

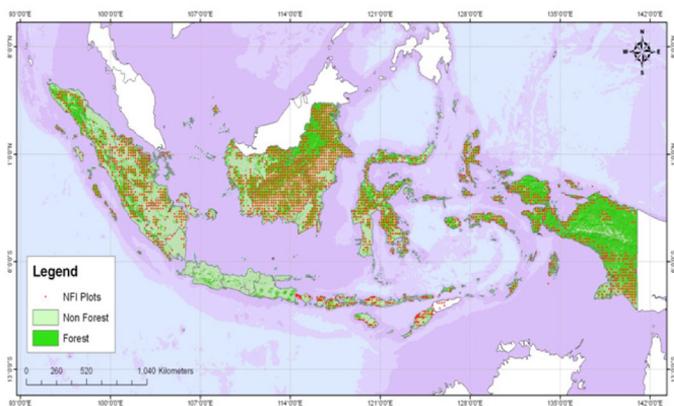


Perkiraan cadangan karbon hutan berbasis data Inventarisasi Hutan Nasional

Badan Planologi Kehutanan (sekarang Direktorat Jenderal Planologi Kehutanan – selanjutnya disebut ‘Baplan’) merupakan bagian dari Kementerian Kehutanan Indonesia yang bertanggung jawab dalam melakukan inventarisasi hutan Indonesia. Tahap pertama adalah periode dari tahun 1989 hingga 1996 dan tahap kedua dari tahun 1995 hingga 2000. Kegiatan inventarisasi ini merupakan bagian dari kerjasama antara Pemerintah Indonesia melalui Kementerian Kehutanan dengan Organisasi Pangan dan Pertanian (FAO - Food and Agriculture Organization), Perserikatan Bangsa-Bangsa (UN - United Nations). Tujuan dari Inventarisasi Hutan Nasional (NFI - National Forest Inventory) ini adalah untuk mengkaji kondisi, cadangan, tingkat pertumbuhan dan keragaman tumbuhan tegakan hutan di seluruh wilayah Indonesia. Versi NFI yang telah diperbaiki dikenal dengan nama *Forest Resource Assessment and Monitoring System* (Sistem Penilaian dan Pemantauan Sumber Daya Hutan). Data tersebut pada saat analisa ini pertama kali dilakukan belum pernah digunakan untuk menduga biomassa pohon dan cadangan karbon di atas permukaan tanah di Indonesia *). Kami menyajikan gambaran umum tentang data tersebut dan membuat analisa distribusi cadangan karbon untuk berbagai jenis dan lokasi hutan yang tersebar di Indonesia. Analisa ini kemudian dapat digunakan untuk menduga emisi CO₂ berdasarkan penurunan cadangan karbon di atas permukaan tanah sebagai akibat dari penebangan dan perusakan hutan.

*) Baplan kemudian melakukan desain ulang NFI dengan memperhitungkan penggunaan data sama untuk menduga cadangan karbon di seluruh Indonesia

Pokok Permasalahan	Peluang
NFI pada awalnya tidak dirancang untuk keperluan pengkajian cadangan karbon. Data ini tidak tersedia untuk umum dan tidak dapat dianalisa. Beberapa pihak meragukan kualitas dari data ini, terutama yang berhubungan dengan identifikasi spesies.	Inventarisasi ini sangat lengkap dan dirancang dengan baik, menggunakan metode dan teknik pengumpulan data yang tepat. Data pohon (diameter, tinggi) memungkinkan penggunaan persamaan alometrik untuk menduga biomassa pohon di atas permukaan tanah, yang merupakan komponen dominan dari total cadangan karbon. Identitas botanis berpengaruh terhadap pendugaan cadangan karbon melalui perbedaan kerapatan kayunya.
Dengan rancangan pengambilan sampel yang sistematis, keterwakilan untuk jenis hutan tertentu pada zona iklim tertentu menjadi lebih rendah dibandingkan dengan rancangan pengambilan sampel acak berlapis	Data tersebut memungkinkan pengkajian distribusi statistik cadangan karbon pada jenis hutan dominan pada dataran rendah di Indonesia.
Validasi data merupakan satu hal yang sangat penting untuk menjaga kualitas dari data, dan kegiatan ini harus melibatkan konsultasi dari sejumlah institusi, baik perguruan tinggi maupun badan penelitian, yang dilakukan selama dan sesudah kegiatan inventarisasi.	Dengan pengujian konsistensi data secara independent dan pembandingannya dengan sumber data yang lain, bagian-bagian data yang perlu diperbaiki dalam koleksi data tersebut bisa diidentifikasi.



