

LAPORAN PENELITIAN HUTAN BER-STOK KARBON TINGGI

Pendefinisian dan identifikasi wilayah hutan ber-Stok Karbon Tinggi
untuk kemungkinan konservasi



DAFTAR ISI

Kata Pengantar	4
Ringkasan Eksekutif	5
1 Pendahuluan	
1.1 Komitmen kebijakan GAR	10
1.2 Bekerja sama dengan mitra dan pemangku kepentingan	11
1.3 Pengembangan pendekatan studi tentang hutan Stok Karbon Tinggi	11
1.4 Sosialisasi	12
2 Metodologi Hutan dengan Stok Karbon Tinggi (SKT)	
2.1 Pendekatan studi tentang hutan SKT	13
2.2 Lokasi tempat studi/konsesi	15
2.3 Metodologi	17
2.3.1 Stratifikasi	18
2.3.2 Pengambilan contoh	18
2.3.3 Rancangan plot contoh	19
2.3.4 Perincian plot	20
3 Analisis Data	
3.1 Alometrik	21
3.2 Pemeriksaan Data	22
3.3 Ekstrapolasi data untuk menghitung dan memperkirakan stok karbon	22
4 Hasil dan Pembahasan	
4.1 Hasil	23
4.2 Pembahasan	26
4.2.1 Keterbatasan Studi	28
4.3 Konservasi Kawasan SKT	29
5 Kesimpulan dan Rekomendasi	
5.1 Rekomendasi untuk penelitian lanjutan	30
Glosarium	33
Ucapan Terima Kasih	34
Daftar Pustaka	35
<i>Lampiran 1</i>	37
<i>Lampiran 2</i>	39
<i>Lampiran 3</i>	41
<i>Lampiran 4</i>	42

Kata Pengantar

Golden Agri-Resources (GAR), bersama anak perusahaannya PT SMART Tbk (SMART), lembaga nirlaba internasional TFT dan Greenpeace (“tim”), telah mencapai tonggak penting dengan meluncurkan laporan tentang metodologi dan temuan lapangan mengenai hutan Stok Karbon Tinggi (SKT) yang dilakukan di bawah kerangka Kebijakan Konservasi Hutan (KKH) GAR.

Penelitian lapangan ini dilaksanakan sepanjang tahun 2011, dimana setelah peluncuran KKH GAR pada awal tahun 2011, tim melanjutkan dengan melaksanakan pengujian penerapan kebijakan dan definisi sementara hutan SKT di lapangan. GAR berniat untuk memimpin dalam upaya menentukan definisi sementara SKT yang tepat serta memastikan kenihilan rekam jejak deforestasi pada kegiatan produksi minyak sawit sehingga pada akhirnya, wilayah hutan SKT yang dikonservasi dapat kembali secara alami ke fungsi ekologisnya sebagai hutan.

Tim melakukan pendekatan konsultatif dan terbuka terhadap masukan dari seluruh pemangku kepentingan. Perusahaan sadar bahwa agar berhasil, kebijakan ini tidak dapat dilakukan semata-mata hanya oleh perusahaan. Konservasi hutan SKT harus didukung oleh semua pemangku kepentingan industri kelapa sawit. Dengan demikian, penyusunan laporan ini adalah titik awal bagi para pemangku kepentingan untuk membahas, berdebat dan memperbaiki temuan tim. GAR berharap bahwa semua pihak akan bekerjasama bahu-membahu untuk mencari solusi bagi produksi minyak sawit lestari.

Dalam kesempatan ini tim menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah bekerja sama dengan kami dalam meneliti hutan SKT baik di lapangan maupun dalam penyusunan laporan ini, antara lain masyarakat lokal, organisasi kemasyarakatan, dan lembaga-lembaga utama Pemerintah Republik Indonesia.

Tim mengharapkan para pemangku kepentingan akan mempelajari laporan ini secara bersama-sama. GAR percaya bahwa ini adalah kerangka yang kokoh bagi para pemangku kepentingan dalam mencari solusi guna pelestarian hutan, menciptakan lapangan kerja yang sangat dibutuhkan serta memastikan pertumbuhan jangka panjang industri kelapa sawit yang merupakan bagian penting dari perekonomian Indonesia.

Daud Dharsono

Direktur Utama

PT SMART Tbk

Ringkasan Eksekutif

Hutan tropis Indonesia memiliki kandungan karbon yang sangat besar, keanekaragaman hayati yang penting, dan sangat penting bagi sumber mata pencaharian ribuan masyarakat setempat. Konversi hutan menjadi area penggunaan lain (APL) termasuk lahan pertanian atau perkebunan, khususnya di lahan gambut yang kaya karbon, telah membuat Indonesia menjadi salah satu penghasil emisi gas rumah kaca terbesar.

Untuk berkontribusi pada pengurangan emisi gas rumah kaca dan sebagai bagian dari komitmen Golden Agri-Resources (GAR) untuk memproduksi minyak sawit yang lestari, GAR bekerjasama dengan TFT, suatu organisasi nirlaba internasional, meluncurkan Kebijakan Konservasi Hutan (KKH) pada tanggal 9 Februari 2011. KKH berfokus pada konservasi hutan dan memastikan bahwa GAR memiliki kenihilan rekam jejak deforestasi. Perusahaan menerapkan KKH di seluruh perkebunan yang dimiliki, kelola atau berinvestasi, terlepas dari besarnya kepemilikan perusahaan.

Tujuan ini akan dicapai dengan tidak membangun perkebunan kelapa sawit di daerah yang memiliki Nilai Konservasi Tinggi (NKT), lahan gambut terlepas dari berapapun kedalamannya, tidak membangun di kawasan hutan Stok Karbon Tinggi (SKT), melaksanakan *free, prior and informed consent* bagi penduduk asli dan masyarakat lokal, serta mematuhi semua peraturan dan perundangan yang berlaku serta prinsip-prinsip dan kriteria sertifikasi yang diterima secara internasional.

Dalam mengimplementasikan komitmen ini, GAR dan anak perusahaannya PT SMART Tbk (SMART), TFT, dan Greenpeace (bersama-sama sebagai "tim"), bekerjasama dalam penelitian guna mengembangkan metodologi praktis, teruji secara ilmiah dan ekonomis dalam menentukan dan mengidentifikasi wilayah hutan SKT yang akan dikonservasi. Pada akhirnya, wilayah hutan SKT yang dikonservasi dapat kembali secara alami ke fungsi ekologisnya sebagai hutan. Metodologi ini didasarkan pada prinsip bahwa terdapat korelasi antara kerapatan vegetasi dan volume kayu yang hidup di atas tanah pada pohon dengan diameter (*diameter at breast height - DBH*) ≥ 5 cm. Nilai ini kemudian dikonversi menjadi ton karbon per hektar (tC/ha). Ini sesuai dengan rekomendasi dari sejumlah studi yang berpendapat bahwa kombinasi dari analisis data penginderaan jauh dengan data lapangan memungkinkan adanya pendekatan yang efektif. Untuk keperluan studi ini, ambang sementara untuk hutan SKT berupa biomassa di atas tanah (*AGB – above ground biomass*) yang lebih besar dari 35tC/ha digunakan.

Menggunakan pendekatan pembelajaran dan adaptif, metodologi hutan SKT dapat dirangkum sebagai berikut:



Tahap-tahap untuk mengidentifikasi kawasan hutan SKT dalam wilayah konsesi.

Metodologi ini menstratifikasi vegetasi penutup lahan ke dalam berbagai kelas yang berbeda melalui analisis citra satelit yang dikombinasikan dengan data dari kegiatan lapangan. Kegiatan lapangan di empat konsesi GAR di Kalimantan Tengah dan Kalimantan Barat telah mengukur 431 plot di sepanjang tahun 2011. Berhubung studi ini difokuskan pada daerah yang belum dikembangkan yang menjadi sumber kehidupan masyarakat lokal, program sosialisasi dilakukan untuk memastikan bahwa masyarakat memahami dan mendukung kegiatan lapangan ini. GAR juga berupaya untuk melibatkan secara luas para pemangku kepentingan yaitu Pemerintah Republik Indonesia, lembaga swadaya masyarakat, masyarakat lokal dan adat, serta pemangku kepentingan lainnya dalam industri kelapa sawit.

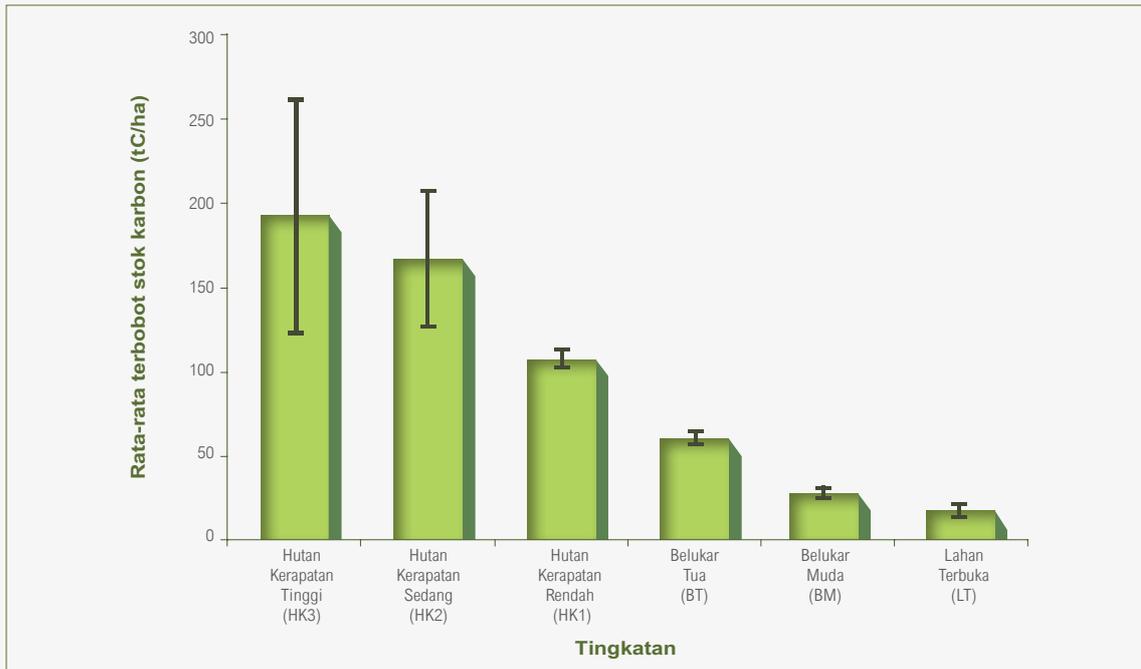
Studi ini menemukan enam strata yang dapat diidentifikasi yaitu: Hutan Kerapatan Tinggi (HK3), Hutan Kerapatan Sedang (HK2), Hutan Kerapatan Rendah (HK1), Belukar Tua (BT), Belukar Muda (BM), dan Lahan Terbuka (LT). Stratifikasi ini berkorelasi dengan berbagai nilai rata-rata stok karbon.

Definisi vegetasi penutup lahan:

- **Hutan Kerapatan Tinggi (HK3)** – sisa hutan alam, hutan sekunder dengan kondisi mendekati hutan primer. Rata-rata 192 ton karbon per hektar (tC/ha)
- **Hutan Kerapatan Sedang (HK2)** – sisa hutan alam, tetapi kondisinya lebih terganggu dibandingkan HK3. Rata-rata 166 ton karbon per hektar (tC/ha)
- **Hutan Kerapatan Rendah (HK1)** – tampak seperti sisa hutan alam, tapi kondisinya sangat terganggu dan sedang dalam pemulihan. (di dalamnya didapati tanaman rakyat / kebun campuran). Rata-rata 107 ton karbon per hektar (tC/ha)
- **Belukar Tua (BT)** – didominasi oleh pohon-pohon muda yang sedang tumbuh kembali menjadi hutan, namun sesekali masih ditemui sisa hutan yang lebih tua (semacam hutan transisi). Rata-rata 60 ton karbon per hektar (tC/ha)

- **Belukar Muda (BM)** – lahan yang baru dibuka, beberapa tanaman kayu yang baru tumbuh, dan rerumputan yang menutupi tanah. Rata-rata 27 ton karbon per hektar (tC/ha)
- **Lahan Terbuka (LT)** – lahan yang baru dibuka, didominasi oleh rerumputan atau tanaman pangan serta beberapa tanaman berkayu. Rata-rata 14 ton karbon per hektar (tC/ha)

Mempertimbangkan kemiripan nilai stok karbon pada strata di berbagai konsesi, kami memplotkan rata-rata terbobot nilai stok karbon berbagai strata dan mendapatkan bahwa beberapa nilai strata karbon saling tumpang tindih.



Rata-rata terbobot dari nilai karbon stok dari berbagai strata

Studi ini mengkonfirmasi bahwa pohon dengan diameter (DBH) > 30 cm mendominasi strata dengan nilai karbon yang tinggi (HK 1, 2 dan 3); sedangkan pohon-pohon dengan diameter (DBH) < 20 cm mendominasi strata dengan nilai karbon yang lebih rendah (BT, BM dan LT). Selain itu, strata 'Belukar Tua' atau BT kadang-kadang memiliki karakteristik hutan yang lebih tua (terlihat dengan adanya populasi pohon dengan DBH lebih besar), konsisten dengan hasil kajian bahwa belukar tua bisa berupa hutan yang sedang beregenerasi. Hal ini mendukung ambang hutan SKT sementara yang berada di antara belukar tua (BT) dan belukar muda (BM), dan bahwa strata karbon yang lebih rendah dari hutan SKT memiliki potensi untuk regenerasi stok karbon.

Pendekatan hutan SKT relatif sederhana, praktis, cepat, dan ekonomis, namun secara teknis cukup teruji untuk memperkirakan estimasi stok karbon. Secara teknis estimasi ini tidak cukup akurat atau layak untuk digunakan dalam akuntansi karbon, yang sama sekali bukan tujuan dari kajian ini.

