun (dikutip dari Page *et al.*, 2011; Hoojier *et al.*, 2012; dan Jauhiainen *et al.*, 2012). Secara umum, mempertahankan muka air yang tinggi selama masih dapat ditoleransi oleh kelapa sawit akan membantu mengurangi subsistensi gambut dan emisi CO<sub>2</sub>.

Tantangan dalam melakukan budidaya kelapa sawit di lahan gambut sudah didokumentasikan oleh para perintis di bidang ini, khususnya United Plantations. Di daerah-daerah dengan lahan gambut dalam (misalnya Serawak, Malaysia), tantangan tersebut menjadi lebih berat, sementara perhatian yang dibutuhkan terhadap pengelolaan subsistensi yang baik atas keseluruhan daur hidup adalah hal yang krusial untuk memperpanjang rentang usia perkebunan.

Laju subsistensi sangat bervariasi tergantung jenis gambut (tahap degradasi, kerapatan limbak dan kandungan mineral), kedalaman saluran buang, curah hujan, suhu tanah, tanaman pelindung dan pengelolaan lahan. Semakin berserat dengan kerapatan limbak dan kadar abu yang rendah, semakin tinggi kecepatan subsistensinya, dan semakin berkurang perlambatan subsistensi gambut dalam jangka panjang.

Cara paling praktis untuk meminimalkan subsistensi, setelah dibangunnya perkebunan di lahan gambut, adalah menjaga muka air tanah setinggi yang dibutuhkan tanaman dan lahan. Hal ini untuk memperpanjang periode budidaya perkebunan kelapa sawit di lahan gambut. Pembakaran terbuka selama penyiapan lahan harus dihindari karena akan mempercepat laju subsistensi yang tidak merata, sekaligus oksidasi permukaan gambut. Dengan memperlambat laju subsistensi, maka masa ekonomis suatu wilayah gambut dapat diperpanjang untuk budidaya kelapa sawit. Dengan pengelolaan muka air dan pemadatan yang baik, emisi CO<sub>2</sub> dan kebakaran lahan gambut juga dapat diminimalkan. Akan tetapi dalam jangka panjang, kerusakan total lapisan gambut yang mengalami pengeringan/drainase tidak dapat dihindari, sehingga adalah penting — sebagai

bagian dari PPT — untuk menghentikan drainase terus menerus dalam rangka penanaman kelapa sawit sebelum menemui kondisi di mana lahan gambut tidak lagi bisa dikeringkan dan juga untuk meminimalkan kehilangan lebih jauh atau degradasi yang semakin parah. Hal ini yang merupakan bagian dari PPT penting untuk dilakukan, khususnya di daerah-daerah gambut yang dikeringkan dialasi oleh potensial tanah sulfat masam, atau berada di bawah (atau dapat surut hingga ke bawah) ketinggian banjir periode 5 tahun.

Drainase berlebih (di mana tinggi muka air tanah > 60 cm dari permukaan gambut atau 70cm di saluran pengumpul) akan mempercepat laju subsidensi. Selain itu, pembakaran dan drainase permukaan di daerah-daerah dengan tanaman penutup yang rendah dapat berakibat pada kekeringan koloida organik yang tak bisa dipulihkan, membentuk bulir tanah yang keras selama musim kemarau yang berkepanjangan sehingga mengakibatkan media tumbuh yang buruk baik secara fisik dan kimia. Memelihara tutupan lahan dari tumbuhan alami semisal *Nephrolepis biserrata* atau lumut akan membantu mempertahankan kelembaban gambut di permukaan dan memperkecil terjadinya pengeringan yang tak terpulihkan.

## KENDALA BUDIDAYA KELAPA SAWIT DI LAHAN GAMBUT

Dalam kondisinya yang alami, beberapa lahan gambut (tergantung jenisnya) kurang cocok ditanami kelapa sawit karena tidak menyediakan penjangkaran akar dan zat hara yang cukup untuk sawit. Untuk memperbaiki manajemen perkebunan yang ada, kendala-kendala ini harus ditangani dalam rangka meningkatkan produktivitas perkebunan dan memperkecil dampak buruk terhadap lingkungan (Mohd Tayeb, 2005).

Kendala-kendala utama dalam penanaman kelapa sawit di lahan gambut tropis dapat diringkas sebagai berikut:

<b>Pengelolaan air</b>	Adanya area ketinggian dari kubah gambut yang cenderung mengalami drainase berlebih ( <i>over-drainage</i> ), bidang-bidang tanah yang tergenang dan sulit untuk dikeringkan dengan memanfaatkan gaya gravitasi dan adanya muka air tanah yang berfluktuasi dengan sangat cepat. Semua ini merupakan tantangan bagi pengelolaan air yang efektif dan penting bagi hasil panen kelapa sawit yang tinggi di lahan gambut.
<b>Subsidensi</b>	Subsidensi gambut setelah mengalami drainase sangat memengaruhi penjangkaran akar sawit dan masa pakai ekonomis gambut bagi penanaman kelapa sawit. Subsidensi yang berlangsung terus menerus dapat menyebabkan sejumlah area yang tadinya bisa dikeringkan dengan memanfaatkan gaya gravitasi menjadi tidak bisa lagi dikeringkan setelah ditanami kelapa sawit selama beberapa tahun. Pengelolaan air yang efektif dibutuhkan untuk memperlambat laju subsidensi. Pertanaman dan pemadatan tanah yang dalam dibutuhkan demi mengurangi masalah condong/rubuhnya pohon sawit.

<b>Kondisi tanah lembek</b>	Kondisi tanah gambut yang lembek sangat mengganggu mekanisasi dan mempertinggi biaya konstruksi/perawatan jalan dan saluran pembuangan. Biaya awal pembangunan di lahan gambut dalam (tebal) menjadi lebih tinggi secara signifikan dibanding dengan pembangunan di atas tanah mineral.
<b>Kandungan hara yang rendah dan tak seimbang</b>	Gambut memiliki kandungan hara yang rendah dan tak seimbang. Kandungan K jauh lebih rendah ketimbang Mg dan Ca. Hal ini berdampak antagonis terhadap serapan K oleh kelapa sawit di lahan gambut. Demikian pula terdapat masalah dengan pemantapan unsur mikro ( <i>trace element</i> ) khususnya Cu dan Zn, yang sangat dipengaruhi oleh jenis gambut dan ketersediaan air, menjadi semakin parah dalam situasi drainase berlebihan. Disarankan untuk melakukan pemupukan pada waktu yang tepat untuk menghindari musim hujan dan mempraktikkan manajemen agronomi yang baik agar efisiensi aplikasi pupuk di lahan gambut semakin optimal.
<b>Hama</b>	Sifat lembab dan berkayu pada gambut yang dalam itu sangat disukai sejumlah hama kelapa sawit utamanya rayap, penggerek tandan <i>Tirathaba</i> dan kumbang tanduk. Gulma juga tumbuh lebih cepat di lahan gambut.

## MENGURANGI DAMPAK BURUK LINGKUNGAN JANGKA PANJANG

Budidaya kelapa sawit di lahan gambut bukan satu-satunya tantangan dari perspektif agronomi. Ada pula dampak potensial yang luas akibat pengembangan kelapa sawit di lahan gambut. Dampak-dampak ini kerap bersifat khusus terhadap lingkungan atau ekosistem gambut. Aneka ragam potensi dampak sosial dan lingkungan yang spesifik dari pengembangan kelapa sawit di lahan gambut di antaranya adalah penurunan muka tanah (subsidence), banjir, kelangkaan dan pencemaran air, kebakaran dan pencemaran udara, hilangnya habitat dan perubahan keanekaragaman hayati sekaligus pergeseran sosial ekonomi.

Topik-topik berikut merupakan elemen-elemen krusial untuk mengurangi dampak buruk lingkungan jangka panjang yang diakibatkan budidaya kelapa sawit di lahan gambut.

## MENGURANGI SUBSIDENSI

Penurunan permukaan gambut secara terus menerus dapat menyebabkan area-area yang semula dapat dikeringkan secara alami dengan gaya gravitasi, menjadi tidak bisa dikeringkan lagi setelah beberapa tahun berlangsungnya penurunan permukaan air. Area-area ini bisa semakin menyebar, khususnya di dataran rendah pantai Asia Tenggara di mana pergeseran tektonik selama lebih 8.000 tahun terakhir telah mengurangi

ketinggian/elevasi banyak dataran rendah pantai (pantai timur Sumatera, dataran pantai Serawak, pantai barat Malaysia Barat) dan dengan naiknya permukaan laut, menyebabkan bagian dasar hingga 70% kubah gambut turun ke bawah Rata-Rata Muka Air (MWL) sungai dan laut. Ini berarti bahwa dalam jangka panjang banyak perkebunan kelapa sawit di lahan gambut menjadi rawan banjir dan rawan intrusi air laut (Andriess, 1988). Dalam rangka mengurangi masalah ini dan memperlambat hilangnya kemampuan drainase, maka drainase perlu diminimalkan atau dihentikan sebelum area gambut tersebut menjadi kekeringan.

Penting diperhatikan bahwa penerapan pengelolaan air yang baik dan PPT lainnya akan mengurangi subsidi, tetapi tidak dapat menghentikannya secara total, dengan berjalan waktu akan menimbulkan masalah-masalah terkait kemampuan drainasenya dalam jangka panjang. Oleh sebab itu dalam jangka waktu menengah atau jangka panjang (tergantung kondisi hidrologis setempat), perlu diidentifikasi pemanfaatan alternatif yang bisa dilakukan bagi area-area yang kini dimanfaatkan sebagai wilayah perkebunan.

## **PENGAJIAN SEBELUM PENANAMAN KEMBALI**

Harus dilakukan pengkajian/penilaian sebelum melakukan penanaman kembali untuk memperkirakan potensi manfaat dan biaya, termasuk kajian terhadap tingkat kemampuan drainase untuk mengidentifikasi setiap masalah akibat adanya lapisan gambut yang dangkal yang dialasi tanah bermasalah atau tidak cocok, misalnya tanah sulfat masam, tanah berpasir, dan lain-lain. Aspek kunci untuk keberhasilan kajian adalah mengidentifikasi dan menghindari penanaman kembali di daerah-daerah yang kurang produktif dan rawan banjir atau yang nantinya bakal mengalami banjir yang berasal dari alam di sekitarnya. Kajian tersebut harus menganalisa potensi ekonomis masa pakai perkebunan berkenaan dampak subsidi dan potensi pemanfaatannya di masa depan. Kajian tersebut harus meliputi investigasi hidrologi dan tanah yang tepat serta pemodelan subsidi dan potensi dampak banjir.