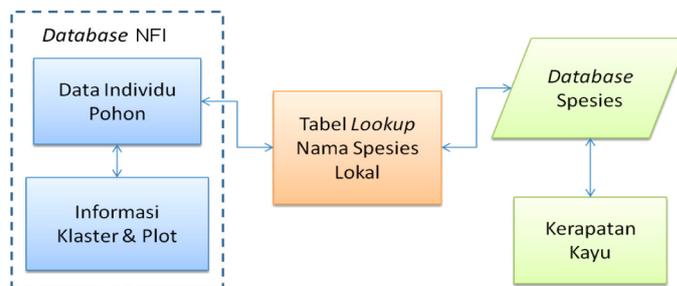
Gambar 1. Peta lokasi plot NFI, yang diletakkan secara sistematis setiap 20 x 20 km di seluruh Indonesia

Koleksi data

Plot sampel diletakkan secara sistematis di seluruh lokasi di Indonesia dalam area berukuran 20 x 20 km, namun sebagian besar daerah-daerah pegunungan (seperti Papua) dan daerah-daerah dengan penutupan hutan yang rendah (Jawa, sebagian Sumatra, Kalimantan) tidak termasuk dalam prioritas lokasi yang diamati pada NFI tahap pertama dan kedua. Setiap lokasi pengamatan dibuat dalam unit kluster yang terdiri dari 3 x 3 plot yang masing-masing merupakan plot persegi dengan ukuran 100 x 100 m (satu hektar). Plot yang terletak tepat di tengah-tengah kluster ditentukan sebagai plot permanen atau *permanent sample plot (PSP)* yang dikelilingi oleh delapan plot sementara atau *temporary sample plots (TSP)*. Inventarisasi TSP dilakukan dengan menggunakan teknik Faktor Basal Area (Dirjen Inven 1992), sedangkan untuk plot PSP untuk semua pohon dengan diameter setinggi dada (DBH - *diameter at breast height*) lebih dari 20 cm dilakukan pencacahan/sensus, dan untuk pohon dengan DBH kurang dari 20 cm dilakukan pengambilan sampel bertingkat. Dalam plot PSP, tinggi pohon hanya diukur untuk pohon yang berukuran DBH lebih dari 20 cm. Spesies pohon dicatat dalam nama lokal. Pengolahan data dilakukan oleh Balai Pemantapan Kawasan Hutan (BPKH) di wilayah setempat yang kemudian dikumpulkan ke kantor pusat Baplan dengan struktur *file* yang konsisten, dan informasi *track* dan sub-plot dicatat dalam *file* yang berbeda.

Persiapan pengolahan data

Kegiatan pengolahan data dimulai dengan mengadaptasi semua *file data* ke dalam bentuk *database* untuk memudahkan pengolahan dan analisa data (Gambar 2).



Gambar 2. Struktur umum *Database NFI* yang kemudian dihubungkan dengan *database spesies* dari sumber data yang lain.

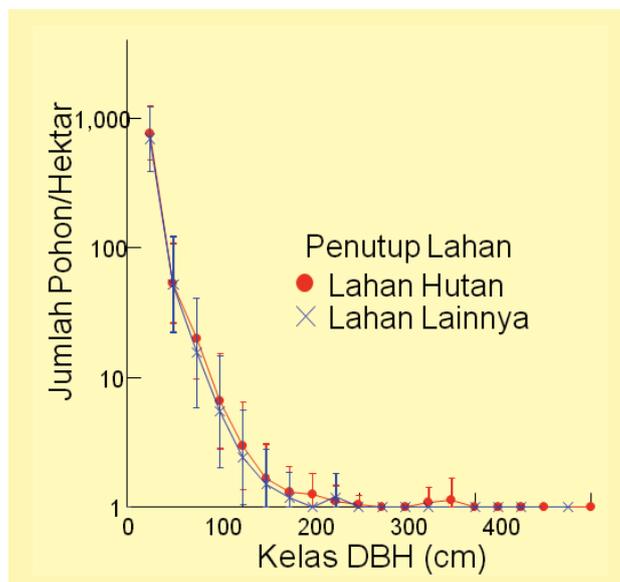
Kami melakukan upaya untuk mengkonversi nama lokal pohon yang diidentifikasi selama pengamatan NFI ke dalam nama ilmiah, sehingga dapat diperoleh informasi kerapatan kayu untuk data jenis (spesies bila ada) pohon yang bersangkutan dari tabel kerapatan kayu yang dikumpulkan secara terpisah, di luar kegiatan NFI. Informasi nama lokal, nama ilmiah dan data kerapatan kayu diperoleh dari berbagai sumber, termasuk Direktorat Jenderal Planologi Kehutanan, Sumber Informasi Tanaman Asia Tenggara (Plant Resources of Southeast Asia) dan basis data World Agroforestry Centre (ICRAF).

Validasi data pohon dan informasi plot

Jumlah data individu pohon dalam *database NFI* tahap pertama dan kedua adalah sebesar 620.500. Dalam proses pengolahan data, pohon-pohon yang tercatat rusak berat tidak dimasukkan (5%), juga pohon-pohon dengan rasio hubungan diameter-tinggi yang dianggap tidak 'normal' (1.5%) dan pohon-pohon dengan ukuran di luar rata-rata atau pencilan (kurang dari 0.01%) dikeluarkan dari pengolahan data. Pohon-pohon yang tercatat rusak (ditunjukkan dengan kode kerusakan dalam *database NFI*) diabaikan dari pengolahan data biomassa dan dianggap sebagai bagian dari nekromassa. Pada protokol pengamatan NFI, pohon dengan ukuran DBH kurang dari 20 cm hanya diamati dalam radius 5 m pada setiap subplot (ukuran 25 x 25 m) dan tinggi pohon tidak dicatat. Pohon dengan profil 'normal' ditentukan dari hubungan rasio diameter dan tinggi ($\ln(\text{tinggi})/\ln(\text{DBH})$) yang berada dalam rentang 0.1–2. Jika rasio berada di luar rentang tersebut, maka data tersebut akan diperiksa kembali.