Ada beberapa pelajaran didapat selama proses sosialisasi dengan masyarakat lokal pada konsesi yang diteliti antara lain: lebih banyak waktu diperlukan untuk menjelaskan tujuan kajian lapangan hutan SKT dan isu-isu terkait kompensasi serta alokasi kebun-kebun plasma di wilayah yang akan menjadi tempat konservasi SKT.

Beberapa keterbatasan dalam studi hutan SKT, diantaranya:

- Metodologi tidak memperhitungkan seluruh AGB (misalnya mengeluarkan kategori pohon dengan DBH kurang dari 5cm, atau AGB vegetasi mati seperti kayu dan cabang) dan biomassa di bawah tanah, dengan kata lain ada beberapa nilai karbon yang tidak diperhitungkan;
- Survei lapangan hanya terbatas pada wilayah yang mendapatkan izin dari masyarakat setempat;
- Resolusi citra satelit yang berskala rendah hingga menengah serta telah berumur dua tahun;

Setelah mengidentifikasi wilayah hutan SKT, proses konservasi tambahan perlu dilakukan guna menganalisa bentuk, ukuran termasuk ukuran 'inti', konektivitas dan kualitas habitat untuk memastikan agar tujuan jangka menengah regenerasi hutan alam yang berfungsi ekologis dapat dicapai. Aspek tambahan lainnya yang perlu dipertimbangkan adalah status hukum legalitas lahan, pelaksanaan free, prior, informed, consent kepada komunitas lokal, dampak hutan SKT pada desain dan manajemen perkebunan, serta pemantauan secara keseluruhan. Temuan penelitian hutan SKT menunjukkan bahwa:

- Tutupan vegetasi dapat digunakan secara luas untuk memperkirakan tingkat nilai stok karbon
- Tutupan vegetasi dapat dimasukkan dalam berbagai kelompok untuk menggambarkan cadangan karbon yang berbeda-beda
- Pada beberapa kategori tutupan vegetasi terdapat perbedaan stok karbon yang signifikan
- Hutan dengan kerapatan tinggi dan sedang (HK2 dan 3) adalah sisa-sisa hutan, dengan berbagai tingkat gangguan.
- Hutan kerapatan rendah (HK1) juga sisa-sisa hutan, tapi dengan tingkat gangguan yang sangat tinggi dan memiliki lebih banyak pohon dengan diameter yang lebih kecil
- Belukar Tua (BT) tampak sebagai regenerasi hutan, kadang-kadang terdapat sisa-sisa hutan yang lebih tua
- Belukar Muda (BM) dan Lahan Terbuka (LT) tampak sebagai lahan yang baru dibuka dengan vegetasi yang sedang tumbuh kembali

Stratifikasi vegetasi menunjukkan bahwa:

- Penetapan ambang hutan SKT sementara yang lebih dari 35 tC/ha akan membuat kategori HK 1, 2 dan 3 serta BT, diklasifikasikan sebagai HCS yang dapat dipertimbangkan untuk konservasi
- BM dan LT merupakan stok karbon rendah, dipertimbangkan sebagai hutan non-SKT, dan dapat dikembangkan sesuai dengan melalui proses konservasi SKT (sebagaimana terurai di atas), serta penelitian lebih lanjut yang mempertimbangkan potensi regenerasi BM (belukar muda)

Metodologi SKT akan memfasilitasi komitmen GAR untuk menihilkan rekam jejak deforestasi sebagaimana kebijakan KKH. Temuan SKT mengindikasikan adanya metode praktis dan kokoh untuk mengidentifikasi SKT pada konsesi GAR di Kalimantan. Namun agar metodologi ini dapat digunakan sebagai alat yang andal untuk memprediksi hutan SKT di seluruh Indonesia, diperlukan pengujian dan kajian lapangan lebih lanjut.

Selain itu, tim akan menyelenggarakan diskusi yang lebih luas bersama wakil dari pemerintah Indonesia, organisasi kemasyarakatan, masyarakat lokal dan adat, pelaku utama di bidang perkebunan, serta pemangku kepentingan industri kelapa sawit lainnya di Indonesia guna menjangkau masukan mengenai penelitian dan hasil kajian hutan SKT.

Dialog lebih lanjut sangat diperlukan untuk menerapkan proses pemetaan HCS pada tingkat regional dan nasional, serta pilihan dalam melakukan konservasi, mengelola dan melindungi wilayah yang dijadikan kawasan hutan SKT.

Setelah memperoleh masukan dan saran dari seluruh pemangku kepentingan, GAR akan mengembangkan rencana kerja lebih lanjut terhadap metodologi ini dan akan mengumumkan pada saatnya.

Agar konservasi hutan SKT berhasil, GAR tidak dapat melakukannya sendirian. GAR perlu melibatkan para pemangku kepentingan lainnya dalam mencari solusi terhadap tantangan ini. GAR terus mendayagunakan kepemimpinan dalam mempromosikan kerangka kemitraan bersama para pemangku kepentingan guna mencari solusi bagi konservasi hutan, menciptakan lapangan pekerjaan yang sangat dibutuhkan, serta memastikan pertumbuhan jangka panjang industri minyak sawit lestari yang sangat penting bagi perekonomian Indonesia.

1 Pendahuluan

Hutan tropis Indonesia memiliki simpanan karbon dalam jumlah besar, keanekaragaman hayati yang penting, dan sangat penting bagi mata pencaharian ribuan masyarakat lokal. Pengalihan fungsi hutan untuk penggunaan lain seperti pertanian atau perkebunan, khususnya di lahan gambut yang kaya karbon, menjadikan Indonesia sebagai salah satu penghasil gas rumah kaca terbesar di dunia.

Pemerintah Indonesia telah menyadari akan hal ini dan berkomitmen untuk mengurangi emisi sebesar 26% pada tahun 2020 atau sebesar 41% dengan bantuan keuangan internasional¹. Komitmen bahwa moratorium pada "konsesi baru yang dialihfungsikan dari hutan alami dan lahan gambut untuk penggunaan lahan lain termasuk perkebunan"² dituangkan dalam kemitraan iklim berupa bantuan US\$ 1 miliar dari pemerintah Norwegia kepada Pemerintah Indonesia.

1.1 Komitmen kebijakan GAR

Untuk berkontribusi terhadap pengurangan gas rumah kaca dan dalam rangka produksi minyak kelapa sawit lestari, pada tanggal 9 Februari 2011 GAR mengumumkan Kebijakan Konservasi Hutan (KKH) yang berisi komitmen untuk tidak meninggalkan rekam jejak deforestasi dalam kegiatan-kegiatan operasional minyak sawitnya, dengan tidak mengembangkan perkebunan kelapa sawit di lahan-lahan yang memiliki Nilai Konservasi Tinggi (NKT) dan lahan-lahan gambut berapapun kedalamannya, dan tidak mengembangkan lahan-lahan yang memiliki Stok Karbon Tinggi (SKT).

KKH merupakan bagian dari pendekatan holistik GAR yang mencakup penancangan Kebijakan Sosial dan Keberperanan Komunitas (*Social and Community Engagement Policy/SCEP*) pada bulan November 2011, dan Kebijakan Peningkatan Produktifitas (*Yield Improvement Policy/YIP*) pada bulan Februari 2012.

Kebijakan-kebijakan tersebut merupakan tambahan untuk memastikan keabsahan semua kegiatan operasional, pelaksanaan prinsip-prinsip PADIATAPA atau Persetujuan atas Dasar Informasi Awal Tanpa Paksaan (*Free, Prior & Informed Consent*), dan untuk memperoleh sertifikat dari *Roundtable of Sustainable Palm Oil* untuk semua kegiatan operasionalnya pada tahun 2015³. KKH berlaku bagi semua perkebunan yang dimiliki, dikelola, dan diinvestasikan oleh GAR terlepas berapapun besarnya kepemilikan.

¹ Pernyataan Presiden Indonesia pada pertemuan G20 tahun 2009 di Pittsburgh.

² Pemerintah Norwegia (2010), *Letter of Intent between the government of the Kingdom of Norway and the government of the Republic of Indonesia on "Cooperation on Reducing Greenhouse Gas Emissions from deforestation and forest degradation"*.

³ Kebijakan tersebut berlaku atas 433.200 ha perkebunan dan 42 pabrik per tanggal 30 Juni 2010.

1.2 Bekerja sama dengan mitra dan pemangku kepentingan

Untuk membantu upaya merealisasikan komitmen-komitmen tersebut, GAR menjalin kemitraan dengan TFT dan bekerja sama dengan Greenpeace dalam pelaksanaan KKH.

Selanjutnya, sejak pencaangan KKH, GAR telah secara aktif bekerja sama dengan Pemerintah Indonesia, lembaga swadaya masyarakat, masyarakat lokal dan penduduk asli, para tokoh penting, dan para pemangku kepentingan lainnya dalam industri kelapa sawit di Indonesia. GAR berharap pendekatan dengan berbagai pemangku kepentingan ini dapat memastikan bahwa komitmen-komitmen kebijakannya dipahami dengan baik, terdapat umpan balik tentang dan partisipasi dalam pelaksanaan komitmen-komitmen tersebut, dan bahwa transparansi dalam keseluruhan proses akan memberikan kredibilitas bagi GAR.

1.3 Pengembangan pendekatan studi tentang hutan SKT

Hal utama dalam KKH GAR adalah mengembangkan metodologi praktis dan ekonomis untuk mendefinisikan dan mengidentifikasi lahan SKT yang mungkin dapat dikonservasi. Meski terdapat definisi-definisi dan metodologi-metodologi yang telah diterima untuk mengidentifikasi lahan gambut dan NKT, SKT merupakan konsep baru yang belum banyak disepakati terkait dengan definisi dan identifikasinya..

Selanjutnya tujuan penelitian hutan SKT ini juga untuk mempelajari kendala-kendala serta melihat berbagai pilihan dalam melakukan pendugaan cadangan karbon dimana secara bersamaan mengembangkan metodologi yang tepercaya secara ilmiah dan praktis untuk mengidentifikasi hutan SKT. Temuan-temuan ini dapat digunakan oleh GAR dan perusahaan-perusahaan lain yang memiliki kebutuhan yang sama untuk mengembangkan rencana penggunaan lahan dan perangkat manajemen lainnya untuk memastikan kenihilan rekam jejak deforestasi dalam kegiatan-kegiatan operasinya.

Pembahasan tentang konsep hutan SKT dimulai pada triwulan keempat tahun 2010 dan beberapa pendekatan telah dipertimbangkan. GAR mengembangkan peta untuk 13 konsesi yang mencakup kawasan hutan dan direncanakan untuk pengembangan perkebunan-perkebunan baru. Vegetasi pada konsesi-konsesi tersebut awalnya dibagi ke dalam strata-strata (lihat bagian 2.3.1 untuk rinciannya) dengan menggunakan tutupan tajuk (*canopy cover*) dan menggabungkan informasi dari pengamatan dari udara yang telah dilakukan sebelumnya oleh Greenpeace pada beberapa konsesi. Kawasan-kawasan yang tampak memiliki vegetasi yang lebih banyak diidentifikasi untuk dilakukan kunjungan lapangan di delapan tempat.

Kami memulai kegiatan awal lapangan pada triwulan keempat tahun 2010 di delapan tempat tersebut di satu konsesi percobaan untuk menilai besarnya AGB.

Kami menemukan bahwa sebagian besar karbon di kawasan hutan tersebut (bukan kawasan lahan gambut) berada pada pohon-pohon yang berukuran lebih besar. Pengukuran atas pohon-pohon kecil berdiameter kurang dari 5 cm pada ketinggian di atas dada (*diameter at breast height/DBH*) sangat melelahkan dan karbon yang terkandung dalam pohon-pohon tersebut dianggap tidak cukup signifikan untuk mengubah hasil pengelompokan secara drastis atau tidak sebanding dengan waktu dan tenaga yang diperlukan untuk melakukan survei atas pohon-pohon tersebut.

Meski temuan-temuan awal tersebut memberikan kerangka kerja untuk pembahasan yang sedang berlangsung, GAR mengumumkan KKH-nya pada bulan Februari 2011. Untuk menyempurnakan metodologi tersebut, definisi sementara hutan SKT ditetapkan sebagai hutan dengan nilai AGB hidup lebih dari 35 tC/ha.

Antara triwulan pertama dan triwulan terakhir tahun 2011, kegiatan lapangan dilakukan di empat konsesi: PT Kartika Prima Cipta (KPC), diikuti oleh PT Paramitra Internusa Pratama (PIP) dan PT Persada Graha Mandiri (PGM) yang terletak di Kalimantan Barat, dan kemudian PT Buana Adhitama (BAT) di Kalimantan Tengah.

Dengan menggunakan pendekatan pembelajaran dan adaptif, kami meningkatkan proses pengelompokan dengan menurunkan jumlah strata dari 16 menjadi 6 strata (lihat bagian 2.3.1 dan Lampiran 1 untuk pembahasan lengkap). Kami juga menyesuaikan teknik pengambilan sampel kami berdasarkan hasil-hasil yang diperoleh dari kegiatan lapangan pertama (lihat bagian 2.3.2) dan juga mengubah cara kami dalam memilih plot (lihat bagian 2.3.3). Data yang digabungkan dari keempat konsesi tersebut dianalisa untuk menilai seberapa praktis dan kuat metodologi tersebut dalam mengidentifikasi hutan-hutan SKT.

1.4 Sosialisasi⁴

Pemerintah Indonesia memberikan izin lokasi kepada perusahaan untuk mengembangkan kegiatan di lahan yang telah digunakan sebelumnya dan dianggap sebagai lahan kritis. Meski demikian, kawasan-kawasan ini sering didapati sedang dimanfaatkan oleh masyarakat setempat. Sebelum dilakukan pembangunan apa pun, perlu upaya untuk melibatkan masyarakat dan mengimplementasikan *Free, Prior, and Informed Consent*, serta memberikan kompensasi kepada mereka atas kerugian langsung maupun tidak langsung akibat penggunaan kawasan-kawasan tersebut melalui proses yang terbuka dan transparan.