## MENGAJI POTENSI DRAINASE

Potensi drainase gambut berkubah bergantung pada drainase dengan memanfaatkan gaya gravitasi (*gravity drainage*) terhadap sungai-sungai yang terdekat. Kemiringan muka air minimal dalam sistem drainase disyaratkan sekitar 20cm/km panjang kanal, agar potensi drainase yang potensial dapat dicapai. Dengan subsidensi yang terus menerus maka lahan gambut bisa kehilangan potensi *gravity drainage*-nya. Drainase dengan pompa bukanlah pilihan yang tepat untuk tanah gambut tropis karena biaya pemompaan kelebihan air itu terlalu tinggi untuk hutan hujan tropis. Pengukuran level topografis aktual, termasuk kedalaman ke lapis tanah mineral, disyaratkan untuk mengetahui potensi drainasenya (van den Eelaart, 2005). Pengukuran-pengukuran ini harus meliputi pula level topografi dari muka air pada sungai yang terdekat selama puncak musim hujan. Dengan menggunakan model (Duflow) maka tata letak kanal drainase dan persambungannya ke sungai yang terdekat, potensi drainase yang sesungguhnya dapat diketahui. Permodelannya harus dibuat untuk pemanfaatan lahan yang beragam beserta muka air tanah dalam yang dibutuhkan haruslah dibuat dan dengan menggunakan tolok ukur hidrologi serta perkiraan curah hujan harian selama musim penghujan. Oleh karena potensi drainase aktual belum tentu bisa dipertahankan hingga waktu mendatang, maka pembuatan model Duflow harus diulang berdasarkan subsidensi terduga pada masing-masing gambut masing-masing selama 10 tahun, 20 tahun dan 40 tahun usai reklamasi. Model Duflow ini akan menghasilkan estimasi terbaik bagi keberlanjutan pemanfaatan lahan, baik yang sedang berlangsung atau masih diusulkan di atas kubah gambut ombrogen.

12

## PERENCANAAN PASCA PAKAI

Dalam kasus dimana penilaian pada akhir siklus tanam (atau dalam masa siklus perkebunan) menunjukkan bahwa beberapa area dari perkebunan tidak mungkin dikeringkan atau kemungkinan segera akan kekeringan disebabkan subsidensi, atau lapisan di bawahnya adalah tanah sulfat masam atau pasir kuarsa maka seharusnya diputuskan bahwa area tersebut tidak sesuai untuk dilanjutkan sebagai perkebunan sawit. Daripada area-area ini dibiarkan terlantar, maka penting untuk memikirkan langkah pasca pakai lahan yang tepat. Pasca pakai yang tepat dapat terdiri dari restorasi vegetasi tutupan hutan rawa gambut atau menanam spesies pohon rawa gambut asli yang bernilai komersial.

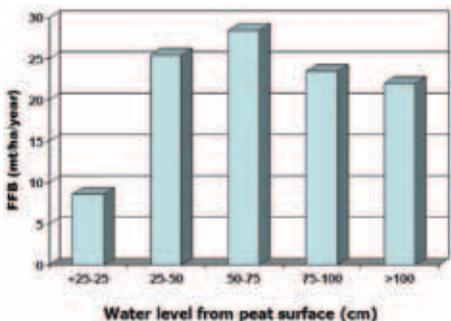
# 3.0: PRAKTIK MANAJEMEN TERBAIK (PPT): BUDIDAYA KELAPA SAWIT LAHAN GAMBUT

Untuk mengurangi dampak negatif perkebunan kelapa sawit di lahan gambut, PPT perlu diterapkan. PPT di lahan gambut dapat didefinisikan sebagai sekumpulan praktik, yang menghasilkan emisi GRK, subsidiensi, dampak lingkungan dan sosial yang minimal seraya mempertahankan hasil ekonomis yang tinggi. Agar PPT berjalan dengan efektif, terlaksana dengan baik, maka monitoring dan dokumentasi menjadi penting. Bila memungkinkan, PPT itu harus pula diukur dan dikuantifikasi.

## PENGELOLAAN AIR

Pengelolaan air yang efektif merupakan kunci bagi produktivitas perkebunan kelapa sawit yang tinggi di lahan gambut. Ketersediaan dan pengelolaan air yang baik merupakan hal penting bagi pertumbuhan sawit yang sehat dan hasil panen yang melimpah. Air yang terlalu sedikit atau terlalu banyak di perakaran pohon sawit akan memengaruhi asupan zat hara dan produksi TBS (lihat **Gambar 2**). Mayoritas akar penyerapan hara pohon sawit terkonsentrasi di bagian atas yaitu 50 cm lapis gambut; karena itu zona ini tidak boleh jenuh air. Karena inilah, areal gambut tidak boleh digunakan untuk pemanfaatan lahan yang saling bertentangan, yang mempersyaratkan muka air yang berbeda. Penting pula diperhatikan bahwa pengelolaan air itu bersifat khusus berlaku untuk satu lokasi dan perlu mempertimbangkan implikasinya yang lebih luas terhadap daerah sekitar, sekaligus menghindari situasi kekeringan secara permanen, khususnya di area-area di mana lapisan tanah mineral lebih rendah dari Rata-rata Muka Air.

13



Gambar 2: Hubungan produksi TBS (penanaman tahun 1998) dengan muka air di perkebunan lahan gambut di Riau, Sumatera, Indonesia

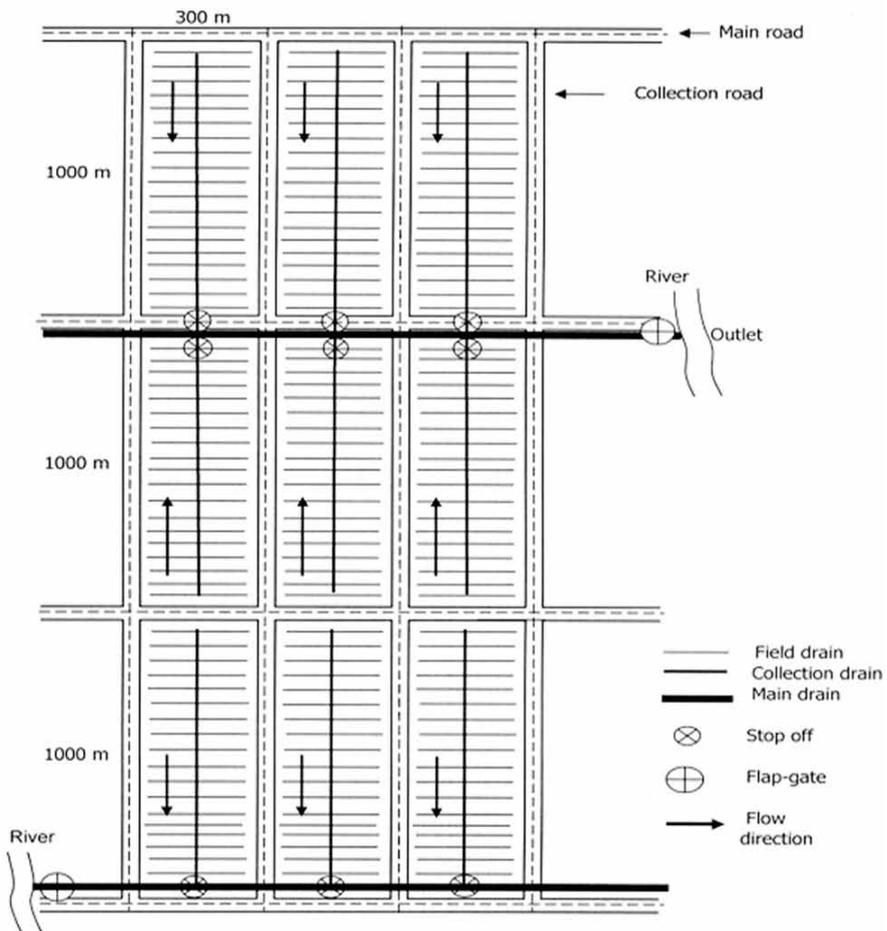
Sistem tata air yang baik perkebunan kelapa sawit di lahan gambut adalah sistem yang dapat menjaga muka air setinggi 50-70cm secara efektif (di bawah bantaran dalam saluran pengumpul) atau 40-60cm (hasil pembacaan piezometer air tanah). Sistem tersebut harus dapat membuang kelebihan air di permukaan dan bawah permukaan dengan cepat selama musim penghujan dan menyimpan air selama mungkin sepanjang musim kering. Permukaan gambut yang lembab pada level muka air akan membantu meminimalkan risiko kecelakaan kebakaran lahan gambut.

Disarankan pula untuk bekerja sama dengan masyarakat setempat dalam menerapkan sistem pengelolaan air karena pengetahuan masyarakat setempat tentang masalah pengelolaan air ini bisa jadi sangat berharga. Meskipun koordinasi pengelolaan muka air dengan masyarakat setempat itu penting, tetapi perlu diperhatikan bahwa pihak perkebunan kelapa sawit sendiri harus memiliki penguasaan yang mumpuni dalam hal pengembangan dan implementasi rencana pengelolaan air yang baik, yang memperhitungkan juga dampak-dampak yang ditimbulkan terhadap lingkungan sekitar.

14 Sistem drainase yang terencana dan dilaksanakan dengan baik dengan struktur kendali air merupakan keharusan bagi drainase dan pengelolaan air yang efektif. Pintu air dan/atau dam harus dibangun pada lokasi-lokasi strategis bersama dengan saluran air utama dan saluran pengumpul agar pengendalian yang efektif atas muka air tanah pada level yang optimal dapat dilakukan. Pintu penutup otomatis biasanya dipasang pada saluran buang utama, yang tergantung pada perubahan gelombang. Secara umum tidak disarankan untuk memasang bangunan pengelolaan air yang permanen (berbahan beton) karena subsidi akan menghancurkan sistem itu. Gunakan bahan-bahan alami seperti kayu atau kantung pasir untuk membangun bendungan/tanggul. Lihat **Gambar 3** untuk satu contoh sistem drainase terkendali.

### **PEMELIHARAAN SISTEM DRAINASE**

Perawatan saluran harus dilakukan secara teratur atau bilamana dibutuhkan, agar sistem drainase bisa tetap berfungsi dengan baik. Pemeliharaan sistem drainase yang buruk dapat menyebabkan terjadinya banjir di perkebunan di lahan gambut, meskipun sering juga hal itu merupakan akibat dari subsidi relatif terhadap bentang alam sekitar. Pembersihan saluran air dari endapan hingga mencapai kedalaman yang disyaratkan paling baik dilaksanakan sebelum musim penghujan. Namun demikian, perlu kehati-hatian menghindari penggalian saluran terlalu dalam di area-area gambut.



Gambar 3: Contoh sistem drainase terkendali.

### KONSTRUKSI DAN PEMELIHARAAN TANGGUL

Tanggul merupakan bangunan pelindung yang penting di kawasan pantai untuk mencegah arus masuk atau kelebihan air laut ke dalam lahan. Bahan pembuatan tanggul yang cocok adalah tanah liat/lempung akan tetapi jenis tanah ini sering kali sukar diperoleh di kebanyakan daerah-daerah gambut. Tanah lempung yang digunakan tidak boleh mengandung tanah sulfat masam (*potential acid sulphate soil*, PASS) karena pencucian asam dari tanah sulfat masam dapat berdampak buruk terhadap lingkungan.