Pada setiap subplot dalam PSP (25 x 25 m) tercatat informasi tutupan lahan dan sistem tata guna lahannya. Dari 2.205 lokasi kluster (pengukuran tahap 1), 1.595 PSP kemudian dipilih melalui proses seleksi dengan melihat konsistensi informasi tutupan lahan yang seragam untuk setiap subplot dalam satu plot PSP yang sama. Penentuan metode seleksi ini digunakan untuk menjaga konsistensi pada saat *upscaling* dengan menggunakan peta tutupan lahan.

Distribusi diameter dan hubungan diameter – tinggi pohon pada berbagai tipe hutan di Indonesia

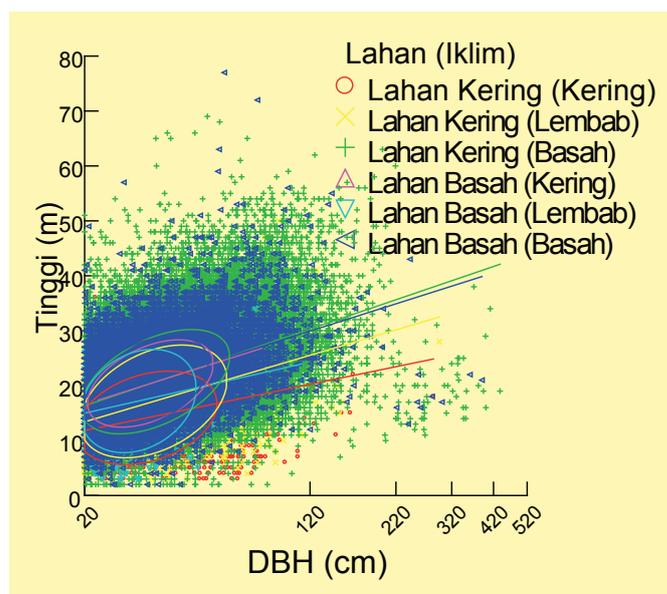


Gambar 3. Profil tegakan umum dari 1559 PSP di Indonesia. Sumbu X adalah kelas ukuran besar pohon dalam DBH and Sumbu Y menampilkan jumlah pohon dalam setiap kelas DBH per plot, dalam skala log.

Distribusi diameter pohon secara menyeluruh dari seluruh data PSP dapat dilihat pada Gambar 3. Distribusi tersebut mengikuti distribusi umum tegakan multistrata. Tipe hutan dan tipe selain hutan secara keseluruhan menunjukkan profil yang secara statistik tidak berbeda nyata.

Hutan atau tumbuhan berbasis pohon?

Inventarisasi Hutan Nasional dirancang untuk mengambil sampel 'tumbuhan berkayu'. Sekitar 70% dari wilayah Indonesia ditetapkan sebagai 'kawasan hutan'—satu kelas penunjukkan penggunaan lahan yang diatur oleh undang-undang kehutanan—terlepas apakah lahan tersebut dipenuhi pepohonan ataupun tidak. Sekitar 20% dari plot-plot NFI terletak di luar kawasan hutan namun penutupan lahan dan distribusi diameter pohonnya sangat mirip dengan kawasan hutan. Perkebunan monokultur seperti karet, kelapa, kopi, kelapa sawit, atau hutan tanaman industri seperti jati atau mahoni atau spesies yang cepat tumbuh seperti *Acacia mangium* atau *Gmelina* tidak termasuk kedalam kumpulan data tersebut. Namun data NFI sebagian mencakup agroforestri, di mana pohon yang ditanam dan dirawat oleh petani tumbuh berdampingan dengan pepohonan yang tumbuh alami.

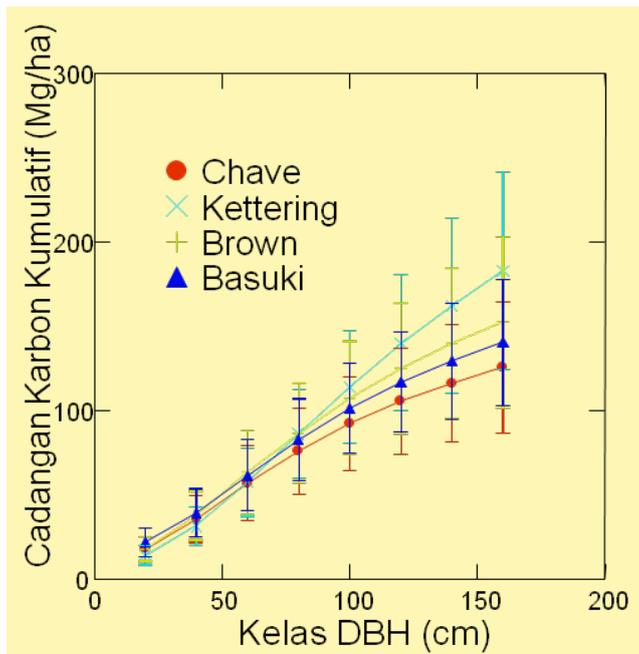


Gambar 4. Plot hubungan antara tinggi-DBH dari semua pohon dengan DBH di atas 20 cm dan dikelompokkan menurut zona iklim. Garis melintang adalah regresi linear untuk masing-masing zona iklim dan elips menggambarkan area kepercayaan (*Ellipse confidence*). Pohon dengan DBH yang sama cenderung lebih pendek bila ditemukan pada zona iklim kering dibandingkan pada zona iklim basah (sudut garis merah (*Dry*) lebih kecil dibandingkan garis kuning (*Humid*) dan hijau (*Wet*)).