Karena studi kami tentang hutan SKT meliputi kawasan-kawasan yang belum dikembangkan dan mungkin masih merupakan milik masyarakat setempat, penting untuk memastikan bahwa masyarakat memahami dan memberikan izin atas kegiatan lapangan tersebut. Kami juga menganggap bahwa dukungan masyarakat sangat penting untuk keberhasilan konservasi kawasan-kawasan SKT seperti halnya pada kawasan NKT.

⁴ Sosialisasi melibatkan interaksi dan keterlibatan dengan para pemangku kepentingan terkait seperti para perwakilan pemerintah, para tokoh masyarakat, masyarakat setempat, dan para pemilik lahan. Dalam hal kegiatan lapangan SKT, sosialisasi tersebut termasuk pertemuan-pertemuan langsung, menciptakan kesadaran, menerima umpan balik, dan menjawab setiap keprihatinan dari kelompok pemangku kepentingan tersebut. Tujuan kegiatan tersebut adalah untuk menciptakan kesepahaman dan memperoleh dukungan untuk kegiatan lapangan SKT dan konservasi hutan-hutan SKT.

2 Metodologi Hutan dengan Stok Karbon Tinggi

Menghitung jumlah biomassa dan stok karbon adalah salah satu komponen penting untuk mengupayakan pengurangan emisi dari pembabatan dan penurunan fungsi hutan (Gibbs et al 2007). Sejumlah metodologi telah dikembangkan, khususnya berdasarkan hubungan proporsional antara AGB dan berat jenis kayu, diameter pohon, dan total tinggi pohon (seperti dalam Chave et al 2005, Brown 1997, Bryan et al 2010).

Pendekatan penghitungan biomassa dan stok karbon ini telah dipelajari secara lebih rinci di Indonesia untuk hutan-hutan Dipterocarp di Kalimantan (seperti dalam Yamakura et al 1986, Basuki et al 2009), dan hutan sekunder di Sumatra (Ketterings et al 2001). Dengan mempertimbangkan luas kawasan yang akan dinilai dan keterbatasan waktu dan sumber daya, gabungan analisa data penginderaan jarak jauh dan data lapangan berbasis lahan mungkin akan memberikan pendekatan yang efektif sebagaimana yang dianjurkan oleh banyak ahli, seperti DeFries et al (2007) dan Gibbs et al (2007) dalam penilaian global dan Bryan et al (2010) untuk Papua Nugini.

2.1 Pendekatan studi tentang hutan SKT

Pada tahap-tahap awal identifikasi SKT, sejumlah pendekatan alternatif telah dipertimbangkan. Pertimbangan tersebut termasuk menggunakan tutupan tajuk, aturan 20/30, dan perkiraan AGB.

Tutupan tajuk dianggap sebagai cerminan biomassa dan stok karbon berdasarkan definisi Organisasi Pangan dan Pertanian (*Food and Agriculture Organization/FAO*) tentang hutan. Definisi FAO tentang hutan adalah “setiap kawasan dengan luas minimal 0,5 ha dan dengan tutupan tajuk minimal sebesar 10%” (FAO 2006). Meski demikian, studi dan kegiatan lapangan awal mengidentifikasi kelemahan-kelemahan penggunaan metode tutupan tajuk. Kelemahan tersebut termasuk kesulitan untuk menghitung tutupan tajuk sebesar 10% pada bentang darat mosaik yang telah kritis, kesulitan untuk memisahkan tutupan hutan alami dari tutupan pohon lainnya, dan tidak memperhitungkan kawasan-kawasan yang mulai ditanami kembali yang memiliki jumlah biomassa yang substansial walau mungkin belum membentuk tajuk.

Kami mempertimbangkan aturan “20/30” dalam mendefinisikan hutan-hutan SKT. Aturan sebagaimana ditetapkan dalam Peraturan Menteri Kehutanan No. P.14/Menhut-II/2011 mewajibkan operator untuk memperoleh izin sebelum memanen kayu di kawasan-kawasan yang memiliki lebih dari 20 meter kubik kayu pada pohon yang berdiameter lebih dari 30 cm pada ketinggian di atas dada (DBH), atau 1,3 m di atas permukaan tanah⁵.

Aturan tersebut dikhawatirkan dapat menyebabkan variasi kondisi hutan secara signifikan di kawasan yang sama. Dengan kata lain, kondisi hutan mungkin sangat kritis dengan sedikit pohon besar yang memiliki volume kayu yang tinggi. Di lain pihak, beberapa kawasan memiliki sedikit pohon berukuran 30 cm DBH namun memiliki tingkat pertumbuhan kembali yang padat sehingga memberikan nilai biomassa yang tinggi dan potensial untuk konservasi. Kami juga melakukan konsultasi meminta pendapat dari para ahli tentang pendekatan “20/30”⁶ dan

⁵ DBH diukur pada ketinggian 1,3 m di atas permukaan tanah.

⁶ Seperti saran David Lamb dari Universitas Queensland, Australia.

komentar umum mereka adalah bahwa faktor-faktor lain seperti keanekaragaman hayati dan bentang darat perlu dipertimbangkan.

Sesuai dengan rekomendasi dari studi-studi internasional tentang penilaian AGB, kombinasi antara analisis data penginderaan jarak jauh dan data lapangan berbasis lahan diambil sebagai pilihan terbaik untuk diterapkan dalam studi penentuan dan identifikasi kawasan-kawasan hutan SKT. Sejumlah tempat di lapangan dipilih untuk melakukan pengembangan metodologi awal. Pada masing-masing tempat tersebut, kami mengidentifikasi plot utama⁷ yang berukuran 20 x 20 m, dan mengukur semua semua pohon dengan DBH lebih dari 20 cm. Dalam kawasan utama, sub-plot seluas 10x10 m diidentifikasi untuk mengukur semua pohon yang lebih tinggi dari 2 m dan DBH kurang dari 20 cm.

Selanjutnya, kami menggunakan ukuran-ukuran tersebut sebagai masukan untuk menghitung AGB. AGB dihitung dengan menggunakan rumus standar yang dipakai di seluruh Asia, dimana kepadatan kayu sebesar 600kg/m³ secara umum diterima sebagai kepadatan rata-rata untuk spesies-spesies pohon tropis di Asia. AGB kemudian dikonversikan ke dalam satuan ton karbon per hektar (tC/ha) dengan menggunakan faktor konversi sebesar 0,47 (IPCC 2006).

Pengukuran-pengukuran awal tersebut menunjukkan bahwa kami memerlukan:

- Pencitraan satelit dengan resolusi yang lebih tinggi untuk mengidentifikasi kawasan-kawasan SKT secara lebih akurat;
- Fokus lebih pada proses pengelompokan citra satelit tersebut untuk menetapkan perkiraan awal tentang kisaran nilai karbon;
- Pendekatan yang lebih terstruktur dalam melakukan inventarisasi AGB dengan menggunakan alometrik⁸ yang sesuai.

Sebagaimana dibahas pada bagian 1.3, kami menggunakan definisi sementara tentang hutan SKT sebagai hutan yang memiliki AGB hidup lebih dari 35 tC/ha. Definisi sementara tersebut dengan sengaja bersifat konservatif karena fokus studi adalah pada persentase AGB, yang berarti bahwa AGB lain dan biomassa di bawah tanah tidak dihitung. Selain itu, faktor lainnya seperti keanekaragaman hayati tidak diperhitungkan.

Meskipun definisi sementara tersebut pada awalnya bersifat subjektif, definisi tersebut didukung oleh tinjauan para ahli⁹ dan penelitian lain tentang penyerapan karbon oleh pohon-pohon kelapa sawit: *"untuk menghindari utang karbon, konversi sebaiknya hanya dilakukan terhadap semak belukar dan padang rumput dengan stok C di atas tanah kurang dari 40 ton C ha"* (dikutip dari Dewi et al, 2009 dan Van Noordwijk, 2012)¹⁰.

⁷ Selama kegiatan lapangan awal, kami menandai kawasan seluas 20x20 m yang kami sebut sebagai plot utama. Dalam plot utama tersebut, kami kemudian menandai kawasan yang lebih kecil yang berukuran 10x10 m yang kami sebut sebagai sub-plot.

⁸ Aturan penentuan skala dan persamaan yang menghubungkan biomassa pohon, karbon atau ciri-ciri lain yang serupa dengan diameter batang dan/atau tinggi pohon. Dalam studi kami, kami menggunakan rumus yang menghubungkan DBH dan AGB biomassa pohon tersebut.

⁹ Seperti "Penggunaan ambang batas sebesar 35 tC/ha sebaiknya dapat diterima untuk mendefinisikan konsep SKT apabila perkiraan biomassa hanya mempertimbangkan i pohon-pohon yang berdiameter lebih dari atau sama dengan 5 cm." (de Boer 2011, pers. Comm). Demikian juga, penelitian yang dilakukan di Jambi menemukan bahwa "perkiraan stok karbon yang lebih rendah dari biomassa di atas tanah pada hutan sekunder adalah kira-kira 32 tC/ha dan berpotensi untuk beregenerasi secara alami". (Wasrin, U.R., Rohiani, A, Putera, A.E. dan Hidayat, A. 2000. *Assessment of aboveground C-stock using remote sensing and GIS technique* (Penilaian atas stok C di atas tanah dengan menggunakan penginderaan jarak jauh dan teknik GIS). Laporan Akhir, Seameo Biotrop, Bogor, halaman 28

¹⁰ Lihat juga tinjauan atas makalah "Greenhouse Gas Emission from Palm Oil Production" yang disusun oleh RSPO Kelompok Kerja Gas Rumah Kaca (Greenhouse Gas Working Group) (2009); kutipan tersebut termasuk kutipan yang memperhitungkan bahwa perkebunan kelapa sawit memiliki rata-rata stok karbon sebesar 35,3 tC/ha setelah rotasi selama 25 tahun.

Untuk membantu mengembangkan metodologi tersebut, kami melibatkan seorang spesialis di bidang kayu dan inventarisasi karbon¹¹. Metodologi mencakup luas plot yang akan diukur, teknik pengambilan sampel dan basis data Microsoft Access yang melakukan perhitungan-perhitungan statistik atas data yang dikumpulkan selama kegiatan lapangan.

Walaupun demikian, dengan mempertimbangkan bahwa muatan karbon (AGB dan Biomassa di Bawah Tanah) dari hutan tropis primer di wilayah katulistiwa dapat melebihi 200 tC/ha (Gibbs et al 2007), terdapat kemungkinan bahwa 'karbon tinggi' menandakan hutan yang memiliki rata-rata stok karbon sebesar 150 tC/ha atau lebih. Karena tujuan pendekatan studi tentang hutan SKT adalah untuk memastikan viabilitas hutan melalui pengembalian keadaan fungsi ekologi dalam jangka menengah hingga jangka panjang, metode tersebut mencakup sebagian besar unsur karbon hutan potensial, yaitu AGB karbon yang akan diakumulasikan selama pertumbuhan hutan. Oleh karena itu, untuk keperluan studi kami, istilah Stok Karbon Tinggi (SKT) mencakup komponen stok karbon potensial.

Dengan demikian, sebagai ambang batas sementara, nilai AGB sebesar 35 tC/ha dapat digunakan untuk mengidentifikasi kawasan-kawasan SKT yang nyata, kawasan-kawasan SKT potensial dan, meskipun didasarkan pada karbon, diasumsikan bahwa nilai tersebut dipergunakan juga mewakili keanekaragaman hutan dan nilai hutan lainnya. Untuk keperluan studi kami, hanya AGB hidup yang didefinisikan sebagai biomassa pohon dengan DBH lebih dari atau sama dengan 5 cm (Brown 1997) yang diukur. Perkebunan dan kebun-kebun campuran bukan bagian dari studi kami yang terfokus pada hutan alami, namun kami mengakui bahwa kawasan-kawasan tersebut dapat mengandung karbon dalam jumlah yang besar.

2.2 Lokasi tempat studi/konsesi

Secara keseluruhan, kegiatan lapangan dilakukan di empat konsesi yang merupakan perkebunan baru.

Konsesi-konsesi tersebut merupakan kawasan-kawasan besar yang masih tertutup vegetasi dan mengalami degradasi karena kegiatan manusia secara ekstensif, termasuk penebangan kayu dan ladang berpindah (BSI-CUC 2010). Selain itu, empat konsesi tersebut dipilih mempertimbangkan kemudahan akses ke lokasi-lokasi tempat pelaksanaan studi dan keterlibatan masyarakat. Seperti semua konsesi kami, keempat konsesi tersebut merupakan lahan untuk penggunaan lain (APL).

Tiga dari konsesi-konsesi tersebut berada di Kalimantan Barat dan satu konsesi berada di Kalimantan Tengah (lihat Gambar 1). Luas konsesi berkisar antara 14.000 ha hingga 20.000 ha.

¹¹ George Kuru, Direktur Utama Ata Marie Group Ltd., penyedia layanan profesional untuk bidang Perhutanan, Agri-Bisnis, dan Pengelolaan Sumber Daya Alam, berbasis di Jakarta, Indonesia.



Konsesi(-konsesi):

1. PT. Persada Graha Mandiri
2. PT. Paramitra Internusa Pratama
3. PT. Kartika Prima Cipta

Konsesi:

1. PT. Buana Adhitama

Gambar 1 – Peta Kalimantan, Indonesia, dengan lokasi keempat konsesi tempat studi tentang hutan SKT dilaksanakan. Tiga konsesi berada di provinsi Kalimantan Barat dan satu konsesi berada di provinsi Kalimantan Tengah.