Tanggul ini perlu dicek dan diperkuat secara teratur khususnya sebelum tibanya musim penghujan. Hal ini untuk meminimalkan kerusakan tanggul yang mengakibatkan banjir dan kehilangan tanaman.

### PEMANFAATAN PETA KELOLA AIR

Agar bisa dilakukan pengawasan yang efektif dan tindakan yang tepat waktu, setiap perkebunan gambut harus memiliki peta kelola air yang terperinci yang menunjukkan arah aliran air, area lahan yang rawan banjir, lokasi pintu air, bendungan air, pengukur muka air, tanggul, dan lain sebagainya.

16

Agar pengelolaan air semakin efisien, disarankan untuk memiliki peta kelola air selama musim kering dan musim penghujan. Peta-peta ini harus dikalibrasi setiap beberapa tahun sekali oleh sebab adanya kemungkinan dampak aliran air yang disebabkan oleh subsidensi. Harus diperhatikan pula bahwa semakin tinggi muka air (misalnya kurang dari 40 cm dari permukaan gambut) maka hasil panen dapat semakin berkurang, meskipun akan mengurangi emisi GRK dan subsidensi sekaligus meningkatkan masa pakai perkebunan, tetapi dengan berjalannya waktu dapat mencapai kondisi kekeringan atau tanah sulfat masam.

### PENGLOLAAN KETINGGIAN AIR

Muka air yang optimum untuk hasil panen kelapa sawit di lahan gambut adalah 50-70 cm (saluran pengumpul) dan 40-60cm (pembacaan piezometer air tanah dalam) dari permukaan (lihat **Gambar 4 dan 5**). Sekali lagi, penting untuk diperhatikan bahwa muka air yang lebih tinggi akan mengurangi emisi GRK dan subsidensi. Namun demikian, jika muka air tanah terlalu tinggi, maka asupan pupuk juga akan larut ke dalam air tanah dalam, dan tidak diserap oleh kelapa sawit. Lahan yang tergenang juga akan mengganggu operasi perkebunan dan menambah emisi metana/nitrogen oksida sehingga situasi tersebut seharusnya dihindari (lihat **Gambar 6**).



*Gambar 4: Pengelolaan muka air yang optimal setinggi 50-70 cm (dalam saluran pengumpul) berpotensi menghasilkan panen sebanyak 25-30mt TBS/ha/tahun. Foto ini menunjukkan saluran air utama yang membelah perkebunan sawit.*



*Gambar 5: Drainase berlebih di saluran utama di lahan gambut berakumulasi selama musim kemarau dapat mengakibatkan emisi CO<sub>2</sub> dan laju subsidensi yang tinggi.*



*Gambar 6: Lahan yang tergenang air juga menghalangi semua kerja perkebunan dan menambah emisi metan/nitrogen oksida.*

Dam atau bangunan pengendali air dengan pengatur air berlebih (over-flows) harus dipasang pada lokasi strategis disepanjang saluran utama dan saluran pengumpul untuk mencapai level muka air ini (lihat **Gambar 7**). Penting untuk memastikan bahwa level muka air ini sama di semua saluran pengumpul. Jumlah dam akan tergantung pada topografi. Dam-dam ini paling baik didirikan di setiap 20cm turunan ketinggian/elevasi (lihat **Gambar 8**). Kantung dan gundukan tanah dapat digunakan untuk mengonstruksi dam-dam tersebut.



*Gambar 7: Contoh bangunan pengendali air.*



*Gambar 8: Dam dipasang setiap 20cm turunan muka air untuk memungkinkan simpanan air sepanjang saluran pengumpul.*

Muka air di lahan gambut dapat berfluktuasi dengan cepat khususnya selama musim hujan atau musim kemarau. Oleh karena itu monitoring level muka air secara rutin penting dilakukan. Hal ini bisa dilakukan dengan memasang alat pengukur muka air yang diberi angka di lokasi-lokasi strategis dan pada pintu-pintu masuk saluran pengumpul di belakang masing-masing bendungan (lihat **Gambar 9**). Pastikan bahwa



*Gambar 9: Alat pengukur ketinggian air untuk memonitor muka air di saluran pengumpul.*

muka air diset pada angka nol pada permukaan gambut yang sudah ditanami. Angka minus di bawah permukaan gambut dan angka plus menunjukkan ketinggian banjir. Pembacaan terhadap alat pengukur air ini harus dilakukan setiap hari untuk memonitor perubahan muka air yang disebabkan curah hujan. Bila muka air di saluran pengumpul kurang dari 25cm dari permukaan gambut, ambillah tindakan dengan melakukan drainase, dan jika lebih rendah dari 65cm dari permukaan gambut, ambil tindakan dengan menahan air.

18

Agar pengendalian muka air yang lebih akurat bisa dilakukan, piezometer dapat dipasang di tengah blok perkebunan. Biasanya muka air di piezometer sekitar 10cm lebih tinggi dari muka air di saluran pengumpul.

Akan sangat berguna jika ada seorang petugas yang tugasnya hanya untuk pengelolaan air dengan dibantu satu tim pengelolaan air di masing-masing perkebunan gambut, agar pengendalian air secara efektif dan tepat waktu dapat dilakukan dengan optimal. Petugas ini juga bertanggung jawab atas pengoperasian pintu air, pengecekan rutin kondisi tanggul dan pemeriksaan bangunan pengendali air bila terjadi kerusakan, kemampatan, dan lain sebagainya.

## **PENGELOLAAN PUPUK DAN ZAT HARA**

Di samping pengelolaan air, pemupukan yang memadai dan seimbang sangat penting untuk mencapai produktivitas tinggi perkebunan kelapa sawit di lahan gambut. Lantaran porositas dan laju infiltrasi gambut yang tinggi, maka meminimalkan pencucian pupuk sangat penting untuk menghemat biaya. Terutama di daerah dengan curah hujan yang tinggi dan sering, misalnya di Serawak yang curah hujannya 3.000 - 5.500mm dengan 180-220 hari hujan

setiap tahunnya. Dalam kondisi seperti itu, pengaturan waktu pemupukan yang ketat — untuk menghindari masa curah hujan yang tinggi ini — menjadi penting terutama ketika memberi pupuk boron dan kalium, yang mudah tercuci dalam gambut. Mengingat harga pupuk yang semakin mahal, maka akan sangat berguna untuk memaksimalkan daur ulang zat hara, khususnya melalui daun yang dipangkas dan menempatkan pangkasan ini di sela-sela pohon sawit, tepat di luar lingkaran pohon sawit. Pemanfaatan pupuk hayati yang lebih luas terutama yang diolah dari produk sampingan pabrik kelapa sawit seperti decanter solid dan kompos dari tandan buah kosong juga sangat dianjurkan.

Gambut adalah media yang terdekomposisi dengan kandungan hara yang berubah-ubah, terutama nitrogen, yang biasanya kadarnya tinggi pada gambut generasi pertama. Namun, karena kandungan karbon organik yang sangat tinggi (>40%), rasio karbon/nitrogen juga tinggi dan hal ini memperlambat laju mineralisasi. Untuk tanaman berusia relatif muda, respon terhadap nitrogen umumnya baik (Manjit *et al.*, 2004). Mineralisasi dan pelepasan nitrogen dalam gambut juga dipengaruhi oleh kelembaban tanah, yang makin banyak tersedia pada pengelolaan kelembaban yang baik. Pemberian pupuk nitrogen pada lahan gambut karenanya perlu diatur bersama asupan kalium, untuk menghindari masalah ketidakseimbangan nitrogen / kalium misalnya terlihat gejala garis-garis putih, yang akan memengaruhi hasil TBS (Lim, 2005a). Emisi nitro oksida, yang merupakan GRK yang agresif, di lahan gambut yang dipupuk terutama dalam kondisi basah, merupakan dampak GRK yang signifikan yang dihasilkan perkebunan kelapa sawit di lahan gambut. Penting untuk diperhatikan bahwa asupan nitrogen yang terlalu tinggi (terlalu banyak nitrogen, lebih dari yang diserap tanaman sawit) akan menyebabkan emisi nitro oksida yang tinggi dan tidak diinginkan. Hal ini dapat dihindari melalui pengelolaan pupuk yang lebih baik.

Perusahaan perkebunan kelapa sawit skala besar di lahan gambut sangat dianjurkan agar melaksanakan uji coba pupuk untuk menentukan kebutuhan pupuk yang spesifik tergantung lokasi menurut jenis gambut dan kondisi lingkungan yang mereka hadapi. Harus diperhatikan agar tidak memberikan pupuk secara berlebihan. Demikian pula musim pemberian pupuk (musim hujan atau kemarau) pun harus dipertimbangkan. Berbagai ketentuan rekomendasi pupuk dan analisis daun sangat disarankan baik kepada perkebunan kecil dan perkebunan besar.

## MANAJEMEN HAMA DAN PENYAKIT TERPADU

Dengan adanya pertanaman kelapa sawit di areal yang sebagian besar merupakan lahan gambut, maka sejumlah hama telah melakukan adaptasi dengan lingkungan yang berserat kayu dan lembab. Jika tidak dikendalikan dengan baik, maka wabah hama dapat terjadi, mengakibatkan kerugian ekonomi lantaran berkurangnya hasil panen dan tegakan. Biaya yang cukup besar dan upaya manajemen harus dikerahkan untuk mengendalikan hama ini selama berlangsungnya wabah. Pada intinya, perkebunan kelapa sawit di lahan gambut dan tanah mineral menghadapi jenis hama yang sama, akan tetapi pada lahan gambut, hama itu sudah menyerang di tahap-tahap awal dan wabah hama lebih sering terjadi sehingga monitoring/sensus rutin dan sistem peringatan/indikator dini adalah kunci keberhasilan pengendaliannya.

Agar pengendalian hama itu bisa dilakukan dengan biaya rendah dan ramah lingkungan maka Pengendalian Hama Terpadu (PHT) di lahan gambut harus diterapkan (Lim, 2005b). PHT didefinisikan sebagai sistem manajemen hama yang memanfaatkan teknik dan metode yang tepat serta menjaga populasi hama pada tingkat yang tidak menyebabkan kerusakan ekonomi dan kerugian tanaman. Pemahaman yang baik terhadap biologi dan ekologi hama diperlukan agar dapat memilih metode pengendalian fisik, kultur, kimia dan biologi yang tepat. Ini penting dalam rangka mencari kelemahan siklus hidup hama serta menetapkan sasaran upaya pengendalian.