Walaupun hubungan diameter dan tinggi terlihat mempunyai kecenderungan berkorelasi positif, namun pada hubungan tersebut terlihat dipengaruhi oleh kondisi iklim (Gambar 4). Pohon dengan ukuran diameter yang sama cenderung mempunyai dimensi tinggi yang lebih besar pada kondisi iklim basah dibandingkan pada iklim kering. Salah satu alasan yang dapat menjelaskan adalah adanya persaingan untuk mendapatkan cahaya pada daerah beriklim basah, karena ketersediaan air memungkinkan pohon untuk tumbuh lebih cepat dan menunjang kerapatan pohon yang lebih tinggi. Namun perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk memastikan hal tersebut.

Pemilihan persamaan-persamaan alometrik: interpolasi

Persamaan-persamaan alometrik untuk menduga biomassa pohon sudah banyak dikembangkan dan dapat ditemukan dalam berbagai literatur. Beberapa persamaan-persamaan alometrik dikembangkan berdasarkan kondisi geografis dan iklim secara luas (Chave *et al.* 2005, Brown *et al.* 1989), maupun lebih terfokus secara geografis (Kettering *et al.* 2001 untuk Sumatra, Basuki *et al.* 2009 untuk Kalimantan). Penerapan persamaan-persamaan alometrik yang berbeda pada data NFI berikut perbedaan hasil taksiran biomasnya dapat dilihat pada Gambar 5.

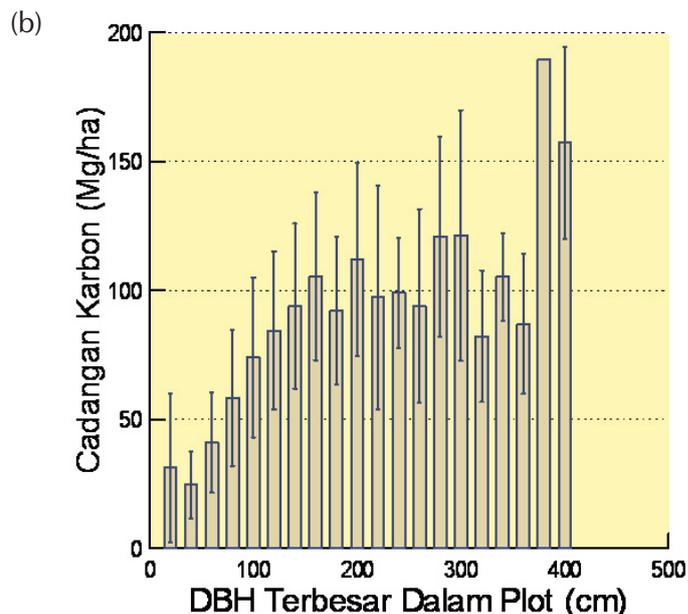
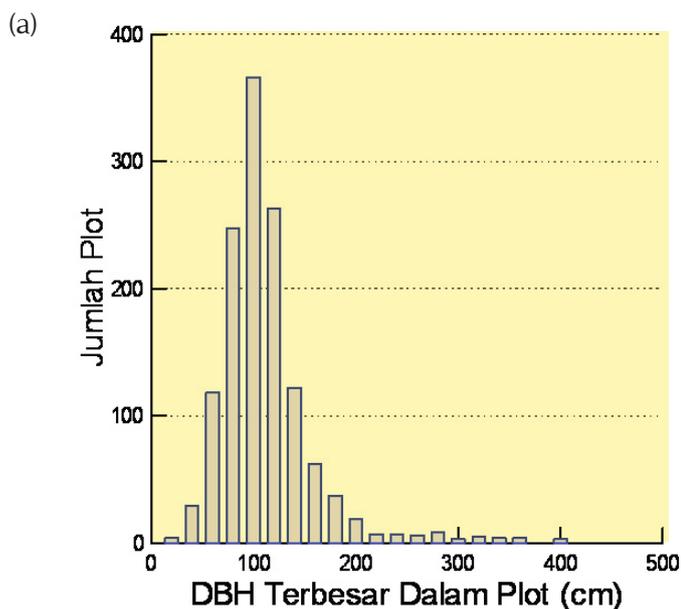


Gambar 5. Cadangan karbon kumulatif berdasarkan kelas ukuran DBH pada plot-plot dengan tutupan lahan hutan. Plot-plot yang dipilih adalah plot dengan komposisi distribusi ukuran DBH yang sama dan lengkap serta mempunyai pohon dengan ukuran DBH paling besar 160 cm. Jumlah plot yang dipilih adalah 21 plot. Garis galat vertikal adalah simpangan baku. Pada gambar ini persamaan-persamaan alometrik Kettering terlihat menghasilkan pendugaan jauh lebih tinggi dibandingkan pendugaan dari ketiga persamaan yang lain untuk plot yang memiliki pohon dengan DBH > 100 cm.