Vegetasi yang dominan di Kalimantan Barat tempat kami melakukan kegiatan lapangan kami adalah jenis-jenis hutan yang umumnya tergenang air (*Shorea sp.*) dan hutan lahan kering (*Dipterocarpaceae sp.*) pada ketinggian yang lebih tinggi. Tempat-tempat tersebut juga memiliki hutan kerangas (*heath forest*) yang didominasi oleh pohon-pohon yang berdiameter lebih kecil. Akan tetapi, vegetasi di Kalimantan Tengah memiliki variasi yang lebih sedikit, yang pada umumnya terdiri dari hutan-hutan lahan kering. Di kedua wilayah tersebut, terdapat perkebunan rakyat yaitu perkebunan karet dan perkebunan campuran.

2.3 Metodologi

Kami menggunakan metode yang didasarkan pada asumsi bahwa terdapat korelasi antara tutupan vegetasi dan stok karbon, dan bahwa korelasi ini umumnya bersifat konsisten dan pada kondisi yang sama (MacDicken 1997, Gibbs et al 2007, Solichin et al 2011).

Karena tidak ada studi yang dapat dijadikan contoh, kami menyempurnakan metodologi seiring dengan kemajuan yang kami capai. Pada awalnya, kami mengelompokkan atau melakukan stratifikasi terhadap tutupan vegetasi berdasarkan kerapatan tajuknya dengan menganalisis pencitraan satelit. Tinjauan desktop ini dilengkapi dengan pekerjaan lapangan di mana kami mengukur karbon untuk setiap strata di plot-plot sampel.

Dalam seluruh tahapan studi kami, karbon diukur secara tidak langsung karena kami tidak dapat melakukan percobaan pengambilan sampel secara destruktif¹². Sebagai gantinya, kami menggunakan Diameter pada Ketinggian di atas Dada (DBH) dari pohon-pohon yang ada di plot sampel sebagai ukuran untuk menghitung karbon dalam vegetasi dalam strata-strata tersebut. Kami melakukan ekstrapolasi terhadap hasil-hasil dari plot-plot sampel untuk bagian lain dari wilayah konsesi.

Dengan menggunakan pendekatan pembelajaran yang bersifat adaptif, metodologi kami dirangkum dalam Gambar 2.



Gambar 2 – Tahap-tahap untuk mengidentifikasi kawasan hutan SKT dalam wilayah konsesi.

¹² Dalam percobaan pengambilan sampel secara destruktif, vegetasi yang ditemukan di suatu plot sampel harus ditebang, dikeringkan dan kemudian dibakar. Karbon dioksida yang dilepaskan akan ditimbang untuk memberikan ukuran jumlah karbon yang tersimpan dalam vegetasi tersebut.

2.3.1 Stratifikasi

Tujuan stratifikasi adalah untuk mengelompokkan vegetasi ke dalam kelompok-kelompok yang memiliki tingkat homogenitas tinggi untuk tujuan memperkecil variasi. Tujuan ini dapat dicapai dengan menafsirkan tutupan vegetasi dari pencitraan satelit di kawasan yang dikaji (GOFC-GOLD 2010). Secara sederhana, warna dan tekstur pada foto-foto satelit menunjukkan perkiraan perbedaan kerapatan vegetasi dan dapat dikelompokkan dengan cara yang tepat. Proses stratifikasi dibahas secara lengkap dalam Lampiran 1.

Karena pencitraan satelit terbaru tidak tersedia dengan mudah, kami menggunakan gabungan dari pencitraan Landsat yang terdiri dari pencitraan dengan resolusi menengah seperti SPOT-4, dengan resolusi spasial sebesar 20 m, dan SPOT-5, dengan resolusi spasial sebesar 10 m. Lihat Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1 – Informasi tentang pencitraan satelit yang digunakan dalam studi ini

No.	Konsesi	Wilayah	Pencitraan		
			Satelit	Lintasan/baris	Diambil pada tanggal
1	PT Kartika Prima Cipta	Kalimantan Barat	Landsat 7 ETM	120/60	18/07/2010
			SPOT 5	292/349	29/07/2009
2	PT Paramitra Internusa Pratama	Kalimantan Barat	Landsat 7 ETM	120/60	18/07/2010
			SPOT 5	291/349	18/07/2009
3	PT Persada Graha Mandiri	Kalimantan Barat	Landsat 7 ETM	120/60	18/07/2010
			SPOT 5	291/349	18/07/2009
4	PT Buana Adhitama	Kalimantan Tengah	Landsat 7 ETM	119/61	01/06/2010
			SPOT 4	294/353	14/05/2010

Selama tahapan studi, kami menyempurnakan proses stratifikasi seiring dengan terkumpulnya informasi dan data dari pekerjaan lapangan (lihat Lampiran 1 untuk perincian). Kami mulai dengan 16 strata yang digolongkan dengan menggunakan Perangkat Lunak Pengolah data Pencitraan, yang kemudian dipersempit menjadi enam strata saja. Melalui proses analisis data dan pekerjaan lapangan yang berulang-ulang, kami dapat menggolongkan vegetasi ke dalam strata yang secara relatif dan statistik berbeda.

Keenam strata tersebut adalah:

- HK3: Hutan Kerapatan Tinggi (Hutan Lahan Kering 3)
- HK2: Hutan Kerapatan Sedang (Hutan Lahan Kering 2)
- HK1: Hutan Kerapatan Rendah (Hutan Lahan Kering 1)
- BT: Belukar Tua
- BM: Belukar Muda
- LT: Lahan Terbuka

Kami juga mengembangkan sebuah Petunjuk Penafsiran (lihat Lampiran 3) untuk membantu kami menafsirkan pencitraan satelit ke dalam enam strata. Pada saat menggunakan petunjuk ini, kami menemukan korelasi yang kuat antara strata hutan berdasarkan kerapatan (Hutan Lahan Kering) yang teridentifikasi dalam studi kami dan hutan berdasarkan kerapatan dalam Peraturan Menteri Kehutanan no. 33/2009 tentang Pedoman Inventarisasi Hutan Menyeluruh Berkala (IHMB).

2.3.2 Pengambilan Sampel

Karena pekerjaan lapangan mencakup kawasan yang luas, kami mengidentifikasi plot-plot sampel untuk mengukur Biomassa di Atas Tanah pada pohon-pohon dengan Diameter pada Ketinggian di Atas Dada (DBH) lebih dari atau sama dengan 5 cm. Selain itu, kami memusatkan plot-plot sampel pada strata yang kami perkirakan dapat melebihi ambang batas sementara sebesar 35 tC/ha. Pada strata-strata ini, kami berencana mengukur sekitar 25 plot. Untuk strata-strata lainnya, kami berencana mengukur sekurang-kurangnya 15 plot per strata.

Dengan menggunakan hasil-hasil dari pekerjaan lapangan pertama pada PT KPC sebagai studi pengambilan sampel untuk konsesi-konsesi lainnya, koefisien variansi untuk strata ditargetkan dihitung dengan menggunakan Winrock Terrestrial Sampling Calculator dengan kesalahan pengambilan sampel sebesar 5% (Pearson 2006).

Dalam pekerjaan lapangan terakhir di PT BAT, koefisien variansi sebesar 45% digunakan untuk strata yang kami perkirakan terdapat ambang batas sementara sebesar 35 tC/ha.

2.3.3 Rancangan Plot Sampel

Kami menggunakan rancangan tersedang persegi untuk plot-plot sampel kami. Rancangan ini memasukkan sebuah plot yang lebih kecil berukuran 10 x 10 m, di mana pohon-pohon dengan Diameter pada Ketinggian di Atas Dada (DBH) yang lebih besar dari atau sama dengan 5 cm dan kurang dari 20 cm diukur, yang terdapat di dalam sebuah plot lebih besar berukuran 10 m kali 50 m di mana semua pohon dengan Diameter pada Ketinggian di Atas Dada yang lebih besar atau sama dengan 20 cm diukur (lihat Gambar 3).



Gambar 3 – Skema rancangan plot yang digunakan selama inventarisasi lapangan

Kami mengakui bahwa ukuran plot yang lebih kecil tersebut relatif lebih kecil daripada yang plot-plot yang digunakan dalam studi-studi lainnya (misalnya, Pearson et al. 2005). Namun, karena studi kami fokus pada kawasan kritis dengan sedikit pohon yang memiliki DBH sebesar 20 sampai dengan 50 cm, ukuran plot yang lebih kecil cukup beralasan karena kami berharap plot yang lebih kecil akan memberikan hasil yang lebih bervariasi pada kawasan hutan dengan kerapatan yang lebih tinggi. Rancangan plot sampel ini digunakan dalam kegiatan lapangan selanjutnya.

Selama melakukan pekerjaan lapangan, setiap pohon diberi nomor, dan kami mencatat DBH dan jenis spesiesnya. Informasi ini dituliskan pada label yang ditempel pada pohon untuk pemeriksaan pengendalian mutu di masa yang akan datang. Selain pengukuran pohon, kami mencatat penilaian visual tutupan vegetasi untuk keperluan perbandingan. Kami juga menilai secara visual jenis tanahnya, dan memotret dari lima arah yang berbeda, yaitu Utara, Selatan, Timur, Barat dan menghadap ke atas.

2.3.4 Perincian plot

Dua teknik yang berbeda digunakan dalam merancang 431 plot yang dijadikan sampel pada keempat konsesi tersebut (lihat Tabel 2 di bawah ini). Pada PT KPC, dengan mempertimbangkan ketiadaan data awal, maka digunakan garis transek. Selanjutnya, kami menyempurnakan teknik dan mengidentifikasi plot-plot secara acak.

a) Plot Transek

Lokasi plot-plot ditentukan secara sistematis setiap 200 m pada seluruh garis transek yang digambar pada konsesi tersebut.

b) Plot Acak

Lokasi plot-plot ditentukan secara acak di seluruh konsesi dan pada strata yang ditargetkan, meskipun beberapa plot acak tidak diukur karena plot-plot tersebut tidak dapat diakses. Untuk menjelajahi plot-plot ini, kami menggunakan Sistem Pemosisi Global (GPS) genggam.

Tabel 2 – Jumlah plot yang dikunjungi pada masing-masing konsesi dari keempat konsesi berdasarkan masing-masing strata

Strata	Konsesi				Jumlah
	PT Buana Adhitama	PT Kartika Prima Cipta	PT Persada Graha Mandiri	PT Paramitra Internusa Pratama	
Hutan Kerapatan Tinggi	3	9	0	0	12
Hutan Kerapatan Menengah	4	5	1	0	10
Hutan Kerapatan Rendah	29	19	8	13	69
Belukar Tua (BT)	39	39	2	13	93
Belukar Muda (BM)	20	62	0	9	91
Lahan Terbuka (LT)	10	97	0	24	131
Perkebunan	0	23	0	2	25
Jumlah	105	254	11	61	431

3 Analisis Data

Kami memperkirakan stok karbon pada masing-masing strata dan melapisi perkiraan-perkiraan ini dengan ambang batas SKT sementara sebesar 35 tC/ha. Persamaan atau perbedaan di antara masing-masing strata di ke-empat konsesi juga diteliti.

3.1 Alometrik

Biomassa dari sebuah pohon dapat diperkirakan dari ukuran DBH dengan menggunakan alometrik umum untuk Hutan Tropika Basah (Brown 1997), di mana

$$\text{Biomassa} = 42,69 - 12,800 \cdot \text{DBH} + 1.242 \cdot \text{DBH}^2$$

Persamaan ini dikembangkan dari berbagai sumber, dengan menggunakan pohon-pohon yang memiliki DBH antara 5 cm dan 148 cm, antara lain pohon-pohon dari Kalimantan Timur (Brown 1997). Persamaan ini bukan suatu persamaan alometrik yang dikembangkan secara lokal tetapi rangkaian data yang mendasarinya memang memasukkan sejumlah besar pohon yang berasal dari hutan-hutan Diptekarpa (*Dipteocarp*) di Kalimantan Timur dan sehingga kami persamaan ini berguna bagi kegiatan kami. Penggunaan persamaan yang lebih umum yang dikembangkan untuk hutan tropis basah merupakan praktik yang lazim (misalnya Pearson et al 2005). Mengembangkan suatu persamaan lokal mungkin ideal, tetapi ini mahal dan tidak praktis untuk proyek ini, mengingat ketersediaan waktu dan keberagaman pohon yang ditemukan di seluruh Kalimantan.

Untuk menghitung jumlah karbon per plot, kami menggunakan faktor konversi karbon sebesar 0,47 (IPCC 2006) dan mengkonversi kilogram-kilogram biomassa menjadi ton-ton karbon molekuler per pohon. Setelah berat karbon pohon untuk masing-masing plot dijumlahkan, kami menghitung jumlah karbon per plot yang kemudian di-ekstrapolasi menjadi nilai dasar angka per hektar dan dinyatakan sebagai ton per hektar.

3.2 Pemeriksaan Data

Sebanyak 114 plot dihapus dari analisis akhir karena ketidakpastian atau ketidaksesuaian dalam membagi klasifikasi vegetasi tutupan hutan ke dalam plot-plot tertentu. Plot-plot ini berada di:

- Kawasan di mana baru-baru ini terdapat kegiatan yang dilakukan manusia setelah pemetaan satelit dilakukan, seperti pemanenan kayu (12 plot);
- Kawasan yang berada dalam transisi dari hutan menjadi lahan terbuka atau sebaliknya (14 plot);
- Kawasan dengan penampakan tidak jelas dari pencitraan satelit karena tutupan awan (3 plot);
- Kawasan di mana terdapat perkebunan, sawah, atau kebun campuran (85 plot).

Proses pemeriksaan data dilakukan berdasarkan catatan-catatan yang dibuat selama melakukan pekerjaan lapangan. Jumlah plot yang digunakan untuk analisis akhir setelah melakukan pemeriksaan data dirangkum dalam Tabel 3.