Dalam PHT, jumlah bahan kimia dikurangi, agar organisme yang menguntungkan dan bukan hama tidak terpengaruh. Perlakuan kimia hanya dilakukan dengan menggunakan pestisida pilihan dengan harga rendah dan dengan aplikasi yang tepat waktu, demi menjamin dampak yang minimal terhadap keanekaragaman hayati dan lingkungan. Faktor kunci keberhasilan dalam PHT adalah deteksi dini dengan pemeriksaan secara rutin dan langkah penanganan yang segera. Dalam hal ini, semua perkebunan gambut harus memiliki tim tetap pemeriksa hama. Dengan pelaksanaan PHT yang efektif, maka biaya pengendalian hama dapat diperhemat.

## **PENGENDALIAN RAYAP**

Rayap adalah hama yang sangat penting diperhatikan. Hewan ini telah menyebabkan kematian banyak pohon sawit jika tidak dikendalikan dengan baik. Terdapat banyak spesies rayap yang ditemukan di lahan gambut. Sebagian besar rayap menjalankan fungsi ekologis yang menguntungkan dengan mengurai bahan kayu yang telah mati dan mengubahnya menjadi bahan organik serta membebaskan zat hara untuk tanaman sawit. Namun, satu spesies, yaitu *Coptotermes curvignathus*, diketahui telah menyerang kelapa sawit yang ditanam di lahan gambut. Rayap biasanya menyerang sawit selama tujuh sampai delapan bulan pasca tanam, sedangkan sebaran tanaman dewasa bisa mencapai 8-9 persen dengan 3-5 persen pohon mati per tahun jika tidak ditangani dengan segera. Di kebun telah menghasilkan (TM), lebih dari 50% dari pohon dapat mati oleh rayap sebelum mencapai usia 10 tahun jika tidak dikontrol dengan baik. Kelalaian dalam pengendalian rayap dapat mengakibatkan gagalnya penanaman di lahan gambut.

Agar pengendalian rayap pada kelapa sawit bisa berjalan efektif, disarankan agar menerapkan sistem peringatan dini, melakukan pemeriksaan bulanan terhadap setiap pohon sawit (sensus 100%) dan perawatan yang cepat.

Bahan kimia yang dianjurkan dalam pengendalian rayap adalah fipronil (5.0% a.i.) untuk 2,5ml produk per 5 liter air. Volume pemberian larutan kimia yang dianjurkan di atas:

Kelapa sawit berusia di atas 1 tahun – 5,0 liter/pohon

Kelapa sawit berusia di bawah 1 tahun – 2,5 liter/pohon

Sepuluh larutan disemprotkan dengan memakai penyemprot ransel ke bagian bawah dan bagian atas pohon sementara separuh lagi disemprotkan ke sekitar batang sawit yang dikerumuni rayap sebagai pencegahan. Jika terdapat sarang rayap yang tebal, kikislah sedikit sebelum menyemprot. Sarang rayap pada pohon sawit akan mengering secara bertahap saat rayap-rayap mati. Penyemprotan ini harus diulang bila terdapat infestasi rayap kembali.

### Pengendalian Penggerek Tandan Buah *Tirathaba*

Penggerek Tandan Buah (*Tirathaba mundella*) menjadi salah satu hama terpenting pada kelapa sawit, baik yang ditanam di Indonesia dan Serawak. Sanitasi yang buruk, khususnya keberadaan tandan busuk yang tidak dipanen pada sawit dan kondisi lahan yang bergulma, makin memicu infestas. Umumnya infestasi ini semakin berat pada pohon sawit yang mendekati usia dewasa antara 3 sampai 5 tahun. Pada sawit yang tingginya lebih dari 5 meter, infestasi itu umumnya lebih rendah.

Agar pengendalian ngengat tandan *Tirathaba* bisa berjalan efektif, maka penting dilakukan deteksi dini dan pemeriksaan rutin. Deteksi dini kerusakan akibat ngengat tandan *Tirathaba* umumnya diperoleh dengan mengamati tandan-tandan yang telah dipanen di pelantaran TBS selama proses pemilahan (grading) rutin. Bila ditemukan tandan-tandan yang terinfestasi pada pelantar TBS dalam satu blok itu lebih dari 5%, maka pemeriksaan sistematis terhadap 10% populasi sawit dalam blok (semua pohon sawit di setiap baris ke-10) dilakukan oleh satu tim pekerja Hama dan Penyakit yang telah terlatih.

22

Tandan yang telah terinfestasi dikenali lewat tampaknya yang kusam dan berlapis serbuk (kotoran) jika dibandingkan dengan tandan yang sehat, yang mengilap. Pemeriksaan harus dilakukan berdasarkan persentase sawit dengan gejala terinfestasi ngengat dan berdasarkan persentase tandan yang terinfestasi di setiap pohonnya. Tiga kategori infestasi adalah:

Kategori Infestasi	% Sawit terinfestasi	% Tandan dengan gejala terinfestasi	Metode semprot
1 - Rendah	> 5-25	> 5-25	Selektif
2 - Sedang	> 25-50	> 25-50	Selektif
3 - Tinggi	> 50	> 50	Menyeluruh

Untuk Kategori 1 dan 2, penyemprotan titik lokasi sawit dan tandan yang terinfestasi dilakukan secara selektif dengan *Bacillus thuringiensis* (*Bt*), dengan kadar 1 gram produk/liter air dengan selang waktu 2 minggu. Gunakan air yang relatif bersih dengan kadar kotoran berupa suspensi yang rendah. Hindari pemakaian stok produk lama berusia lebih dari 1 tahun. Penyemprotan diarahkan pada tandan yang sedang berkembang dan bunga betina yang mengalami gejala kerusakan. Hindari penyemprotan selama musim hujan. Jika hujan deras turun setelah penyemprotan, maka penyemprotan harus diulangi kembali pada keesokan harinya.

Untuk kategori 3, dilakukan penyemprotan menyeluruh pada pohon dan tandan sebagaimana tersebut di atas. Buang dan bersihkan semua tandan yang busuk dan terinfestasi berat sebelum melakukan penyemprotan.

### **Mengatasi Ulat Pemakan Daun**

Pada kondisi normal, serangga pemakan daun biasanya dikendalikan oleh musuh alaminya dari jenis predator (contoh, tawon pemangsa), parasitoid, parasit, patogen berupa jamur dan virus. Dalam kondisi di mana kendali alami tidak memadai, maka bisa terjadi wabah. Sawit dari segala usia sangat rawan serangan ulat pemakan daun, khususnya sawit dewasa yang berusia lebih dari 5 tahun. Yaitu, ketika daun-daun satu pohon saling bersinggungan dan tumpang tindih dengan daun-daun pohon di sebelahnya hingga mempercepat penyebaran ulat dari satu pohon ke pohon yang lain.

Spesies utama ulat pemakan daun adalah:

- Ulat kantung – *Mahasena corbetti*, *Metisa plana* dan *Pteroma pendula*. Semua hama ini disebut ulat kantung karena mereka melapisi tubuh mereka dengan pelapis yang terbuat dari jaringan sel daun.
- Ulat api – *Darna trima*, *Setora nitens* dan *Setothosea asigna*.
- Ulat bulu – *Dasychira shal.* dan *Amathusia phidippus*.

23

Menjangkitnya wabah ulat pemakan daun dipantau dalam 3 tahap yaitu:

- Waspada (awal diketahuinya tanda-tanda infestasi itu penting karena hama dapat menyebar dengan sangat cepat, khususnya di daerah pertanaman sawit dewasa).
- Identifikasi spesies yang terlibat dan tahap pertumbuhan.
- Pemeriksaan untuk mengetahui apakah tingkat populasi hama sudah mencapai angka ambang pengendalian kimia.

Adalah berguna untuk menanam tanaman yang bermanfaat (terutama *Cassia cobanensis*) di sisi jalan sebagai satu cara pengendalian biologis (lihat **Gambar 10**). *Cassia cobanensis* tumbuh dengan baik di lahan gambut dalam kondisi tidak banjir. Ia menghasilkan nektar bunga dan stipula daun sepanjang tahun dan karena itu efektif memikat predator dan parasitoid yang berperan dalam pengendalian biologis ulat pemakan daun, utamanya ulat kantung.



Gambar 10: Menanam *Cassia cobanensis* untuk memikat musuh alami sebagai kendali biologis terhadap ulat pemakan daun (Inset: Foto close up bunga *Cassia cobanensis*).

## Pengendalian Hama Tikus

Tikus merupakan hama vertebrata penting dalam perkebunan kelapa sawit di lahan gambut. Mereka menyebabkan kerusakan baik tanaman yang sudah maupun belum dewasa. Pada pohon sawit dewasa, tikus memakan buah yang jatuh dan pada tandan buah yang sedang berkembang. Mereka juga menyerang kuntum bunga. Kerugian tanaman akibat kerusakan yang ditimbulkan tikus diperkirakan mencapai 7-10% jika tidak dikendalikan dengan baik (Liau, 1994).

24

Untuk sawit yang belum dewasa, tikus memakan bagian bawah sawit dan jaringan meristematik, dalam kondisi yang lebih parah, tikus mematikan pohon-pohon muda ini. Tikus juga menyerang bibit kelapa sawit di kebun pembibitan, menyebabkan kerusakan berat atau kematian bibit tersebut.

Pemeriksaan rutin dari blok ke blok dan memasang perangkap tanpa penundaan (bila diperlukan) adalah kunci keberhasilan pengendalian tikus di perkebunan sawit (Chung dan Sim, 1994). Hal ini karena tikus berkembang biak dengan cepat karena mengonsumsi sumber-sumber nutrisi yang baik di perkebunan kelapa sawit.

Tiga (3) spesies utama tikus yang menyebabkan kerugian secara ekonomi adalah:

- *Rattus tiomanicus* (tikus kayu, perut putih)
- *Rattus argentiventer* (tikus sawah, perut keabu-abuan)
- *Rattus rattus diardii* (tikus rumah, perut warna cokelat)

Bila memungkinkan, gunakan burung hantu (*Tyto alba*) dalam rangka pengendalian biologis. Jika hal ini dilakukan, maka harus diadakan kotak sarang sebanyak 1 unit per 5 sampai 10 hektar lahan, agar populasi burung hantu cepat bertambah (Duckett dan Karuppiyah, 1990; Ho dan Teh, 1997). Namun, agaknya mustahil burung hantu dapat mengendalikan populasi tikus secara mutlak. Dengan demikian, pengendalian hama tikus melalui perangkap masih diperlukan dari waktu ke waktu.

## Pengendalian Kumbang Tanduk

Kumbang tanduk (*Oryctes rhinoceros*) merupakan hama dari jenis serangga yang penting pada pohon sawit lahan gambut yang belum dewasa. Kumbang ini berkembang biak di kayu yang membusuk di mana tempayak mereka makan dan tumbuh membesar di dalamnya. Di wilayah Riau, kumbang tanduk di lahan gambut sering kali berasal dari perkebunan kelapa yang terdekat.

Pemakaian feromon yang dipadukan dengan penyemprotan bahan kimia merupakan alat PHT yang efektif untuk memonitor dan mengendalikan kumbang tanduk di lahan kelapa sawit yang belum dewasa atau masih remaja.