Gambar 5 menunjukkan bahwa keempat persamaan alometrik tersebut menghasilkan pendugaan biomassa/karbon yang hampir sama untuk plot dengan pohon-pohon berukuran DBH di bawah 100 cm. Hasil pendugaan biomassa dari keempat persamaan tersebut

hingga ukuran DBH 60 cm menunjukkan persamaan tidak jauh berbeda. Pendugaan oleh persamaan Chave terlihat sedikit lebih rendah dari yang lain ketika kelas ukuran DBH-nya lebih dari 60 cm. Kemudian untuk DBH > 80 cm ketiga perkiraan lainnya mulai saling menjauh; pendugaan Kettering jauh lebih tinggi dibandingkan yang lainnya, diikuti oleh Brown dan Basuki.

Pendugaan oleh persamaan Kettering mulai menjauhi pendugaan dari tiga lainnya ketika ditemukan pohon dengan DBH > 80 cm pada plot-plot tersebut. Jika kita perhatikan data dan persamaan dari Kettering dengan seksama, kita dapat melihat bahwa persamaan tersebut dibangun berdasarkan rentang data DBH pohon (yang berasal dari sampling destruktifnya) yang cukup sempit (hanya hingga DBH 60 cm) dan juga karena dilakukan secara spesifik di satu daerah di propinsi Jambi. Persamaan tersebut juga tidak mempertimbangkan wilayah iklim. Selain itu Kettering juga tidak memasukan parameter tinggi pohon dalam pemodelan alometriknya. Persamaan alometrik dari Basuki dalam hal ini mempunyai sampel rentang kelas diameter yang lebih luas (hingga DBH 200 cm), akan tetapi pohon yang dijadikan sampel hanya diambil dari satu daerah tertentu di Kalimantan Timur, jadi perbedaan iklim juga tidak dipertimbangkan disini. Persamaan alometrik Basuki juga tidak memasukan tinggi pohon sebagai parameter, sementara pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa tinggi pohon tidak mempunyai hubungan yang terlalu baik dengan diameter, sehingga tinggi kemungkinan besar merupakan parameter yang independen dari diameter dalam menentukan biomassa.

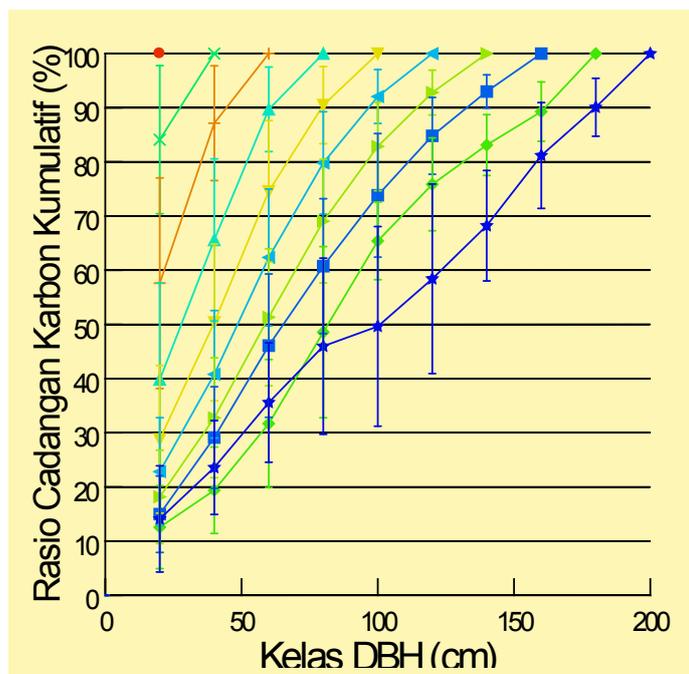


Gambar 6. (a) Distribusi frekuensi plot berdasarkan kelas pohon terbesar yang ditemukan dalam plot tersebut dan (b) rata-rata cadangan karbon di tingkat plot menurut kelas pohon terbesar pada plot yang bersangkutan

Persamaan dari Chave dan Brown diketahui memasukkan parameter tinggi pohon dan zona iklim untuk pemodelan alometrianya. Namun selanjutnya persamaan Chave dipilih sebagai persamaan utama untuk pendugaan cadangan karbon, karena Chave memiliki cakupan data sampel dengan distribusi geografis dan kombinasi kondisi hutan yang lebih luas dibanding Brown. Selain itu Chave memperhitungkan kerapatan jenis kayu dalam persamaannya. Kerapatan jenis kayu diketahui merupakan variabel yang penting dalam menduga biomassa pohon (Chave 2005).