Tabel 3 – Jumlah plot per strata yang digunakan

Strata	Konsesi				Jumlah
	PT Buana Adhitama	PT Kartika Prima Cipta	PT Persada Graha Mandiri	PT Paramitra Internusa Pratama	
Hutan Kerapatan Tinggi (HK3)	3	9	0	0	12
Hutan Kerapatan Menengah	4	5	1	0	10
Hutan Kerapatan Rendah	28	15	8	13	64
Belukar Tua (BT)	38	24	2	13	77
Belukar Muda (BM)	20	34	0	9	63
Lahan Terbuka (LT)	10	70	0	11	91
Jumlah	103	157	11	46	317

3.3 Ekstrapolasi data untuk menghitung dan memperkirakan stok karbon

Nilai-nilai karbon untuk masing-masing strata dihitung dengan menghitung rata-rata data plot agar menghasilkan nilai karbon rata-rata untuk masing-masing strata. Untuk menghitung tingkat kepastian dugaan rata-rata, kami menggunakan tingkat kepercayaan sebesar 90 persen.

4 Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil

Temuan kami mendukung penelitian yang menunjukkan bahwa stok karbon menurun seiring dengan penurunan kerapatan tajuk (a.l. Solichin 2011, Dewi 2009). Meski hal tersebut telah diperkirakan, temuan ini mendukung penggunaan tutupan tajuk vegetasi untuk memperkirakan stok karbon rata-rata, dan oleh karenanya merupakan cara yang bermanfaat untuk menentukan dan memetakan SKT.

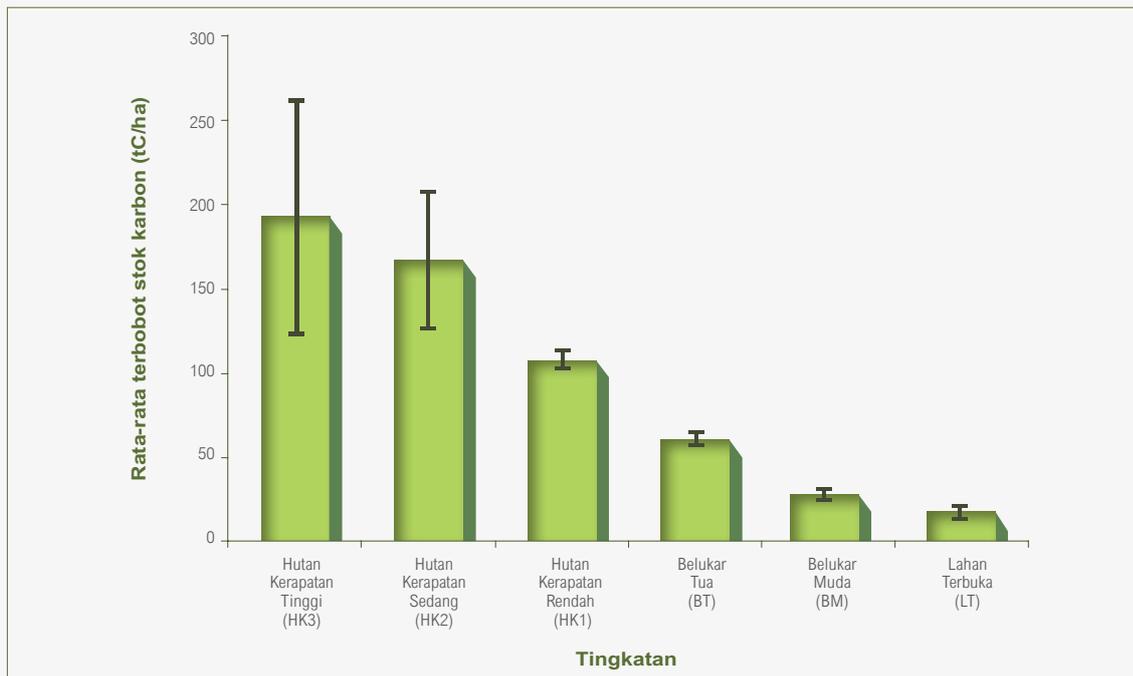
Hasil-hasil sebagaimana dirangkum dalam Tabel 4 menunjukkan bahwa terdapat:

- Kesamaan stok karbon pada strata di berbagai konsesi;
- Perbedaan stok karbon di antara strata-strata.

Tabel 4 – Stok karbon pada AGB pohon dengan DBH \geq 5 cm

Strata	Stok Karbon Rata-Rata berdasarkan Konsesi (tC/ha) dan jumlah plot (n)				Rata-rata terbobot stok karbon (tC/ha) dan jumlah plot (n)	CBatas kepastian (t, 0,90)	
	PT Buana Adhitama	PT Kartika Prima Cipta	PT Persada Graha Mandiri	PT Paramitra Internusa Pratama		Nilai	%
Hutan Kerapatan Tinggi (HK3)	265 (3)	167 (9)	- (0)	- (0)	192 (12)	81	42%
Hutan Kerapatan Sedang (HK2)	163 (4)	134 (5)	334 (1)	- (0)	166 (10)	51	31%
Hutan Kerapatan Rendah (HK1)	97 (28)	96 (15)	134 (8)	125 (13)	107 (64)	11	10%
Belukar Tua (BT)	56 (38)	60 (24)	66 (2)	67 (13)	60 (77)	7	12%
Belukar Muda (BM)	27 (20)	27 (34)	- (0)	29 (9)	27 (63)	6	21%
Lahan Terbuka (LT)	4 (10)	14 (70)	- (0)	25 (11)	17 (91)	6	33%

Dengan mempertimbangkan kesamaan stok karbon pada strata-strata di antara berbagai konsesi, kami membagi stok karbon rata-rata terbobot di berbagai strata ke dalam beberapa kelompok dan kami melihat bahwa nilai karbon di beberapa strata tersebut tumpang tindih.



Gambar 4 – Rata-rata terbobot stok karbon di berbagai strata

Untuk menentukan apakah terdapat perbedaan secara statistik di antara rata-rata terbobot stok karbon pada seluruh strata, kami melakukan analysis of variance (ANOVA) yang menunjukkan bahwa terdapat kelompok yang berbeda secara statistik (lihat Tabel 5).

Tabel 5 – Analisis ANOVA terhadap enam strata

Analisis Perbedaan					
Sumber	DF	SS	MS	F	PROB>F
Antara	5	701427	140285	54.97	0.000
Di Bawah	313	798769	2552		
Jumlah	318	1500196			

Karena hasil ANOVA hanya menunjukkan bahwa ada perbedaan di antara angka rata-rata; sehingga uji perbandingan ganda digunakan untuk menemukan letak perbedaan tersebut, dan bukan pada pasangan yang mana saja dari angka rata-rata yang berbeda. Kami memilih uji Scheffe karena memungkinkan penentuan interval keyakinan per kelompok secara bersamaan dengan hanya berdasarkan jumlah kelompok (strata) dan jumlah pengamatan (plot).

Sebagaimana dirangkum dalam Tabel 6, kami menemukan bahwa:

- Tidak terdapat perbedaan yang signifikan di antara HK3 dan HK2;
- Tidak terdapat perbedaan yang signifikan di antara BM dan LT;
- Pasangan strata lainnya secara signifikan berbeda satu sama lain.

Tabel 6 – Uji Scheffe terhadap perbedaan di antara rata-rata stok karbon terbobot dari keenam strata

Uji Scheffe Terhadap Perbedaan Angka					
Kelompok 1	Kelompok 2	Selisih	Statistik Scheffe	Nilai Kritis	Perbedaan yang Signifikan
HK3	HK2	26.1	1.21	3.349	Tidak
	HK1	84.7	5.33		Ya
	BT	132.1	8.42		Ya
	BM	164.6	10.34		Ya
	LT	174.9	11.29		Ya
HK2	HK1	58.7	3.41		Ya
	BT	106.0	6.24		Ya
	BM	138.5	8.05		Ya
	LT	148.8	8.85		Ya
HK1	BT	47.3	5.54		Ya
	BM	79.8	8.90		Ya
	LT	90.1	10.98		Ya
BT	BM	32.5	3.79		Ya
	LT	42.8	5.50		Ya
BM	LT	10.3	1.25		Tidak

Dari pengamatan yang dilakukan selama kegiatan lapangan, kami dapat menggambarkan strata tersebut menurut karakteristik umum kualitatif (lihat foto pada Lampiran 4):

- **HK3** - Hutan sisa atau hutan sekunder tingkat lanjut yang kondisinya mendekati kondisi hutan primer;
- **HK2** - Hutan sisa tetapi memiliki tingkat kerusakan yang lebih tinggi dari Hutan Kerapatan Tinggi;
- **HK1** - Tampak sebagai hutan sisa tetapi memiliki tingkat kerusakan yang sangat tinggi dan dalam tahap pemulihan (mungkin terdapat perkebunan/kebun campuran);
- **BT** - Pada umumnya adalah hutan yang tumbuh kembali dan masih muda, tetapi dengan beberapa lahan hutan yang sempit dan lebih tua dalam strata ini;
- **BM** - Kawasan-kawasan yang baru dibuka, terdapat beberapa tumbuhan kayu yang baru tumbuh kembali dan tumbuhan semacam rumput
- **LT** - Lahan yang baru saja dibuka yang umumnya ditumbuhi rumput atau tanaman pangan dan beberapa tumbuhan-tumbuhan berkayu.

Analisis lebih lanjut (yang dirangkum dalam Lampiran 2) terhadap diameter pohon yang ditemukan di berbagai strata menunjukkan dominasi yang signifikan dari pohon dengan diameter yang lebih kecil (DBH kurang dari 20 cm) pada strata karbon yang lebih rendah (BT, BM dan LT). Sebagaimana yang telah diperkirakan, pepohonan dengan diameter yang lebih besar (DBH lebih besar dari 30 cm) mendominasi strata karbon yang lebih tinggi (HK1, 2 dan 3).

Selain itu, strata BT memiliki pohon dengan DBH yang lebih besar yang letaknya terpencar, sesuai dengan pengamatan bahwa belukar tua dapat mengembalikan kondisi hutan.

4.2 Pembahasan

Pendekatan yang diuraikan dan studi yang dilakukan disesuaikan secara khusus untuk penilaian singkat terhadap vegetasi untuk menentukan apakah terdapat perbedaan jumlah karbon di antara strata dan apakah strata-strata tersebut harus dikelompokkan sebagai hutan SKT atau tidak. Oleh karena itu, metodologi yang digunakan cukup sederhana, praktis, cepat, dan hemat biaya, dan pada saat yang bersamaan juga menjaga kekuatan teknis secara keseluruhan. Metode ini tidak cukup tepat atau tidak memadai secara teknis untuk digunakan dalam penghitungan karbon dan memang tidak pernah dimaksudkan untuk digunakan dalam penghitungan karbon.

Tiga strata (HK1, BT, dan BM) berbeda secara statistik satu sama lain dan berbeda dengan strata-strata lainnya. Oleh karena itu, kadar karbon yang berkorelasi antar berbagai strata ini memberikan informasi yang baik untuk mengidentifikasi hutan SKT. Yang juga menarik adalah bahwa HK2 dan HK3 secara statistik tidak berbeda satu sama lain, kemungkinan besar karena ukuran sampel yang kecil sehingga mungkin lebih praktis apabila studi di masa yang akan datang mengelompokkan kedua strata ini ke dalam satu strata. BM dan LT juga tidak berbeda secara statistik. Perlu dilakukan studi lebih lanjut untuk mengetahui penjelasannya.

Meski demikian, kawasan BM dan LT yang secara jelas digolongkan sebagai strata dengan karbon rendah, dapat berpotensi untuk diubah menjadi perkebunan. Dengan strata BM yang sebagian besar terdiri dari pepohonan yang tumbuh kembali dengan batang yang lebih kecil, keputusan untuk mengecualikan batang dengan diameter kurang dari 5 cm menunjukkan bahwa biomassa dan karbon mungkin jauh lebih tinggi daripada saat ini, hingga suatu titik yang mungkin akan melebihi rentang tertinggi tC/ha BM. Apabila faktor-faktor yang menyebabkan kerusakan hutan dapat dihentikan, mungkin BM dapat kembali menjadi hutan dengan kadar karbon yang jauh lebih tinggi sehingga dapat menjadi SKT. Perlu dilakukan studi lebih lanjut tentang ini untuk menentukan apakah memasukkan hutan dan karbon yang dapat diperbaharui ini sebagai bahan pertimbangan dalam metodologi.

Dalam beberapa hal, penentuan ambang batas sementara sebesar 35 tC/ha, memudahkan untuk melakukan pembedaan antara lahan hutan yang sebagian besar rusak dan berkarbon rendah sehingga dapat secara efektif dianggap sebagai lahan yang bukan hutan (dan dengan demikian dapat diubah untuk keperluan lain) yang ditentukan secara kolektif. Hal ini perlu dilakukan secara pragmatis di lapangan dan demi pengelolaan lahan yang berkelanjutan. Selain itu, dalam proses konservasi hutan SKT yang diuraikan di bawah ini, viabilitas dan potensi kawasan untuk penghutanan kembali dipertimbangkan dalam penentuan batasan akhir, keterhubungan dan rasionalisasi blok-blok untuk konservasi. Hal ini akan memungkinkan beberapa kawasan dengan potensi penghutanan kembali dan viabilitas ekologi yang tinggi untuk dikonservasikan dengan menjadi bagian dari atau terhubung dengan blok-blok hutan SKT yang lebih luas. Pertimbangan untuk mengkonservasikan kawasan-kawasan tersebut dibahas lebih lanjut dalam bagian 4.3.

Selain itu, terdapat beberapa tantangan dan pembelajaran dalam proses sosialisasi kepada masyarakat setempat di konsensi-konsensi tempat pelaksanaan studi. Penjelasan tentang tujuan kajian hutan SKT kepada masyarakat setempat dapat memakan waktu yang lebih lama.

Pada saat melakukan kegiatan lapangan di konsensi kedua dan ketiga, masyarakat terlihat mengkhawatirkan ganti rugi atas kawasan-kawasan yang akan ditandai untuk konservasi hutan SKT. Masyarakat juga mengkhawatirkan dampak konservasi hutan SKT terhadap potensi kepemilikan plasmanya¹³. Untuk memelihara hubungan dengan masyarakat, pelaksanaan kegiatan lapangan di kedua konsensi ini ditunda sehingga mengurangi jumlah plot yang disurvei.