## Pengendalian *Ganoderma*

Busuk pangkal batang disebabkan oleh *Ganoderma boninense* dan *Ganoderma zonatum* merupakan penyakit terpenting pada perkebunan sawit di lahan gambut (lihat **Gambar 11**). Pada perkebunan kelapa sawit generasi pertama di lahan gambut asal hutan yang ditebangi, infeksi *Ganoderma* biasanya jarang terjadi pada 6-7 tahun pertama pasca tanam. Setelah itu, insiden penyakit akan meningkat khususnya di daerah-daerah dengan muka air yang rendah, yaitu lebih dari 75cm dari permukaan tanah gambut (Lim & Udin, 2010). Pola sebaran penyakit dalam perluasan area-area terserang menunjukkan bahwa penyakit ini menyebar terutama lewat kontak akar dari titik konsentrasi penyakit primer atau sumber-sumber inokulum.

Saat ini tidak ada cara yang efektif untuk mengatasi infeksi *Ganoderma* pada tegakan yang masih ada. Pemeriksaan selama tiga hingga enam bulan terhadap infeksi *Ganoderma* sangatlah dianjurkan. Agar efisien, para pekerja perkebunan seperti pengumpulberondolan sawit dan para penyemprot dapat ditugasi untuk pemeriksaan ini.

Di daerah gambut, adalah penting mempertahankan muka air setinggi 50-70cm dari permukaan gambut untuk meminimalkan infeksi *Ganoderma* dan penyebaran penyakit yang mematikan ini.



Gambar 11: Penyakit Busuk Pangkal Batang (Basal Stem Rot, BSR) yang disebabkan oleh infeksi *Ganoderma* (Inset: Foto jamur *Ganoderma* yang diperbesar)

## PENGENDALIAN GULMA

Lingkungan yang basah di kawasan gambut merupakan lahan yang sangat subur bagi pertumbuhan gulma di daerah-daerah dengan curah hujan yang tinggi seperti Serawak (3.000-5.500mm/tahun). Namun demikian lahan gambut yang baru didrainase relatif bebas gulma selama sekitar 6 bulan setelah persiapan lahan. Oleh karena pertumbuhan gulma yang pesat di kawasan gambut, maka kelambatan atau pengabaian pengendalian gulma akan berakibat pada kerusakan kondisi lahan yang cepat pula, khususnya di daerah-daerah perkebunan yang tanamannya belum menghasilkan.

## MENGATASI MASALAH KEMIRINGAN DAN TUMBANG POHON

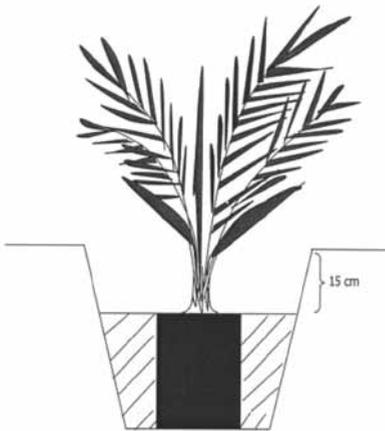
Kemiringan pohon sawit merupakan salah satu masalah utama pertanaman kelapa sawit di lahan gambut tropis. Kasus kemiringan pohon yang acak dan pada kondisi yang parah, yaitu pohon betul-betul tumbang, terutama disebabkan penurunan permukaan (subsidence) gambut. Rendahnya kerapatan limbak gambut ( $0,10-0,15\text{gm/cm}^3$ ) dan sistem perakaran yang kurang ekstensif juga faktor yang berkontribusi bagi kasus kemiringan dan tumbang pohon. Sekitar 40-50 % dari sawit yang ditanam di lahan gambut bisa tumbuh miring/condong dengan berbagai sudut dan arah pada usia sekitar 7-8 tahun. Setelah itu jumlah pohon sawit yang tumbang meningkat terutama karena terpaparnya akar secara berlebihan, pengeringan dan kepatahan yang disebabkan oleh bobot pohon sawit. Tergantung pada parahnya kemiringan dan jumlah pohon tumbang, berkurangnya produksi sebanyak 10-30 % dapat terjadi karena kerusakan akar dan kurangnya serapan sinar matahari untuk fotosintesis. Arah yang berbeda dan derajat kemiringan pohon sawit juga mengganggu panen karena perbedaan tinggi pohon sawit. Suatu pendekatan praktis untuk mengatasi masalah pohon yang miring dan tumbang adalah melaksanakan penggundukan tanah untuk meminimalkan pengeringan akar dan memacu perkembangan akar baru.

Pengelolaan air yang baik untuk mempertahankan muka air setinggi 50-70cm (dari muka air di saluran pengumpul) atau 40-60cm (pembacaan piezometer air tanah dalam) sangat penting untuk meminimalkan penurunan permukaan gambut dan mengurangi masalah pohon yang miring.

## PRAKTIK PENANAMAN KEMBALI

Penanaman kembali biasanya dilakukan setelah 20-25 tahun ketika hasil panen sudah berada di bawah batas minimal. Akan tetapi mungkin perlu untuk mempercepatnya karena bahan tanam yang buruk atau rendahnya produktivitas tegakan yang disebabkan oleh investasi *Ganoderma*. Hasil panen kelapa sawit generasi kedua di lahan gambut umumnya lebih baik daripada sawit generasi pertama karena lahan gambut sudah lebih padat dan terurai lebih baik (Xaviar *et al.*, 2004).

Dalam Buku Panduan, diatur pedoman yang rinci tentang praktik penanaman kembali sebagai berikut: melakukan pengkajian sebelum penanaman kembali, pengkajian potensi drainase, pendekatan penanaman kembali, teknik penanaman dalam (*deep planting*) dan pemadatan (lihat **Gambar 12**), pengurangan emisi penanaman kembali dan perencanaan pasca pakai.



*Gambar 12: Ilustrasi teknik penanaman dalam (deep planting) pada permukaan gambut yang padat.*

## PENGELOLAAN KEBUN BIBIT

Praktik perawatan bibit diperlukan agar penanaman kembali dapat berjalan efektif. Adalah sangat penting untuk menghasilkan bibit yang terbaik untuk hasil panen yang tinggi. Oleh sebab itu pekerjaan pembibitan jangan dikontrakan kepada pihak luar.

## 4.0: PRAKTIK MANAJEMEN TERBAIK (PPT): ISU-ISU OPERASIONAL

### MENINGKATKAN HASIL PANEN

Produksi perkebunan kelapa sawit di lahan gambut yang rendah dapat disebabkan sejumlah faktor yang spesifik menurut lokasi. Alasan utama penyebab produksi rendah adalah pengelolaan air yang buruk yang berakibat areal mengalami drainase berlebihan, pemupukan yang tidak memadai, tenaga kerja yang tidak cukup, pengawasan lapangan dan manajemen yang buruk, pengendalian hama yang buruk, terutama rayap, ulat pemakan daun dan penggerek tandan buah *Tirathaba*, buruknya bahan tanam dan biji yang kosong atau pohon sawit yang abnormal (terbaik untuk memasok mengganti sebelum usia 5 tahun). Jika faktor penyebabnya adalah bahan tanam yang buruk, produktivitas rendah dan infeksi *Ganoderma* yang tinggi, maka yang terbaik adalah mempercepat penanaman kembali.

28

### SISTEM TRANSPORTASI

Sistem transportasi yang efektif sering disebut-sebut sebagai tulang punggung operasi perkebunan kelapa sawit. Transportasi melalui jalan darat masih dianggap sebagai pilihan terbaik meskipun cara pengangkutan lain seperti transportasi melalui air dapat merupakan pilihan lain. Penting diperhatikan bahwa fokus dari Buku Panduan ini adalah pada perkebunan yang masih berjalan (*existing plantation*) dan sudah mengembangkan sistem transportasi. Namun demikian, terdapat sejumlah teknologi konstruksi/pembangunan pelbagai sistem transportasi bila memang pihak perkebunan memiliki rencana untuk merestrukturisasi sistem transportasi mereka selama masa penanaman kembali.

## **TENAGA KERJA DAN MEKANISASI**

Budidaya kelapa sawit itu bersifat padat karya khususnya di daerah gambut. Kekurangan tenaga kerja, khususnya pemanen yang terampil, merupakan kendala utama yang kini dihadapi, tidak hanya di Malaysia tetapi juga di Indonesia. Hal ini mengakibatkan kerugian panen yang cukup besar. Untuk mempertahankan sejumlah tenaga kerja tetap dan produktif di perkebunan sawit di lahan gambut, diperlukan tersedianya perumahan yang layak dengan fasilitas dasar dan upah yang memuaskan. Jalan lain yang dapat meringankan masalah kekurangan tenaga kerja adalah mekanisasi perkebunan.

## **PELATIHAN DAN SUPERVISI DI LAPANGAN**

Teknologi budidaya kelapa sawit di lahan gambut, khususnya di lahan gambut yang dalam, semakin banyak tersedia karena adanya usaha-usaha penelitian dan pengembangan yang dilakukan baik oleh lembaga penelitian swasta maupun pemerintah. Teknik baru pengendalian hama yang lebih efektif, deteksi dini dan pengendalian kebakaran, langkah-langkah keselamatan dan mekanisasi perlu disosialisasikan dengan cepat ke semua jenjang. Oleh sebab itu diperlukan program-program pelatihan yang terstruktur, kepada para manajer, asisten kepala, asisten, pengarah lapangan, *mandor* untuk pekerja umum. Sebagian besar perusahaan perkebunan di Malaysia dan Indonesia sekarang telah memiliki pusat pelatihan di internal mereka sendiri untuk menyelenggarakan pelatihan secara sistematis dan efektif. Hal ini penting untuk meminimalkan risiko kesalahan yang serius selama budidaya kelapa sawit di lahan gambut, yang biasanya mahal jika harus diperbaiki. Supervisi yang ketat oleh semua jenjang manajemen perkebunan juga penting untuk mencapai efisiensi yang lebih tinggi di perkebunan.

# 5.0: PRAKTIK MANAJEMEN TERBAIK (PPT): ISU-ISU LINGKUNGAN DAN SOSIAL

## PELESTARIAN, PEMELIHARAAN DAN REHABILITASI

Hutan rawa gambut tropis merupakan hutan lahan basah dalam kategori terancam punah yang ditandai dengan lapisan gambut yang tebal dan genangan air di mana keanekaragaman spesies tumbuhan dan hewan yang tinggi ditemukan yang unik beradaptasi dengan kondisi hutan yang tergenang dan bersifat asam. Hal ini tidak dijumpai di hutan-hutan tropis lainnya di Asia. Hutan-hutan yang unik ini memainkan peran kunci dalam menjaga pasokan air, mengatur dan mengurangi kerusakan akibat banjir, menyediakan ikan, dan sumber daya lainnya bagi masyarakat setempat, serta mengatur pelepasan GRK dengan menyimpan sejumlah besar karbon dalam gambut. Mereka juga menjadi tempat berlindung bagi tumbuhan dan hewan yang terancam dan langka (Wetlands International - Malaysia, 2010).