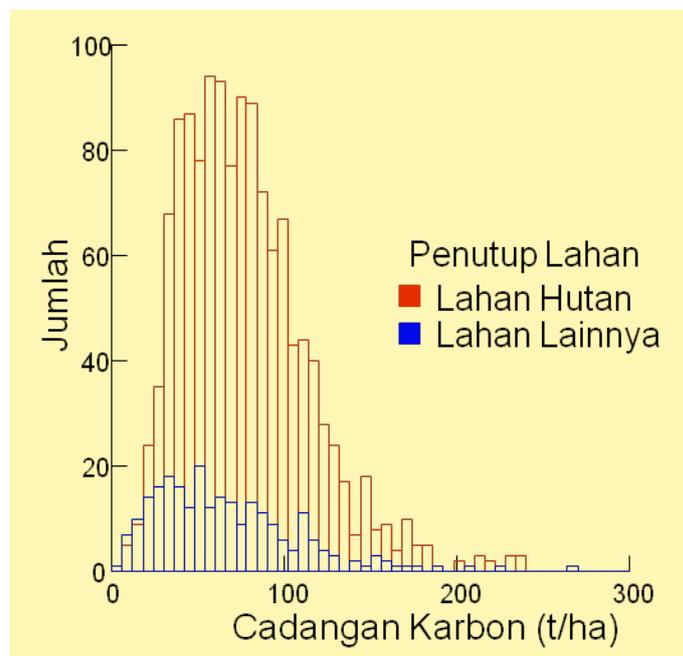
Cadangan karbon di atas permukaan tanah pada tutupan lahan “hutan” di seluruh Indonesia

Pengelompokan plot-plot pada NFI dibuat menurut kelas pohon terbesar yang ditemukan pada plot tersebut dan membuat plot distribusi sebarannya. Gambar 6a menunjukkan bahwa hanya ada beberapa plot dari data tersebut yang masuk ke dalam kelompok dengan DBH maksimum di atas 140 cm. Gambar 6b memperlihatkan distribusi cadangan karbon (diduga dengan persamaan alometrik Chave) pada tingkat plot berdasarkan kelas pohon terbesar yang ditemukan. Dari distribusi plot tersebut dapat ditunjukkan bahwa ketidakpastian pada pendugaan cadangan karbon lebih banyak diakibatkan oleh plot dengan kelas pohon terbesar berukuran di atas 140 cm, terutama karena jumlah plot-plot tersebut hanya sedikit sekali ditemukan dibandingkan dengan plot dengan kelas pohon terbesar dibawahnya.



Gambar 7. Kumulatif rata-rata kontribusi setiap kelas ukuran DBH pohon terhadap cadangan karbon total dari plot NFI seluas 1 hektar. Plot-plot dengan pohon terbesar pada kelas DBH yang sama dimasukkan ke dalam satu kelompok dan kurva kumulatifnya dihubungkan dengan satu garis. Sebagai contoh, garis biru dengan lambang bintang menunjukkan kelompok plot dengan pohon terbesar mempunyai dbh pada kelas 200 cm

Kumulatif rata-rata kontribusi setiap kelas ukuran DBH pohon terhadap cadangan karbon total dalam satu plot (diduga menggunakan alometrik Chave) dapat dilihat pada Gambar 7. Plot-plot NFI dikelompokkan berdasarkan kelas DBH pohon terbesar yang ditemukan pada masing-masing plot; jumlah plot pada masing-masing kelompok bisa dilihat pada gambar 6a. Kontribusi setiap kelas ukuran DBH terhadap cadangan karbon total bervariasi antar plot dan antar kelompok plot. Tergantung kepada profil tegakannya dan kelompok plotnya, kontribusi rata-rata dari kelas pohon berukuran DBH di atas 80 cm terhadap cadangan karbon total mencapai 10% - 53%. Kontribusi yang paling dominan berasal dari pohon dengan ukuran sedang, relatif terhadap sebaran ukuran pohon yang ditemukan pada masing-masing plot. Untuk plot dengan DBH tertinggi 80 cm, 50% cadangan karbon disimpan oleh pohon dengan DBH 20-60 cm, sedangkan plot dengan DBH tertinggi 100 cm, 40% cadangan karbon ditemukan pada pohon dengan DBH 40-80 cm.



Gambar 8. Cadangan karbon di atas permukaan tanah dari 1315 plot lahan hutan dan 244 plot lahan lainnya