Belajar dari pengalaman tersebut, kami mengembangkan dan melakukan program sosialisasi yang menyeluruh sebelum memulai kegiatan lapangan di konsensi ke-empat dan terakhir, PT BAT. Program ini meliputi pertemuan tatap muka dan menggunakan alat peraga visual seperti poster untuk menjelaskan tentang tujuan-tujuan studi hutan SKT kepada masyarakat setempat dan para tokoh masyarakat. Selama proses interaktif ini, kami juga memperoleh umpan balik dari masyarakat tentang sikap mereka terhadap hutan SKT, cara pelibatan mereka dalam konservasi hutan SKT, cara pandang mereka terhadap hutan tersebut dan cara pengelolaan hutan SKT yang mereka inginkan. Setelah sosialisasi yang komprehensif dan dilakukan atas persetujuan bersama ini, kegiatan lapangan di PT BAT dilakukan sepenuhnya.

¹³ Antara tahun 1978 dan 2001, Pemerintah Indonesia dan Bank Dunia masing-masing memberikan bantuan kebijakan dan bantuan keuangan, untuk skema-skema penanam yang didukung oleh Perkebunan Inti Rakyat atau PIR, di mana perusahaan perkebunan dapat mengembangkan plot-plot minyak kelapa sawit untuk para pekebun rakyat di lahan "plasma" di sekitar perkebunannya sendiri ("inti"). Pengelolaan plot plasma, umumnya perkebunan kelapa sawit seluas 2 ha ditambah perkebunan lainnya seluas 1 ha, akan dapat dialihkan kepada para pekebun rakyat perorangan setelah menghasilkan. Skema inti-plasma digambarkan sebagai suatu bagian yang tidak terpisahkan dari program transmigrasi pemerintah, di mana masyarakat dari pulau Jawa dan pulau berpenduduk padat lainnya ditransmigrasikan ke pulau berpenduduk sedikit. Pada skema khusus, para pemilik plot plasma dapat dibantu pada tahun-tahun awal sebelum kelapa sawit mencapai usia menghasilkan, melalui pemberian pekerjaan dan pertanian untuk memenuhi kebutuhan hidup. Pengelolaan lahan plasma dapat dilakukan secara resmi di bawah koperasi pekebun rakyat yang secara umum akan menyerahkan kembali fungsi teknis kepada perusahaan perkebunan inti. Oleh karena itu, para pekebun rakyat plasma sering kali dilibatkan sebagai pekerja di areal tersebut. Mereka mendapatkan pendapatan tambahan melalui penjualan tandan buah segar yang dijamin dengan harga yang ditentukan melalui rumus pemerintah. Skema plasma berkembang dari yang pada awalnya PIR menjadi KKPA (Kredit Koperasi Primer untuk Anggotanya) pada tahun 1986, hingga menjadi Pengembangan Perkebunan Melalui Program Revitalisasi pada tahun 2006. Pada tahun 2007, pemerintah mengamanatkan bahwa perkebunan inti harus membangun sekurang-kurangnya 20% dari kawasan bersih yang diusahakan untuk perkebunan plasma.

4.2.1 Keterbatasan Studi

Sejalan dengan diterapkannya pendekatan pembelajaran yang bersifat adaptif terhadap studi hutan SKT kami, terdapat sejumlah keterbatasan dan potensi bias dalam studi tersebut.

Ukuran plot yang kecil yang digunakan lebih sesuai untuk lahan-lahan yang sangat rusak (ukuran plot yang lebih besar sebaiknya digunakan untuk hutan yang lebih utuh). Metodologi tidak menjelaskan semua Biomassa di Atas Tanah (AGB) (misalnya, dengan mengecualikan pohon dengan Diameter pada Ketinggian di atas Dada (DBH) kurang dari 5 cm, dan Biomassa di atas tanah seperti batang kayu dan cabang pohon, dan biomassa di bawah tanah. Hal ini berarti bahwa jumlah keseluruhan karbon yang tersimpan di kawasan tersebut diabaikan dan memperkuat ambang batas SKT konservatif. Oleh karena itu, perkiraan karbon yang dihasilkan tidak akan berlaku secara langsung terhadap perhitungan karbon secara lengkap. Kami juga tidak melakukan survei biologis secara lengkap, sehingga unsur-unsur penting lainnya yang dipertimbangkan untuk konservasi, seperti keanekaragaman spesies dan habitat serta kualitas habitat, tidak dipertimbangkan secara langsung.

Karena studi tersebut terbatas pada kawasan-kawasan yang izinnya diperoleh dari masyarakat setempat, hal ini dapat membiaskan hasil-hasil studi kami yang tidak dapat melakukan pendekatan pengambilan sampel yang sah secara statistik sepenuhnya. Studi tersebut juga terbatas pada penggunaan pencitraan satelit yang diambil sampai dengan dua tahun sebelumnya. Oleh karena itu, mungkin akan terdapat gangguan yang timbul kemudian yang menyebabkan perubahan tutupan tajuk vegetasi. Kualitas temuan tersebut dapat ditingkatkan dengan menggunakan pencitraan satelit terbaru, namun ketersediaan pencitraan satelit tersebut (khususnya pencitraan yang bebas awan) masih menjadi kendala.

Meski demikian, dengan pencitraan satelit yang memiliki resolusi menengah, masih terdapat potensi kesalahan manusia selama melakukan penafsiran pencitraan tersebut. Diketahui bahwa meskipun batasan di antara dua strata yang sangat berbeda dapat dibedakan dan dipetakan, seperti HK2 dan LT, strata-strata lainnya seperti HK1 dan BT lebih sulit untuk dibedakan karena batasan di antara kedua strata ini tidak jelas. Penggunaan pencitraan satelit dengan resolusi tinggi atau pencitraan udara beserta dengan pemrosesan semi-otomatis diharapkan dapat membantu menyelesaikan masalah keterbatasan ini.

Demikian pula dengan penafsiran visual pencitraan satelit tutupan tajuk vegetasi tidak dapat sepenuhnya mengidentifikasi penggunaan lahan. Oleh karena itu, suatu kawasan yang terpetakan sebagai HK1 dapat juga merupakan suatu perkebunan hutan kayu atau kebun campuran.

Untuk menghasilkan metode yang kuat secara ilmiah, stratifikasi harus disertai dengan kegiatan pengecekan lapangan secara luas, yang pada gilirannya dapat digunakan untuk menyempurnakan proses stratifikasi. Kegiatan pengecekan lapangan juga diperlukan untuk memperbaiki demarkasi batasan-batasan di antara berbagai strata untuk perencanaan penggunaan lahan seperti konservasi dan pengolahan lahan.

4.3 Konservasi Kawasan SKT

Dengan mempertimbangkan sifat konsesi yang telah rusak yang sebagian besar merupakan kawasan bekas pembalakan, kami menemukan petak-petak dalam berbagai ukuran dan tingkat isolasi pada berbagai strata di seluruh konsesi. Studi-studi pada hutan tropis di belahan dunia mana pun menunjukkan bahwa ukuran, bentuk, keterhubungan, dan kualitas dari petak-petak hutan ini memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap viabilitas jangka menengah atau jangka panjangnya secara langsung untuk secara alami kembali kepada fungsi ekologisnya sebagai hutan.

Untuk memastikan bahwa kawasan-kawasan hutan SKT yang dikonservasi dapat memperbaiki diri dengan sendirinya, dikembangkan prinsip-prinsip utama berikut ini untuk memandu analisis dan proses pemilihan petak dan memberikan pemantauan dan pengelolaan yang berkelanjutan. Prinsip-prinsip utama tersebut adalah:

- Memaksimalkan ukuran keseluruhan suatu petak;
- Memaksimalkan “kawasan inti” dari suatu petak (kawasan hutan yang relatif tidak terkena efek “tepi”);
- Memaksimalkan tingkat keterkaitan di antara petak-petak dan menciptakan koridor dan hubungan di antara petak-petak.

Berdasarkan prinsip-prinsip tersebut, alat perencanaan konservasi tingkat bentang dapat dikembangkan untuk memilih kawasan-kawasan hutan SKT, serta memfasilitasi program pemantauan atau penelitian di kawasan-kawasan ini.

Dengan mempertimbangkan kerumitan masalah ini, program penelitian dan pemantauan perlu diprakarsai bersama dengan konservasi hutan SKT untuk mengembangkan pendekatan yang sistematis dan efektif untuk mengidentifikasi petak-petak mana yang harus dikonservasikan dibandingkan dengan petak-petak yang memiliki nilai konservasi yang kecil dan memiliki potensi untuk dapat dikembangkan.

Selain pertimbangan viabilitas ekologis, masalah-masalah sosial dan pengelolaan yang lebih luas juga perlu ditangani untuk menjamin viabilitas jangka panjang dari petak-petak tersebut. Hal ini termasuk:

- Menentukan status hukum kawasan-kawasan konservasi SKT di Indonesia, karena mungkin terdapat ancaman konversi terhadap kawasan-kawasan yang dikonservasikan tersebut oleh pihak lain;
- Memperoleh FPIC dari masyarakat setempat untuk mengkonservasikan hutan SKT, mengingat bahwa dukungan dan keterlibatan masyarakat setempat dalam konservasi hutan sangatlah penting;
- Mengelola dampak dari kawasan-kawasan konservasi SKT terhadap rancangan dan pengelolaan perkebunan kelapa sawit;
- Menggunakan rancangan perkebunan kelapa sawit untuk mendukung keterhubungan antar-rotasi di antara lahan-lahan hutan SKT yang sempit yang dikonservasikan untuk mempermudah pergerakan hewan, apabila ada.

Sebagaimana dinyatakan oleh Wilcove dan Koh (2010), “perpaduan antara peraturan dan insentif yang ditargetkan pada semua sektor industri kelapa sawit akan diperlukan untuk melindungi hutan-hutan yang menghilang dengan cepat di kawasan tersebut” (hal 1006).

5 Kesimpulan dan Rekomendasi

Temuan-temuan studi tentang hutan SKT menunjukkan bahwa:

- Tutupan vegetasi dapat digunakan secara luas untuk memperkirakan tingkat stok karbon;
- Tutupan vegetasi dapat distratifikasikan ke dalam beberapa kelas tutupan vegetasi yang mencerminkan berbagai tingkat stok karbon secara luas;
- Di antara berbagai kelas tutupan vegetasi, terdapat perbedaan stok karbon yang signifikan;
- HK2 dan 3 merupakan hutan-hutan tersisa yang mendekati kondisi hutan primer, namun sedikit terganggu;
- HK1 juga merupakan hutan sisa namun memiliki tingkat kerusakan yang tinggi dan jumlah pohon kecil yang lebih banyak;
- BT tampak sebagai hutan yang sedang tumbuh kembali secara umum dengan beberapa sisa hutan yang lebih tua;
- BM dan LT tampak sebagai lahan yang baru dibuka dengan beberapa tanaman dan rerumputan yang sedang tumbuh kembali.

Stratifikasi vegetasi menunjukkan bahwa:

- Dengan penentuan ambang batas sementara SKT yang besarnya lebih dari 35 tC/ha, seharusnya pengkategorian HK1, 2, dan 3 serta BT sebagai SKT dapat dipertimbangkan untuk konservasi;
- BM dan LT memungkinkan memiliki stok karbon yang rendah dan dianggap sebagai non-SKT, dan dapat dikembangkan, dengan tunduk pada proses konservasi SKT (yang diuraikan di atas) dan penelitian lebih lanjut yang mempertimbangkan potensi penghutanan kembali BM.

Metodologi identifikasi hutan dengan cara SKT akan memfasilitasi komitmen GAR untuk memastikan rekam jejak kegiatan pengembangan tanpa deforestasi yang ditegaskan dalam KKH. Temuan-temuan studi tentang hutan STK tersebut menunjukkan bahwa terdapat metode yang praktis dan kuat untuk mengidentifikasi hutan-hutan SKT dalam konsesi-konsesi GAR di Kalimantan. Akan tetapi, apabila metodologi tersebut akan digunakan sebagai alat yang dapat diandalkan untuk memperkirakan hutan-hutan SKT di seluruh Indonesia, perlu dilakukan pengujian dan kegiatan lapangan lebih lanjut.

Selain itu, Tim akan mempresentasikan temuan-temuan tersebut dan mengadakan diskusi-diskusi yang lebih luas dengan para perwakilan dari Pemerintah Indonesia, lembaga swadaya masyarakat, masyarakat setempat dan penduduk asli, para tokoh penting dan para pemangku kepentingan lainnya dalam industri minyak kelapa sawit di Indonesia, untuk memperoleh umpan balik tentang hasil studi tersebut.

Selain itu, dialog yang berfokus pada cara-cara untuk meningkatkan proses pemetaan studi hutan SKT ini ke tingkat regional atau nasional, serta pilihan tentang upaya konservasi, pengelolaan, dan perlindungan kawasan-kawasan yang ditetapkan sebagai hutan-hutan SKT perlu lebih sering dilakukan.

Setelah mengumpulkan masukan dan umpan balik yang diperlukan dari para pemangku kepentingan, GAR bermaksud mengembangkan rencana aksi terkait cara yang akan digunakan untuk terus mengembangkan metodologi tersebut dan akan mengumumkannya seiring dengan perkembangannya.

Untuk mencapai keberhasilan dalam konservasi hutan SKT, GAR tidak dapat melakukan hal ini sendiri. GAR perlu melibatkan para pemangku kepentingan lainnya untuk mencari solusi-solusi terhadap tantangan-tantangan yang ada. GAR berfokus pada upaya untuk memainkan peran utama dalam pengembangan platform multi-stakeholder yang kuat guna mencari solusi untuk mengkonservasikan hutan-hutan tersebut, menciptakan lapangan kerja yang diperlukan, dan memastikan pertumbuhan industri kelapa sawit yang berkelanjutan dalam jangka panjang yang merupakan bagian penting dalam perekonomian Indonesia.