30 Sempadan sungai atau jalur hijau (greenbelt) pada dasarnya merupakan lahan yang berdekatan dengan aliran air dan sungai, daerah transisi yang unik antara habitat air dan darat. Meskipun hanya merupakan bagian kecil dari bentang alam, cagar sungai/ jalur hijau yang masih utuh dan berfungsi merupakan habitat penting bagi keanekaragaman hayati dan tersedianya jasa ekosistem.

Berikut ini adalah alasan utama mengapa hutan rawa gambut dan cagar sungai/ jalur hijau yang ada di dalam dan bersebelahan dengan perkebunan kelapa sawit perlu dilestarikan, dipelihara dan direhabilitasi: peningkatan kualitas air, mitigasi banjir, Nilai Konservasi Tinggi (NKT), spesies hewan langka dan endemik, tempat lalu lintas satwa liar dan penyangga DAS/area simpan, akuifer atau tangkapan air, pencegahan gangguan hidrologi terhadap hutan rawa gambut terdekat, pencegahan kebakaran, stabilisasi bantaran sungai dan perikanan.

Perkebunan kelapa sawit berperan dalam upaya mengidentifikasi, mengelola dan meningkatkan sempadan sungai dan hutan rawa gambut yang ada di dalam dan berdekatan dengan lahan milik mereka. Sebaiknya, areal areal ini harus diidentifikasi sebelum pembangunan perkebunan dilaksanakan. Daerah ini perlu dilestarikan /dikelola dan bila perlu, direhabilitasi. Kegiatan ini pada tahap awal sangat penting untuk menghindari keborosan biaya untuk merehabilitasi sempadan sungai/ jalur hijau yang sudah dibuka dan ditanami (dengan kelapa sawit) serta daerah lain yang tidak cocok ditanami kelapa sawit atau memiliki nilai konservasi tinggi dalam jangka panjang. Bagi perkebunan yang telah ditanami kelapa sawit di daerah sempadan sungai, maka harus dilakukan langkah-langkah untuk memulihkan daerah-daerah tersebut ke keadaan semula.

Berikut ini adalah contoh daerah-daerah yang direkomendasikan agar diidentifikasi, dikelola dan ditingkatkan sebagai daerah pelestarian di dalam perkebunan lahan gambut disebabkan nilai konservasi tinggi yang dikandungnya dan/atau ketidaksesuaian sebagai lahan tanam kelapa sawit:

31

- daerah kubah gambut (memiliki kelembaban dan kesuburan rendah);
- daerah pinggiran kubah (gambut mengandung banyak akar kayu ukuran besar);
- daerah yang tidak bisa dikeringkan;
- koridor satwa yang penting (untuk menghindari konflik antara manusia dengan satwa liar); dan
- sisa-sisa hutan rawa gambut dan sungai dengan spesies endemik dan terancam atau karakteristik NKT lainnya.

Pedoman peraturan bagi pemeliharaan area konservasi dan sempadan sungai terdapat dalam Pedoman Departemen Drainase dan Irigasi, UU No. 41/1999 dan Prinsip dan Kriteria Kelapa Sawit yang Berkelanjutan di Indonesia. Semua ini harus dipatuhi.

## PENGELOLAAN LINGKUNGAN

Penting untuk menyertakan pengelolaan lingkungan yang tepat untuk memastikan bahwa praktik pengelolaan lingkungan dan limbah yang baik sudah diterapkan. Tujuannya adalah melestarikan sumber daya dalam jangka panjang, dan bukan memanfaatkan sumber daya untuk keuntungan jangka pendek. Undang-undang lingkungan dan sistem audit yang ada baik di Indonesia maupun Malaysia harus ditaati.

## PENCEGAHAN DAN PENGENDALIAN KEBAKARAN

Kebakaran lahan gambut adalah masalah yang serius di Indonesia dan Malaysia. 'Buku Panduan Pengendalian Kebakaran Lahan Gambut di Hutan dan Lahan Gambut' yang diterbitkan oleh Wetlands International - Indonesia Programme pada bulan Desember 2005 menguraikan berbagai konsep dan langkah-langkah praktis pencegahan dan pemadaman kebakaran. Panduan itu juga merangkum aneka pengalaman di lapangan dalam penanganan lahan dan kebakaran hutan di lahan gambut di Kalimantan dan Sumatera, Indonesia. Berikut ini adalah unsur-unsur penting yang dikutip dari Panduan tersebut (Wetlands International - Indonesia Programme, 2005).

32

Kebakaran terjadi tidak hanya di lahan kering tetapi juga lahan basah seperti lahan gambut, terutama selama musim kemarau (khususnya lahan dalam kondisi gundul dan kering). Mengatasi kebakaran di lahan gambut yang kering dan gundul sangatlah sulit, dibandingkan mengatasi kebakaran yang tidak bergambut. Penyebaran kebakaran di lahan gambut sulit untuk dideteksi karena api merambat sampai ke lapisan gambut yang lebih dalam atau ke daerah yang jauh tanpa dapat dilihat dari permukaan. Pada kebakaran di lahan gambut, jika api tidak cepat dimatikan, atau jika sudah terlalu jauh menembus ke dalam lapisan gambut, maka akan sulit dipadamkan. Selain itu, hambatan utama untuk memadamkan api adalah sulitnya memperoleh air dalam jumlah besar dari lokasi terdekat dan sukarnya akses masuk ke lokasi kebakaran. Untuk ini, maka kebakaran lahan gambut yang parah / luas hanya bisa dipadamkan secara alami yaitu turunnya hujan lebat secara terus menerus dalam waktu yang lama.

## PEDOMAN KHUSUS PERKEBUNAN

Perusahaan perkebunan dapat membantu mencegah kebakaran lahan gambut dengan memastikan bahwa saran-saran berikut ini sudah tersedia dan dilaksanakan:

- **Metode Pembukaan Lahan /penanaman kembali Tanpa Pembakaran:** Implementasi Konsep Pembersihan Lahan Tanpa Bakar sangat mengurangi terjadinya risiko kebakaran.
- **Pemantauan dan monitoring yang efektif:** Agar pemantauan dan monitoring kegiatan perkebunan berjalan efektif, maka keseluruhan pekerjaan harus diuraikan menjadi satuan-satuan manajemen yang lebih kecil yakni unit, blok, sub blok. Pimpinan masing-masing unit, blok dan sub blok bertanggung jawab atas pemantauan dan monitoring daerah mereka berkenaan dengan pencegahan kebakaran. Harus ada jejaring jalan yang intensif di sekitar blok-blok perkebunan untuk memudahkan pemantauan dan memungkinkan personil dan alat-alat pemadam kebakaran memasuki area yang bermasalah dengan segera. Jalan-jalan ini juga dapat berfungsi sekaligus sebagai sekat bakar agar api di permukaan tanah tidak menyebar luas.
- **Pembentukan Unit Penanganan Kebakaran Lahan dan Hutan Gambut:** Penting menyusun struktur organisasi guna menangani pengendalian api di perusahaan perkebunan. Kepala Divisi Perlindungan Kebakaran harus memimpin upaya ini secara keseluruhan dan ia bertanggung jawab atas pengendalian kebakaran di perkebunan dan pengoordinasian kegiatan pemadaman kebakaran. Personil berikut harus diadakan untuk membantu Kepala Divisi Perlindungan Kebakaran:
  - o *Unit Penerangan:* mengembangkan dan mengelola informasi yang berkenaan dengan bahaya kebakaran
  - o *Satuan Khusus Pemadam Kebakaran:* mendukung satuan inti pemadam kebakaran
  - o *Satuan Pengaman /Logistik:* melakukan mobilisasi alat dan menangani logistik
  - o *Satuan Petugas Jaga:* diposkan di lokasi-lokasi rawan kebakaran
  - o *Satuan Inti Pemadam Kebakaran (untuk setiap blok):* satuan patroli yang bertugas melakukan pemantauan terhadap seluruh blok

## MEMINIMALKAN EMISI GRK DARI PERKEBUNAN KELAPA SAWIT

Alih fungsi seluruh rawa gambut menjadi perkebunan kelapa sawit menyebabkan pelepasan karbon dan GRK ke atmosfer (De Vries *et al.*, 2010; Henson, 2009; Jeanicke *et al.*, 2008; Danielson *et al.*, 2008; Fragioni *et al.*, 2008; Rieley *et al.*, 2008; Gibbs *et al.*, 2008; Wosten dan Ritzema, 2001; Hooijer *et al.*, 2010). Ketika perkebunan kelapa sawit dibangun di lahan gambut, maka oksidasi akibat drainase, kemungkinan meningkatnya frekuensi kebakaran dan kehilangan karbon saat hutan dibuka adalah sumber utama peningkatan emisi GRK dalam jumlah yang signifikan. Page *et al.* (2011) membahas sejumlah besar kajian nilai emisi GRK dari lahan gambut di Asia Tenggara dan menyimpulkan bahwa estimasi nilai emisi GRK terbaik yang dari perkebunan kelapa sawit di lahan gambut adalah 86 ton CO<sub>2</sub> per hektar per tahun (rata-rata setahun selama 50 tahun) yang berdasarkan gabungan pengukuran subsidensi dan pengukuran closed chamber dalam lanskap perkebunan yang sama.

34

Emisi metana dari badan air yang terbuka seperti saluran dan kolam drainase sangat mungkin berdampak terhadap keseimbangan metana. Ini menjadi signifikan karena luas permukaan air saluran drainase mencapai hingga 5% dari total luas perkebunan di lahan gambut. Emisi nitro oksida terjadi terutama dari lanskap pertanian sebagai produk samping nitrifikasi dan denitrifikasi. Di perkebunan kelapa sawit, pemberian pupuk terutama akan mempercepat pelepasan nitro oksida dan CO<sub>2</sub> (melalui proses katalisasi biologis yang menghasilkan oksidasi). Penting untuk diperhatikan bahwa langkah-langkah menjaga keberlanjutan yang dilakukan saat ini di perkebunan kelapa sawit di lahan gambut hanya dapat mengurangi besarnya emisi dari sumber emisi, akan tetapi tidak akan dapat menghentikan emisi karbon dari gambut, dengan muka drainase 40-60cm saja masih akan menghasilkan emisi sekitar 35-55 ton CO<sub>2</sub> per hektar per tahun.

Bila perkebunan dibangun, maka menjaga muka air tanah setinggi mungkin (40-60cm) dan mencegah kebakaran akan sangat mengurangi emisi CO<sub>2</sub> karena oksidasi dan kebakaran merupakan sumber emisi terbesar. Selain itu, hal berikut ini adalah segi-segi kegiatan di mana sektor kelapa sawit dapat meminimalkan emisi GRK di perkebunan gambut: pengelolaan air, pencegahan kebakaran, pemadatan tanah, pemberian pupuk, simpanan karbon, praktik pabrik dan pemanfaatan bahan bakar.