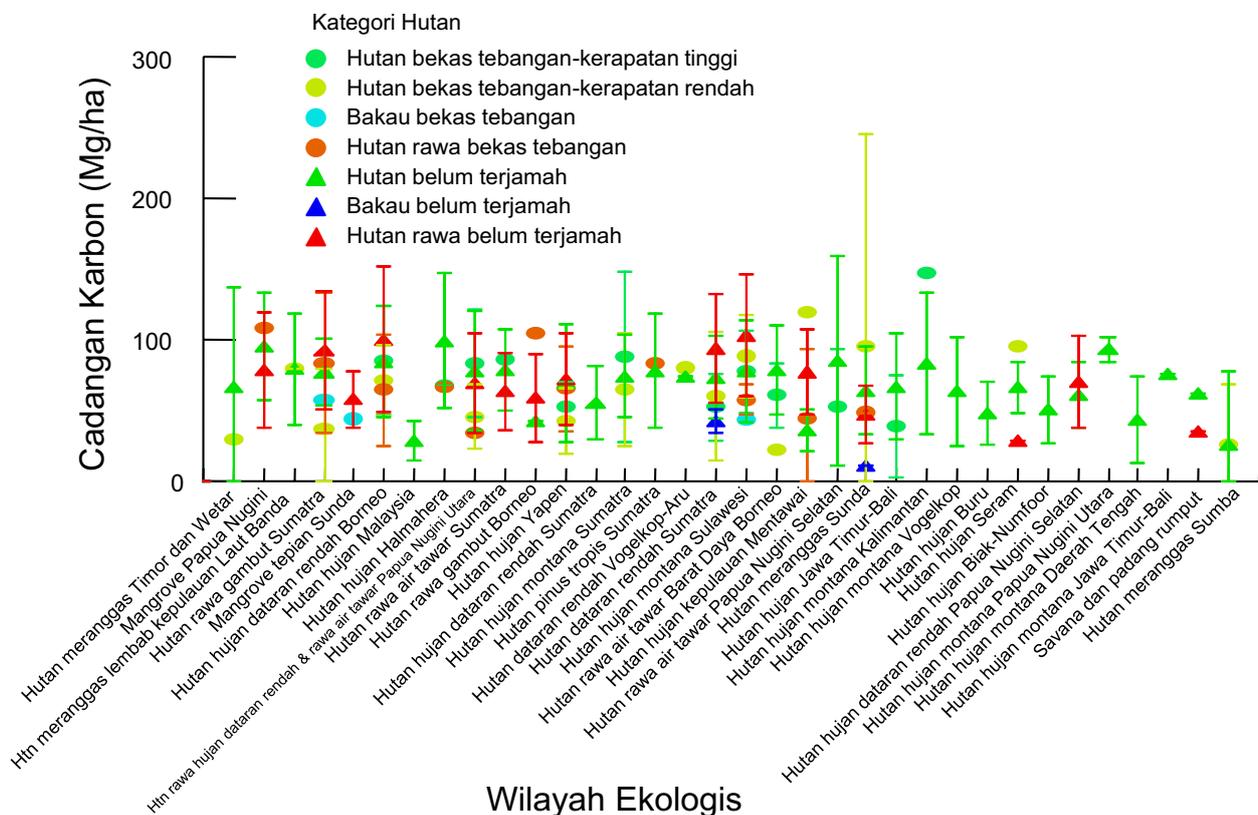
Distribusi cadangan karbon di atas permukaan tanah dalam plot hutan dan non-hutan dapat dilihat pada Gambar 8. Kedua distribusi tersebut tampak tidak mengikuti pola distribusi normal dan agak condong ke kiri, dengan ekor yang tertarik ke kanan, dimana plot-plot dengan cadangan karbon yang ekstrim tinggi berjumlah lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah plot dengan cadangan karbon ekstrim rendah. Distribusi Log Normal dan Gamma mungkin dapat dipakai sebagai alternatif dalam analisis selanjutnya. Pada distribusi tersebut kita dapat temukan cadangan karbon hingga sekitar 250 t/ha, tapi rata-rata dari keseluruhan plot hutan hanya sekitar 80–100 t/ha. Cadangan karbon di atas permukaan tanah tertinggi

yang ditemukan pada kumpulan plot pengukuran NFI dengan penaksiran menggunakan persamaan alometrik Chave lebih rendah daripada angka cadangan karbon di atas permukaan tanah yang pernah dipublikasikan oleh sumber-sumber lain pada hutan tropis, tetapi masih setara dengan perkiraan cadangan karbon pada plot-plot hutan alam lain di Indonesia yang dilakukan dengan persamaan yang sama menggunakan sumber data mentah yang dilakukan beberapa kelompok peneliti lain dan dipublikasikan di berbagai literatur maupun belum dipublikasikan (misalnya, 'Sepuluh Tahun Riset Hutan Hujan Tropika Dataran Rendah Di Labanan, Kalimantan Timur, Plot Penelitian' atau proyek STREK dan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia atau LIPI, data tidak dipublikasikan) dan banyak daerah tropis lainnya (Clark dan Clark 2000, Hairiah et. al 2010).

Dengan cakupan yang cukup luas secara geografis dan rancangan pengambilan data yang baik dan terstruktur, teknik verifikasi dan validasi yang baku, pemodelan data yang konsisten dan perbandingan dengan sumber data lain, dapat dikatakan bahwa hasil penaksiran yang diperoleh dari data NFI telah mampu menggambarkan dengan baik 'tipikal' cadangan karbon hutan di atas permukaan tanah di seluruh Indonesia. Jika verifikasi data dapat diulangi dan dilakukan dengan cara sistematis untuk menghitung perubahan yang terjadi pada waktu yang berbeda maka kualitas data dapat diuji dengan lebih mudah.