5.1 Rekomendasi untuk penelitian di waktu yang akan datang

Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan berdasarkan metodologi stratifikasi apabila metodologi tersebut akan digunakan di kawasan lainnya di Indonesia, dengan mempertimbangkan bahwa kemungkinan besar terdapat perbedaan karakteristik strata di kawasan-kawasan ini. Studi untuk menentukan apakah metodologi ini dapat diterapkan secara regional atau nasional perlu dilakukan. Hal ini secara khusus akan bermanfaat untuk menentukan apakah strata BM dan LT berbeda atau tidak atau apakah penggabungan kedua strata tersebut dianggap lebih praktis untuk menyederhanakan metodologi tersebut beserta penggabungan HK2 dan HK3.

Selain itu, pemutakhiran metodologi tersebut harus dipertimbangkan untuk meningkatkan akurasi dan keandalan dari hasil-hasilnya, termasuk: persamaan alometrik yang meliputi kerapatan kayu berdasarkan spesies tertentu, melakukan pengujian plot terhadap karbon yang tersimpan pada pohon muda dengan DBH kurang dari 5 cm, penggunaan plot melingkar (*circular plot*) dan alat pengukur jarak (*distance measuring equipment/DME*), atau memasukkan rencana Pengendalian Mutu ke dalam prosedur operasional standar untuk metodologi tersebut.

Dengan mempertimbangkan bahwa pendekatan untuk melakukan studi memiliki kerangka waktu dan sumber daya terbatas, pencitraan satelit yang ada digunakan bersama dengan keterbatasannya (tanggal pengambilannya yang sudah terlalu lama dan resolusi yang rendah sampai menengah). Oleh karena itu, penelitian dan studi di masa yang akan datang dapat mempertimbangkan penggunaan teknologi lain, seperti LiDAR¹⁴ atau pencitraan

¹⁴ LIDAR (*Light Detection and Ranging*) adalah teknologi pendeteksian jarak jauh optik yang dapat mengukur jarak dengan mengukur waktu yang dibutuhkan oleh cahaya, atau sering kali pulsa laser untuk melintasi jarak tersebut.

beresolusi tinggi untuk memberikan data dengan kualitas yang lebih baik. Kami juga merekomendasikan agar alat Sistem Informasi Geografis tambahan dimasukkan ke dalam metodologi tersebut untuk memungkinkan penggunaan prosedur klasifikasi semi-otomatis, serta database untuk memberikan lebih banyak informasi tentang kemungkinan penggunaan lahan, untuk meningkatkan kecepatan dan konsistensi pemetaan keenam strata. Sebagai titik awal, kami telah mengembangkan kunci penafsiran untuk memandu proses ini (lihat Lampiran 3).

Salah satu tujuan utama konservasi hutan SKT adalah agar kawasan yang dikonservasi tersebut dapat kembali secara alami kepada fungsi ekologis sebagai hutan. Sementara itu, potensi penghutanan kembali dan peningkatan stok karbon dalam pendekatan studi tentang hutan SKT, kita perlu memahami keadaan-keadaan yang dibutuhkan bagi alam untuk berkembang secara penuh dan dampaknya terhadap kegiatan manusia dan kegiatan perekonomian agar hal tersebut dapat terwujud. Diperlukan pertimbangan lebih lanjut tentang cara untuk menyertakan potensi karbon ini ke dalam pendekatan studi tentang hutan SKT.

Selain itu, dengan mempertimbangkan adanya tantangan hukum serta insentif yang diperlukan untuk mencapai konservasi hutan SKT, masih banyak hal yang harus dilakukan untuk mencari solusi yang tepat. Kami berpandangan bahwa keberhasilan konservasi hutan SKT perlu melibatkan Pemerintah Indonesia, lembaga swadaya masyarakat, masyarakat setempat dan penduduk asli, para tokoh penting dan para pemegang kepentingan lain di industri kelapa sawit Indonesia. Pertimbangan-pertimbangan ini perlu dieksplorasi secara lebih lanjut.

Glosarium

Biomassa di Atas Tanah (Above Ground Biomass/AGB): Biomassa yang terdapat di atas permukaan tanah, misalnya pohon dan vegetasi lainnya.

Alometrik: Evolusi morfologis dari spesies, berdasarkan hubungan antara ukuran organisme dan ukuran dari setiap bagian organisme, yaitu perubahan perbandingan antara ukuran dan bentuk sebagai akibat dari pertumbuhan.

Persamaan Alometrik: Aturan atau persamaan penentuan skala yang terkait dengan biomassa pohon, karbon, atau sifat lainnya sampai dengan diameter batang dan/atau tinggi pohon.

Biomassa: Materi organik yang berada di atas dan di bawah tanah, benda hidup dan benda mati, contohnya pohon, tanaman, rumput, sampah pohon, akar, dll.

Stok karbon: Kuantitas karbon yang terkandung dalam sebuah "tampungan", yaitu reservoir atau sistem yang memiliki kapasitas untuk mengumpulkan atau melepaskan karbon. Dalam konteks hutan, stok karbon mengacu kepada jumlah karbon tersimpan dalam ekosistem hutan di dunia, terutama dalam biomassa yang hidup dan tanah, tetapi juga setidaknya dalam kayu mati dan sampah.

Pengambilan karbon: Proses pemindahan karbon dari atmosfer dan menyimpannya dalam sebuah reservoir. Karbon dioksida secara alami ditangkap dari atmosfer melalui proses biologis, kimia atau fisik. Beberapa teknik pengambilan karbon memanfaatkan proses alami tersebut sedangkan teknik pengambilan karbon lainnya menggunakan proses buatan.

Diameter pada ketinggian di atas dada (Diameter at breast height/DBH): metode standar yang menyatakan diameter batang pohon (trunk) atau batang (bole) pohon berdiri. Batang pohon diukur pada ketinggian setinggi dada orang dewasa, yang didefinisikan dengan cara yang berbeda-beda di berbagai negara dan keadaan. Di benua Eropa, Australia, Inggris dan Kanada diameter tersebut diukur pada ketinggian 1,3 meter di atas tanah dan di AS, Selandia Baru, Burma, India, Malaysia dan Afrika Selatan pada ketinggian 1,4 meter. Dalam banyak hal, ketinggian tersebut menghasilkan sedikit perbedaan pada diameter yang diukur.

Landsat: Teknologi pendeteksian jarak jauh berbasis satelit untuk observasi bumi. Pencitraan landsat resolusi menengah diperoleh dari sensor optik dan multispektral, yang sangat mampu mendeteksi hutan dan perubahan tutupan lahan. Karena keterbatasannya untuk menembus awan dan aerosol, tutupan awan merupakan masalah terbesar yang menghambat pemantauan di kawasan-kawasan tropis.

SPOT: *Systeme Pour l'Observation de la Terre* (lit. "Sistem untuk Observasi Bumi"), sistem satelit observasi bumi dengan pencitraan optik yang beresolusi tinggi yang beroperasi dari luar angkasa. Pencitraan Landsat resolusi menengah diperoleh dari sensor optik dan multispektral, yang sangat mampu mendeteksi perubahan tutupan hutan dan lahan. Karena keterbatasannya untuk menembus awan dan aerosol, tutupan awan merupakan masalah terbesar yang menghambat pemantauan di kawasan-kawasan tropis.

Ucapan Terima Kasih

Kami ingin mengucapkan terima kasih kepada beberapa pihak berikut ini, atas kontribusi mereka terhadap studi dan metodologi hutan SKT, dan dalam penulisan dan penyuntingan dari laporan ini:

- Geoff Roberts, Dejan Lewis (TFT)
- Leonard Soriano, Grant Rosoman, Kiki Taufik, Farid Wajdi (Greenpeace)
- Widagdo, Tri Agus Sugiyanto, Devara Prawira Adiningrat, Williem Cahyadi (PT SMART), Lee Jwee Tat (GAR)

Kami juga ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak berikut ini atas kontribusinya yang berharga dalam pengujian metodologi, data, dan berbagai versi dari laporan ini:

- George Kuru (Ata Marie)
- Rizaldi Boer (Institut Pertanian Bogor, Indonesia)
- Sandra Brown (Winrock International)
- Solichin Manuri (GIZ)

Daftar Pustaka

- Ata Marie, 2011. *Procedures for carbon stock inventory for oil palm estate management. Unpublished report prepared for Golden Agri-Resources and The Forest Trust.*
- Basuki, T., van Laake, P., Skidmore, A., Hussin, Y., 2009. *Allometric equations for estimating the above-ground biomass in tropical lowland Dipterocarp forests. Forest Ecology and Management*, 257: 1684-1694.
- Brown, S., Lugo, A., 1992. *Aboveground biomass estimates for tropical moist forests of the Brazilian Amazon. Interciencia*, 17: 8-18.
- Brown, S., 1997. *Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forests: a Primer*. FAO FORESTRY PAPER 134, Rome: FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Bryan, J., Shearman, P., Ash, J., Kirkpatrick, J., 2010. *Estimating rainforest biomass stocks and carbon loss from deforestation and degradation in Papua New Guinea 1972-2002: Best estimates, uncertainties and research needs. Journal of Environmental Management*, 91: 995-1001.
- BSI-CUC. 2010. *Verifying Greenpeace Claims Case: PT SMART Tbk. Consulting Report, Indonesia: BSI-CUC.* <http://www.goldenagri.com.sg/pdfs/News%20Releases/2010/IVEX%20Report%20by%20CUC%20and%20BSI%2010%20Aug%2010.pdf>
- Chave, J., Andalo, C., Brown, S., Cairns, M.A., Chambers, J.Q., Eamus, D., Folster, H., Fromard, F., Higuchi, N., Kira, T., Lescure, J.P., Nelson, B.W., Ogawa, H., Puig, H., Riera, B., Yamakura, T., 2005. *Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. Oecologia*, 145, 87–99.
- DeFries, R., Achard, F., Brown, S., Herold, M., Murdiyarso, D., Schlamadinger, B., de Souza Jr, C., 2007. *Earth observations for estimating greenhouse gas emissions from deforestation in developing countries. Environmental Science and Policy*, 10: 385 – 394.
- Dewi, S., Khasanah, N., Rahayu, S., Ekadinata, A., van Noordwijk, M., 2009. *Carbon Footprint of Indonesian Palm Oil Production: a Pilot Study*. World Agroforestry Centre - ICRAF SEA, Regional Office.
- FAO 2006. *Global Forest Resources Assessment 2005*. FAO, Rome.
- Gibbs, H.K., Brown, S., Niles, J.O. and Foley, J.A., 2007. *Monitoring and Estimating Tropical Forest Carbon Stocks: Making REDD a Reality. Environmental Research Letter*, 2: 1–13
- GOFC-GOLD, 2010. *A sourcebook of methods and procedures for monitoring and reporting anthropogenic greenhouse gas emissions and removals caused by deforestation, gains and losses of carbon stocks in forests remaining forests, and forestation*. GOFC-GOLD Report version COP16-1, GOFC-GOLD Project Office, Natural Resources Canada, Alberta, Canada.

IPCC 2006. 2006 IPCC *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Chapter 4: Forest Land, Volume 4, Agriculture, Forestry and Other Land Use*. Diterbitkan oleh IGES, Japan.

Ketterings, Q., Coe, R., van Noordwijk, M., Ambagau, Y., Palm, C., 2001. *Reducing uncertainty in the use of allometric biomass equations for predicting above-ground tree biomass in mixed secondary forests. Forest Ecology and Management*, 146: 199-209.

Kuru, G., 2011. *Personal communication*. Ata Marie Group Ltd, Jakarta.

Lawrence, D., 2005. *Biomass accumulation after 10-200 years of shifting cultivation in Bornean rain forest. Ecology*, 86, no. 1: 36-33.

MacDicken, K.G., 1997. *A Guide to Monitoring Carbon Storage in Forestry and Agroforestry Projects*. Winrock International Institute.

Pearson, T., Walker, S.M., Brown, S., 2005. *Sourcebook for Land Use, Land Use Change, and Forestry Projects*. BioCarbon Fund, Winrock International.

RSPO Working Group on Greenhouse Gases, 2009. *Greenhouse Gas Emissions from Palm Oil Production*. Brinkmann Consultancy.

Solichin, M., Lingenfelder, M., Steinmann, K.H., 2011. *Tier 3 Biomass Assessment for Baseline Emission in Merang Peat Swamp Forest. Workshop on Tropical Wetland Ecosystems of Indonesia: Science Needs to Address Climate Change Adaptation and Mitigation*. Denpasar, Bali, Indonesia.

Van Noordwijk, M., Dewi, S., Khasanah, N., Ekadinata, A., Rahayu, S., Caliman, J-P., Sharma, M., Suharto, R., 2012. *Estimating carbon footprint from biofuel production from oil palm: methodology and results from 2 pilot areas in Indonesia. Paper presented at International Conference on Oil Palm and the Environment (ICOPE) 2010. 23-25 February 2010. Bali, Indonesia*.

Wilcove, D.S. and Koh, L.P., 2010. *Addressing the threats to biodiversity from oil-palm agriculture. Biodiversity Conservation*, 19: 999-1007.

Yamakura, T., Hagihara, A., Sukardjo, S., Ogawa, H., 1986. *Tree size in a mature dipterocarp forest stand in Sebulu, East Kalimantan, Indonesia. Southeast Asian Studies*, 23(4): 452-477.

Lampiran 1

Proses yang dilakukan dalam penyusunan stratifikasi dan analisis

a) Klasifikasi yang tidak diawasi, pasca stratifikasi (kegiatan lapangan pertama – PT KPC)

PT KPC distratifikasikan ke dalam 16 strata melalui klasifikasi yang tidak diawasi berdasarkan metodologi kuantil dengan menggunakan Image Processing Software. Peta yang belum distratifikasikan tersebut digunakan sebagai sumber informasi tentang keberagaman penutup lahan di wilayah konsesi. 16 strata tersebut diperingkatkan dari vegetasi yang rapat sampai dengan lahan terbuka. Kami mulai dengan klasifikasi yang tidak diawasi untuk menguji apakah kami dapat memperoleh suatu metode otomatis, dan dengan demikian mengurangi potensi subjektivitas.