## **ISU SOSIAL DAN BUDAYA**

Fasilitas yang memuaskan membuat para pekerja lebih sehat dan produktif. Perumahan yang layak, sarana air dan listrik merupakan kebutuhan pokok. Klinik, pertokoan, taman bermain dan fasilitas pendukung lainnya akan mempertinggi produktivitas dan rasa betah tenaga kerja.

Di daerah-daerah di mana perkebunan beroperasi, tidak jarang ditemukan terdapat pengguna atau pemilik tanah terdahulu. Sering di daerah tersebut terdapat masyarakat yang mengklaim atas kepemilikan, penggunaan, wilayah atau jasa lingkungan tertentu. Di daerah gambut, masyarakat tradisional (indigenous group) dan masyarakat adat ada yang secara hakiki sangat terikat dengan lahan untuk beraneka ragam keperluan, dan sering kali keperluan bersifat mendasar. Lahan seperti ini di antaranya tanah leluhur, hutan masyarakat, pertanian subsisten yang tergantung pada area tersebut sebagai sumber daya alam. Sumber daya ini meliputi kayu, bahan makanan dan Hasil Hutan Bukan Kayu (HHBK) lainnya. Selain itu, lahan gambut juga sering dipertahankan sebagai regulator air alami yang mencegah banjir dan memastikan kesuburan lahan.

Sering dijumpai isu-isu yang berhubungan dengan Hak-hak Adat Penduduk Asli dan klaim lahan oleh penduduk asli baik di Malaysia dan Indonesia. Masalah ini harus diselesaikan secara musyawarah melalui perundingan, dan terkadang tidak dapat dihindari melalui metode dan perangkat resolusi konflik yang tersedia. Untuk perkebunan kelapa sawit di lahan gambut, salah satu risiko akibat hubungan yang buruk dengan masyarakat setempat dan tidak diselesaikannya konflik di tahap awal adalah kemungkinan dibakarnya lahan secara sengaja oleh oknum-oknum tertentu.

35

## **BEKERJA SAMA DENGAN MASYARAKAT SETEMPAT**

Sering tersebar isu bahwa banyak perkebunan yang keberatan untuk menerima tenaga kerja dari masyarakat setempat. Alasan yang sering dikemukakan oleh pihak perkebunan di antaranya adalah perbedaan ekspektasi antara masyarakat dengan pihak perkebunan. Sering individu individu dalam masyarakat terlibat dalam kerja paruh waktu atau kerja biasa, seperti pekerjaan musiman. Pengaturan semacam itu sesuai bagi kebanyakan orang karena memungkinkan mereka bisa menyisihkan waktu untuk mengurus lahan mereka sendiri, yang sering ditanami dengan tanaman komersial seperti karet atau kelapa sawit dan kebun buah-buahan.

Perkebunan dapat memperoleh manfaat dengan memperluas hubungan dengan masyarakat baik dalam rangka berbagi pengalaman dan kerja sama. Sejauh ini, contoh-contoh sinergi antara masyarakat lokal dengan pihak perkebunan terhitung langka. Hubungan baik yang terjadi adalah penjualan tanaman komersial ke pabrik-pabrik perkebunan. Perkebunan mungkin dapat mengambil manfaat dari segi biaya dengan meningkatkan jumlah sumber makanan berbahan lokal. Banyak masyarakat kurang mampu dan tidak mempunyai kapasitas di bidang kewirausahaan. Perkebunan dapat berperan penting dalam meningkatkan kapasitas masyarakat di bidang perdagangan, pariwisata, pemasaran dan agronomi.

### **MASALAH KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA**

Kegiatan perkebunan bersifat padat karya, dan dalam kondisi tertentu, dianggap jauh lebih sukar jika dilakukan di lahan gambut ketimbang di tanah mineral. Selama musim penghujan, oleh karena keberadaan area-area tertentu yang tergenang air, mungkin akan lebih banyak kasus penyakit menular yang disebabkan gigitan nyamuk. Bidang lahan dan kondisi jalan yang basah selama musim penghujan juga dapat mengakibatkan kasus kecelakaan yang lebih tinggi di lapangan. Selama musim kemarau, baik air minum dan air untuk mandi dengan kualitas yang baik mungkin hanya ada dalam jumlah terbatas di sejumlah perkebunan, sehingga menimbulkan masalah kesehatan. Oleh karena itu, penting untuk berkonsultasi dengan para karyawan/pekerja perkebunan untuk memperbaiki dan menciptakan sistem dan lingkungan kerja yang aman di kawasan gambut, dan tidak hanya mengandalkan peraturan-peraturan yang telah ditetapkan sebelumnya.

## 6.0: PRAKTIK MANAJEMEN TERBAIK (PPT): PENELITIAN & PENGEMBANGAN, MONITORING DAN DOKUMENTASI

### **PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN (LITBANG)**

Penelitian dan pengembangan merupakan kebutuhan yang vital bagi peningkatan PPT budidaya sawit di lahan gambut secara kontinu, khususnya karena bidang litbang ini tergolong bidang pengembangan baru dalam sektor kelapa sawit.

Tugas untuk meningkatkan produktivitas, efisiensi dan meminimalkan dampak buruk atau memperlambat proses yang merugikan perkebunan kelapa sawit di lahan gambut tropis merupakan tantangan besar bagi para peneliti dan pelaku perkebunan. Mayoritas perusahaan besar yang mengusahakan budidaya di lahan gambut dalam skala besar seperti United Plantations, Tradewinds Plantations dan PT TH Indo Plantations telah mendirikan Departemen Penelitian dan Konsultasi yang khusus untuk memenuhi kebutuhan ini. Bila melibatkan pakar agronomi pihak ketiga untuk jasa konsultasi, penting untuk menyeleksi mereka yang telah terbukti memiliki pengalaman lapang dan rekam jejak dalam hal gambut tropis.

37

Pelaksanaan riset terapan yang semakin banyak adalah penting agar potensi dampak buruk lingkungan akibat budidaya kelapa sawit di lahan gambut semakin dapat dikurangi. Inovasi yang rendah biaya senantiasa dibutuhkan demi menjawab begitu banyak tantangan budidaya sawit di lahan gambut. Pelaku perkebunan dengan pengalaman praktis yang banyak dapat berperan dalam pengembangan teknologi gambut yang baru ketimbang mengandalkan hanya kepada para pakar agronomi dan peneliti.

## **MONITORING DAN PELAPORAN**

Secara hukum, perusahaan-perusahaan perkebunan sawit diharuskan untuk memonitor dan melaporkan dampak lingkungan dan sosial dari pengembangan yang mereka lakukan dalam bentuk rencana pengelolaan lingkungan dan/atau sosial. Hal ini penting khususnya bagi budidaya lahan gambut, suatu ekosistem yang secara lingkungan sangat peka dengan perlakuan hidrologi yang kompleks.

## **DOKUMENTASI PROSEDUR OPERASI**

Dokumentasi PPT dan termasuk informasi ini dalam Standar Prosedur Operasi perusahaan perkebunan kelapa sawit merupakan kunci keberhasilan pelaksanaan PPT ini. Hal ini sejalan dengan 'Prinsip dan Kriteria Kelapa Sawit yang Berkelanjutan RSPO'.

## 7.0: BUDIDAYA KELAPA SAWIT DI LAHAN GAMBUT OLEH PERKEBUNAN SKALA KECIL

Terdapat banyak hal yang ditawarkan perkebunan skala kecil bagi masa depan industri kelapa sawit, yaitu dalam hal keberlanjutan dan kredibilitasnya, khususnya di Indonesia di mana perkebunan jenis ini (perkebunan dengan luas kurang dari 25 ha) merupakan 40% dari total kontributor produksi minyak sawit.

Hasil panen sawit perkebunan skala kecil lahan gambut di Indonesia dan Malaysia umumnya jauh lebih rendah dibandingkan perkebunan besar, terutama karena buruknya persiapan lahan dan input agronomi yang tidak memadai, terutama pengelolaan air yang buruk, aplikasi pupuk yang tidak memadai/tidak seimbang, pengendalian hama dan penyakit yang tidak tepat serta buruknya proses panen. Banyak perkebunan jenis ini menggunakan bahan tanam yang tidak unggul dengan kontaminasi dura yang tinggi, sehingga produksi TBS dan ekstraksi minyak yang lebih rendah.

Koordinasi dan kerja sama adalah kunci bagi pelaksanaan PPT yang efektif untuk budidaya kelapa sawit di lahan gambut bagi perkebunan kecil. Bagi mereka, penerapan komponen-komponen penting budidaya kelapa sawit di lahan gambut seperti pengelolaan air, pemupukan, pengendalian hama dan penyakit serta pencegahan kebakaran, biasanya membutuhkan jejaring kerja sama baik dengan perusahaan atau sesama perkebunan kecil. Pemerintah daerah juga semestinya berperan selaku koordinator. Tantangan dalam implementasi mungkin kurang begitu terasa bagi perkebunan kecil kemitraan, akan tetapi perkebunan kecil swadaya biasanya lebih membutuhkan dukungan teknis dan keuangan.

# DAFTAR PUSTAKA

AGUS, F., GUNARSO, P., SAHARDJO, B. H., JOSEPH, K. T., RASHID, A., HAMZAH, K., HARRIS, N. and VAN NOORDWIJK, M. 2011. Reducing greenhouse gas emissions from land use changes for oil palm development. Presentation to plenary session, RSPO RT9, November 2011.

ANDERSON, J. A. R. 1961. The ecology and forest types of peat swamp forests of Sarawak and Brunei in relation to their silviculture. Ph.D. Thesis, University of Edinburgh, UK.

ANDRIESSE, J.P. 1988. Nature and management of tropical peat soils. FAO Soils Bulletin 59. Food and Agriculture Organization of The United Nations, Rome. pp 165.

CHUNG, G. F. and SIM, S. C. 1994. Crop protection practices in oil palm plantations. International Planters Conference 24-26 October 1994 (Preprint).

DANIELSEN, S. *et al.* 2008. Biofuel plantations on forested lands: Double jeopardy for biodiversity and climate. *Conservation Biology* 23(2) pp 348-358.

40 DE VRIES, C., VAN DE VEN, G. J. W., ITTERSUM, M. K. *et al.* 2010. Resource use efficiency and environmental performance of nine major biofuel crops, processed by first-generation conversion techniques. In: *Biomass and Bioenergy* 34 (2010) pp 588-601.

DRIESSEN, P.M. 1978. Peat soils. *Soils and Rice*. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines. pp 763-779.

DUCKETT, J. E. and KARUPPIAH, S. 1990. A guide to the planter in utilising barn owls *Tyto alba* as an effective biological control of rats in mature oil palm plantations. In *Proc. of 1989 Int. Palm Oil Dev. Conf. - Agriculture (Module II)* (Jalani, S., Zin Zawawi, Z., Paranjothy, K., Ariffin, D., Rajanaidu, N., Cheah, S.C., Mohd. Basri, W. and Henson, I.E., eds.). Palm Oil Research Institute of Malaysia, Kuala Lumpur. pp 357-372.

FARGIONI, J., HILL, J., TILMAN, D., POLASKY, S., HAWTHORNE, P. 2008. Land clearing and the biofuel carbon debt. *Science* 319(29) pp 1235-1238.

GIBBS, H. K., JOHNSTON, M., FOLEY, J. A., *et al.* 2008. Carbon payback times for crop-based biofuel expansion in the tropics: the effects of changing yield and technology.

GURMIT, S., TAN Y.P., RAJAH PADMAN, C.V. and LEE, F.W. 1986. Experiences on the cultivation and management of oil palms on deep peat in United Plantations Berhad. 2nd International Soil Management Workshop: Classification, Characterization and Utilization of Peat land, Haadyai, Thailand (preprint).

HENSON, I. E. 2009. Modeling carbon sequestration and greenhouse gas emissions associated with oil palm cultivation and land use change in Malaysia. A reevaluation and a computer model. MPOB Technology.

HO, C. T. and TEH, C. L. 1997. Integrated pest management in plantation crops in Malaysia challenges and realities. In *Proceedings of the 1997 International Planters Conference - Plantation Management for the 21st Century (Volume 1)* (E. Pushparajah, eds.) pp 125-149.

HOOIJER, A., PAGE, S., CANADELL, J. G., SILVIUS, M., KWADIJK, J., WÖSTEN, H. and JAUHAINEN, J. 2010. Current and future CO<sub>2</sub> emissions from drained peatlands in Southeast Asia. *Biogeosciences*, 7, pp 1-10.

HOOIJER, A., PAGE, S., JAUHAINEN, J., LEE, W. A., LU, X. X., IDRIS, A. and ANSHARI, G. 2012. Subsidence and carbon loss in drained tropical peatlands. *Biogeosciences*, 9, pp 1-19.

JAENICKE, J., RIELEY, J. O., MOTT, C. *et al.* 2008. Determination of the amount of carbon stored in Indonesian peatlands. In: *Geoderma* 147 (2008) pp 151-158.

JAUHAINEN, J., HOOIJER, A. and PAGE, S. E. 2012. Carbon dioxide emissions from an Acacia plantation on peatland in Sumatra, Indonesia. *Biogeosciences*, 9, pp 617-630.

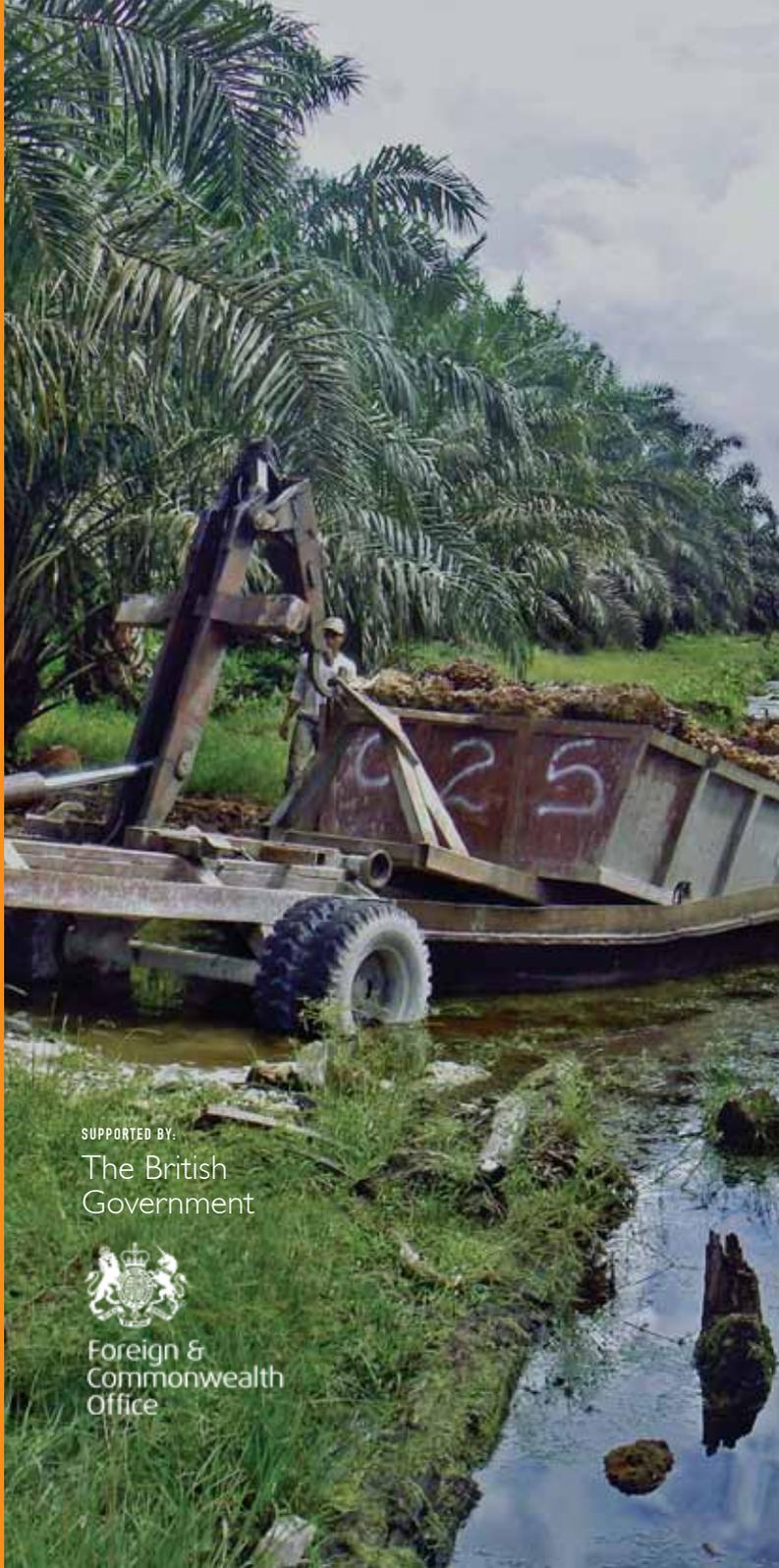
LIAU, S. S. 1994. Rat population in oil palm replants and crop loss assessment. In: *Proc. Third Int. Conf. on Plant Protection in the Tropics, Vol IV*. Malaysian Plant Protection Society, Kuala Lumpur. pp 8-18.

LIM, J.S. 1989. Major soil mapping units in Peninsular Malaysia. *Proc. Workshop on Recent Development in Soil Genesis and Classification*. October 1989, Kuala Lumpur. pp 113-133

- LIM, K. H. and UDIN, W. 2010. Ganoderma basal and middle stem rot and its management on first generation oil palms planted on peat. Presented at the Second International Seminar on Oil Palm Diseases. 31 May 2010 at Yogyakarta, Indonesia. Organized by IOPRI and MPOB.
- LIM, K.H. 2005a. Soil, water and fertilizer management for oil palm cultivation on peat soils. In: Proc. Pipoc 2005 International Palm Oil Congress, Biotechnology and Sustainability Conf. 26-28 Sept. 2005. pp 433-455.
- LIM, K.H. 2005b. Integrated pest and disease management of oil palm on peat soils. *The Planter*, 81 (956): pp 671-686.
- MANJIT, S., ZULKASTA, S. and ABDUL, H. 2004. Yield responses of young mature oil palms to NPK fertiliser application on deep peat in North Sumatra Province, Indonesia. *The Planter* 80 (941): pp 489-506.
- MELLING, L. and RYUSUKE, H. 2002. Development of tropical peat swamps for oil palm cultivation. In: Proc. National Seminar on Plantation management: Back to Basics. 17th – 18th June, 2002, ISP, Kuching, Sarawak, Malaysia.
- MOHD TAYEB, D. 2005. Technologies for planting oil palm on peat. Manual published by Malaysian Palm Oil Board. pp 84.
- OMAR, W., ABD AZIZ, N., MOHAMMED, A. T., HARUN, M. H. and DIN, A. K. 2010. Mapping of Oil Palm Cultivation on Peatland in Malaysia. MPOB Information Series. ISSN 1551-7871. MPOB TT No. 473. June 2010.
- PAGE, S. E., MORRISON, R., MALINS, C., HOOIJER, A., REILEY, J. O. and JAUHAINEN, J. 2011. Review of Surface Greenhouse Gas Emissions from Oil Palm Plantations in Southeast Asia (ICCT White Paper 15). Washington: International Council on Clean transportation.
- PARAMANANTHAN, S. 2008. Malaysian Soil Taxonomy – Second Edition.
- RIELEY, J. O., WUST, R. A. J., JAUHAINEN, J., PAGE, S. E., WOSTEN, H., HOOIJER, A., SIEGERT, F. *et al.* 2008. Tropical peatlands: carbon stores, carbon gas emissions and contribution to climate change processes. Chapter 6: pp 148-18. In: Strack, M. (editor) (2008). Peatlands and climate change. International Peat Society.
- SOIL SURVEY STAFF, 2010. Keys to Soil Taxonomy. Eleventh Edition, 2010. Natural Resources Conservation Service, United States Department of Agriculture, Washington, DC.
- STEPHENS, J. C., ALLEN, L. H. and CHEN, E. 1984. Organic soil subsidence, Geological Society of America, Reviews in Engineering Geology, Volume VI, pp 107–122.
- TAY, H. 1969. The distribution, characteristics, uses and potential of peat in West Malaysia. *J. Tropical Geography*, No. 29: pp 57-63.
- TIE, Y. L. 2004. Long-term drainability of and water management in peat soil areas. *The Planter*, 80 (No.940): pp 423-439.
- VAN DEN EELAART, 2005. Ombrogenous Peat Swamps and Development. <http://www.eelaart.com/pdffiles/ombrogenous%20peat%20swamps.pdf>
- WETLANDS INTERNATIONAL – MALAYSIA. 2010. A Quick Scan of Peatlands in Malaysia. Wetlands International – Malaysia, Project funded by the Kleine Natuur Initiatief Projecten, Royal Netherlands Embassy, March 2010.
- WETLANDS INTERNATIONAL – INDONESIA PROGRAMME. 2005. Manual for the Control of Fire in Peatlands and Peatland Forest. Wetlands International – Indonesia Programme, Bogor, Indonesia.
- WOSTEN, J. H. M. and RITZEMA, H. P. 2001. Land and water management options for peatland development in Sarawak, Malaysia. *International Peat Journal* 11, pp 59-66.
- XAVIAR, A., PARAMANANTHAN, S. and LIM, K.H. 2004. Improvement of oil palm performance on marginal and problem soils and difficult terrain. MOSTA Workshop on Agronomy and Crop Management, 10th July 2004, Teluk Intan, Perak, Malaysia (preprint).







SUPPORTED BY:

The British  
Government



Foreign &  
Commonwealth  
Office