Setelah kegiatan lapangan di PT KPC selesai dilakukan, datanya diverifikasi untuk menghilangkan plot-plot yang tidak lazim dan kandungan karbon untuk berbagai strata diperkirakan berdasarkan data plot yang telah diekstrapolasikan. Hasilnya menunjukkan suatu tren di mana perkiraan kandungan karbon menurun seiring dengan perubahan strata mulai dari vegetasi yang rapat sampai dengan lahan terbuka, namun, perkiraan tersebut tidak dapat terlalu diyakini karena tidak adanya perbedaan statistik di antara strata.

Dengan mengelompokkan 16 strata tersebut ke dalam enam strata (HK3, HK2, HK1, BT, BM, dan LT), berdasarkan kemiripan tutupan tajuk, kami menemukan beberapa perbedaan statistik di antara strata-strata tersebut.

b) Klasifikasi yang tidak diawasi, pengelompokan, pasca stratifikasi (kegiatan lapangan kedua dan ketiga yang dilakukan di PT PIP, PT PGM)

Kami menggunakan klasifikasi yang tidak diawasi yang sama untuk membuat 16 strata yang sama seperti yang digunakan di PT KPC. Namun, karena kami memiliki pemahaman yang lebih baik tentang korelasi tutupan tajuk vegetasi dengan setiap 16 strata tersebut, maka kami mengelompokkan strata-strata tersebut ke dalam enam strata sebagaimana tercantum di atas melalui penafsiran visual atas peta PT PIP dan PT PGM.

Kami juga memastikan bahwa terdapat plot dalam jumlah yang lebih besar di strata sasaran dan menghindari pengukuran plot yang terlalu banyak di strata yang bukan sasaran.

c) Penafsiran visual (kegiatan lapangan keempat – PT BAT)

Sebelum melakukan kegiatan lapangan di PT BAT, kami menyelidiki strata-strata tersebut dengan melakukan penafsiran visual secara manual sepenuhnya untuk menyusun stratifikasi konsesi, sehingga memperkecil perbedaan antar strata. Langkah tersebut menghasilkan pengembangan suatu kunci penafsiran (lihat Lampiran 5) dengan menggunakan informasi berdasarkan Peraturan Menteri Kehutanan No. 33/2009 tentang Pedoman Inventarisasi Hutan Menyeluruh Berkala (IHMB) sebagai acuan awal. Rincian yang lebih bersifat kualitatif juga ditambahkan untuk menjelaskan karakteristik dari strata-strata tersebut.

Dengan metode stratifikasi yang manual sepenuhnya, pencitraan SPOT 4 PT BAT dari tahun 2009 distratifikasikan ke dalam enam strata. Setelah melakukan kunjungan lapangan, kami meninjau kembali klasifikasi tersebut dan menyesuaikan batasan-batasan strata agar mencerminkan kondisi yang diamati selama pelaksanaan kegiatan lapangan secara lebih akurat.

d) Analisis gabungan akhir

Dengan terciptanya suatu metode untuk menyusun stratifikasi konsesi ke dalam enam strata yang berbeda melalui suatu penafsiran visual secara manual sepenuhnya, PT KPC, PT PGM, dan PT PIP distratifikasikan lagi sehingga semua plot diklasifikasikan ke dalam strata-strata berdasarkan metode ini. Kandungan karbon dari setiap strata kemudian diperkirakan dengan memperkirakan kesamaan karbon dalam vegetasi di seluruh konsesi. Dengan kata lain, karbon dari setiap strata diperkirakan dengan menggunakan rata-rata dari semua plot dari keempat konsesi yang termasuk dalam strata tersebut.

Perlu ditekankan bahwa hasil-hasil dari kegiatan lapangan (data plot, yaitu karbon yang dihitung dari diameter pohon) disimpan. Hal-hal yang mengalami perubahan adalah proses stratifikasi yang telah kami sempurnakan berdasarkan pengamatan di lapangan dan informasi serta data yang dikumpulkan dari kegiatan lapangan.

Dengan demikian, nilai karbon dari setiap strata merupakan nilai keseluruhan dari semua plot (ditentukan untuk masing-masing strata dengan menggunakan penafsiran visual secara manual sepenuhnya).

e) Penelitian di waktu yang akan datang

Agar metode stratifikasi dapat digunakan sebagai suatu alat perkiraan, perlu dilakukan lebih banyak kegiatan lapangan untuk menguji keabsahan metode kami.

Salah satu yang menjadi pilihan adalah kegiatan lapangan stratifikasi tersebut dilakukan secara independen oleh dua tim yang berbeda, yaitu, satu tim melaksanakan kegiatan lapangan di lokasi-lokasi yang distratifikasikan oleh tim independen lainnya.

Lampiran 2

Analisis diameter pohon di semua strata

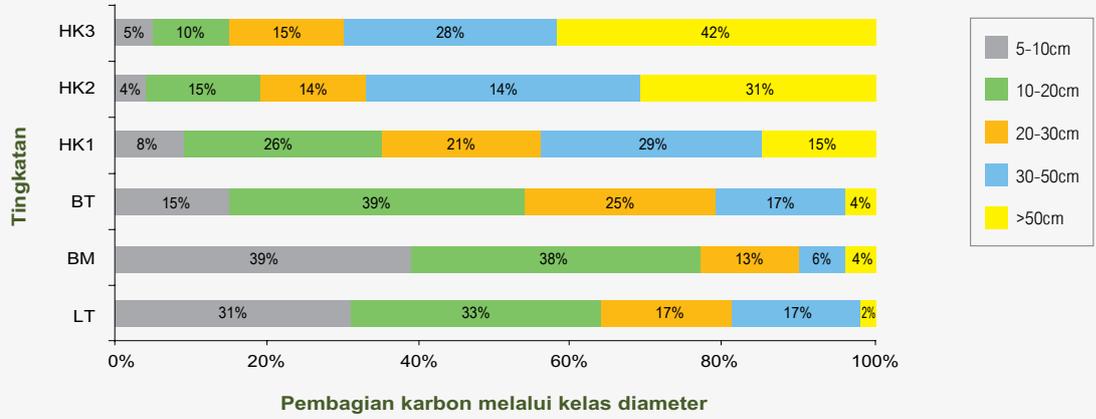
Batas keyakinan untuk HK3 dan HK2 sangat luas. Hal tersebut kemungkinan besar diakibatkan oleh sedikitnya jumlah plot yang ditempatkan dalam strata-strata tersebut, dan selanjutnya diperburuk dengan ukuran plot yang relatif kecil, yang diketahui akan menyebabkan memperbesar perbedaan apabila terdapat pepohonan yang lebih besar (Brown 1992).

Demikian halnya, perbedaan yang ditemukan dalam BM dan LT, sebagai proporsi rata-rata, lebih tinggi dari perbedaan yang ditemukan di strata-strata lainnya. Adanya petak-petak yang lebih rapat di strata-strata tersebut dapat memperbesar perbedaan ini. Klasifikasi konsesi-konsesi mengidentifikasi petak-petak dengan luas sekurang-kurangnya 10 ha, dan karena hal tersebut, kawasan-kawasan yang dipetakan sebagai LT, sebenarnya, mungkin memiliki pepohonan yang lebih besar yang letaknya terpencar yang berada di petak-petak seluas kurang dari 10 ha. Selanjutnya, kawasan-kawasan yang dikembangkan kembali dilaporkan memiliki tingkat perbedaan yang tinggi (Lawrence 2005).

Analisis lebih lanjut tentang pembagian karbon melalui kelas diameter menunjukkan bahwa selain terdapat stok karbon yang berbeda, juga terdapat perbedaan struktur strata sebagaimana terlihat dalam grafik di bawah ini. Untuk BM, hasilnya menunjukkan bahwa sebagian besar karbon ($\approx 76\%$) terdapat dalam pepohonan dengan DBH kurang dari 20 cm. Hasil yang serupa juga ditemukan untuk BT, di mana berdasarkan rata-rata, sebagian besar stok karbon ($\approx 55\%$) ditemukan pada pepohonan dengan DBH kurang dari 20 cm. Dengan mempertimbangkan temuan-temuan tersebut, nampaknya kawasan-kawasan tersebut didominasi oleh vegetasi yang berumur lebih muda dan bukan vegetasi sisa yang berumur lebih tua. Meski demikian, unsur-unsur hutan sisa dapat ditemukan di BT sebagaimana terlihat dengan adanya beberapa pohon yang sangat besar ($>50\text{cm}$).

Berbeda dengan BT dan BM, HK1, HK2, dan HK3 nampaknya merupakan hutan sisa yang besar sebagaimana terlihat dari jumlah pepohonan dengan DBH lebih dari 50 cm yang lebih banyak. Strata-strata tersebut juga memiliki proporsi karbon yang lebih besar yang terdapat pada pepohonan dengan DBH yang lebih dari 20 cm, apabila dibandingkan dengan strata lainnya. Namun demikian, tetap terdapat proporsi karbon yang tinggi yang ditemukan pada pepohonan dengan diameter yang lebih kecil ($<20\text{ cm}$) dalam HK1. Hal tersebut menunjukkan bahwa meskipun kawasan-kawasan tersebut memiliki vegetasi sisa, kawasan-kawasan tersebut telah sangat rusak dengan hilangnya pepohonan dengan diameter yang lebih besar. Dengan terbatasnya jumlah plot di HK3 dan HK2, temuan-temuan dianggap dapat memberikan petunjuk.

Berdasarkan angka di bawah ini, terdapat perubahan komposisi dari berbagai strata, dengan jumlah karbon yang tersimpan dalam pepohonan yang berukuran lebih besar yang semakin berkurang pada saat kami pindah dari kawasan-kawasan hutan yang sangat rapat ke kawasan-kawasan hutan yang tidak terlalu rapat.



Lampiran 3

Petunjuk Penafsiran

Kami mengembangkan klasifikasi ini untuk membantu stratifikasi kami dengan menggunakan informasi dari Peraturan Menteri Kehutanan No. 33/2009 tentang Pedoman Inventarisasi Hutan Menyeluruh Berkala (IHMB) sebagai acuan awal. Perincian kualitatif yang dikembangkan dari pengetahuan yang memadai tentang kawasan-kawasan hutan di Kalimantan Barat dan Kalimantan Tengah juga ditambahkan. Perkiraan kondisi, termasuk nilai-nilai karbon yang diperkirakan, ditentukan berdasarkan para temuan-temuan kegiatan lapangan.

			Identifikasi/Pendeteksian Unsur-Unsur Penafsiran Pencitraan					Perkiraan Kondisi				
	Tutupan/ Penggunaan Lahan	Kode	Primer	Sekunder	Tersier	Ahli		Uraian	Diameter yang dominan	SPH φ>50 cm	Tajuk	Perkiraan karbon
			Warna - nuansa	Tekstur	Pola	Situasi	Asosiasi					(tC/ha)
1	Hutan Kerapatan Tinggi	HK3	Hijau tua	Kasar/ rapat	Tidak teratur	Jauh dari pemukiman	Tidak ada akses jalan	Terdapat sedikit kegiatan manusia di kawasan ini, dan kawasan ini masih utuh dengan banyak pohon dengan DBH >50 cm. Hutan sekunder tua.	>50	>35	>70	192±81
2	Hutan kerapatan sedang	HK2	Hijau tua sedang	Kasar- sedang	Tidak teratur	Jauh dari pemukiman	Tidak ada akses jalan	Terdapat kegiatan manusia di kawasan ini, meskipun tidak parah. Umumnya dengan pepohonan dengan DBH >50 cm.	35-50	25-50	40-70	166±51
3	Hutan kerapatan rendah	HK1	Hijau- sedang	Keras- jarang	Tidak teratur	Agak jauh dari pemukiman	Terdapat sedikit akses jalan	Terdapat banyak kegiatan manusia di kawasan ini, sebagian besar untuk produksi kayu, dengan peningkatan proporsi pada pepohonan dengan diameter sedang, apabila dibandingkan dengan HK3 dan HK2. Pepohonan dengan DBH >50 cm jarang terlihat.	20-35	15-25	10-40	107±11
4	Belukar tua	BT	Hijau sedang, muda	Agak kasar- halus	Tidak teratur	Agak jauh dari pemukiman, jalan	Terdapat sedikit akses jalan	Terdapat cukup banyak kegiatan manusia di kawasan ini, termasuk kawasan-kawasan untuk pertanian. Kegiatan tersebut diperkirakan dimulai >10 tahun yang lalu. Kemungkinan dengan sedikit pepohonan yang berukuran lebih besar (DBH >50 cm).	10-20	-	<10	60±7
5	Belukar muda	BM	Hijau muda	Halus	Tidak teratur	Dekat dengan pemukiman, jalan	Terdapat banyak akses jalan	Terdapat banyak kegiatan manusia di kawasan ini, termasuk kawasan-kawasan untuk pertanian. Kegiatan tersebut diperkirakan dimulai <10 tahun yang lalu. Kawasan ini didominasi dengan pepohonan kecil dan semak belukar.	2-10	-	<10	27±6
6	Lahan terbuka	LT	Merah, hijau - muda	Halus	Tidak teratur	Dekat dengan pemukiman, jalan	Terdapat banyak akses jalan	Kawasan-kawasan yang baru dibuka, atau kawasan-kawasan yang digunakan untuk pertanian. Didominasi oleh rumput, vegetasi tidak berkayu atau tanaman yang baru tumbuh.	<2	-	<10	17±6

Lampiran 4

Lahan Terbuka: LT



Belukar Muda: BM



Belukar Tua: BT



Hutan Kerapatan Rendah: HK1



Hutan Kerapatan Sedang: HK2



Hutan Kerapatan Tinggi: HK3



Golden Agri-Resources Ltd

108 Pasir Panjang Road, #06-00 Golden Agri Plaza Singapore 118535
tel: (65) 6590 0800 fax: (65) 6590 0887 www.goldenagri.com.sg