Cadangan karbon tipikal hutan di atas permukaan tanah menurut zonasi ekologis dan wilayah

Untuk menentukan faktor emisi dari perubahan hutan menjadi kelas bukan hutan di suatu wilayah tertentu di Indonesia, dilakukan stratifikasi pada jenis-jenis hutan tersebut berdasarkan kategori hutan, zonasi ekologis dan wilayah. Kategori hutan ditentukan berdasarkan legenda dari data tutupan lahan yang dipakai pada saat pengamatan. Data wilayah ekologis didapatkan dari WWF (2000) yang kemudian dipilih untuk digabungkan dengan variasi iklim dan sifat-sifat biofisika lainnya di seluruh wilayah Indonesia. Gambar 9 memperlihatkan sebaran cadangan karbon di atas permukaan tanah untuk setiap kombinasi kategori hutan dan wilayah ekologis. Dari hasil stratifikasi tersebut, data cadangan karbon kemudian diboboti menurut kondisi tegakan pada saat plot tersebut diamati. Rata-rata cadangan karbon setelah diboboti tersebut kemudian digunakan sebagai cadangan karbon hutan tipikal untuk kategori dan wilayah ekologis tertentu. Data cadangan karbon di atas permukaan tanah tersebut kemudian menjadi acuan untuk menghitung faktor emisi dari analisa perubahan penggunaan lahan di seluruh Indonesia (Brief 31 dan Breif 32).



Gambar 9. Sebaran cadangan karbon di atas permukaan tanah menurut wilayah ekologis dan kategori hutan. Rentang nilai rata-ratanya bervariasi antar berbagai wilayah ekologis, menunjukkan keragaman cadangan karbon untuk kelas tutupan lahan yang sama yang tumbuh pada wilayah dan zona ekologis yang berbeda

Kesimpulan dan rekomendasi

Data NFI merupakan koleksi data inventarisasi hutan yang luas dan kaya akan informasi, serta sebaran sampel plot hampir di seluruh wilayah Indonesia. Peletakan plot dilakukan secara sistematis dan pengambilan data plot dilakukan dengan menggunakan protokol pengamatan yang konsisten dan dirancang dengan baik. Badan Planologi Kehutanan Kementerian Kehutanan telah melakukan pengambilan data dan mengelola data ini dengan baik sehingga dapat dianalisa secara konsisten, meskipun perancangan basis data bisa diperbaiki menjadi lebih efisien dalam menampung dan mengelola data-data yang dikumpulkan di masa mendatang. Melalui proyek ALLREDDI, dilakukan verifikasi dan validasi data NFI dengan batasan izin dari pihak yang berkepentingan. Beberapa sumber kesalahan yang dapat diketahui antara lain adalah: kesalahan karena pengukuran lapangan dan pencatatan; kesalahan dalam aplikasi persamaan alometrik; dan kemungkinan kesalahan dalam pengambilan sampel plot.

Pemeriksaan konsistensi dan kemungkinan kesalahan pada data NFI dilakukan sebelum data tersebut di analisa, berikut kunjungan pada beberapa lokasi plot di lapangan untuk klarifikasi. Data yang tidak konsisten serta diragukan kebenarannya dipisahkan dan tersisa sebanyak 1595 plot dari 2205 plot NFI.

Secara umum diketahui adanya korelasi positif antara diameter dan tinggi pohon. Jika korelasi ini diamati berdasarkan variasi iklim di seluruh Indonesia, bisa didapat bahwa pohon-pohon dengan diameter yang sama cenderung lebih tinggi di daerah basah dibandingkan yang berada di daerah kering. Berdasarkan hal tersebut, disimpulkan bahwa untuk menduga biomassa, baik diameter maupun tinggi pohon perlu dimasukkan sebagai parameter penduga; wilayah iklim dan kerapatan kayu adalah dua variabel lain yang juga perlu dipertimbangkan. Selanjutnya dipilih penggunaan persamaan alometri Chave, dimana pada persamaan tersebut sudah mencakup keempat faktor penting penentu biomassa yang disebutkan sebelumnya.

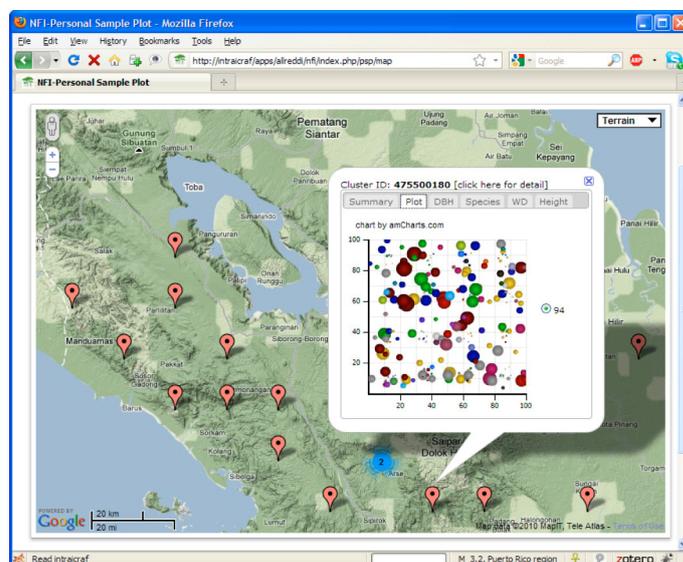
NFI dirancang secara sistematis setiap 20 x 20 km di seluruh wilayah di Indonesia. Kekurangan dari sistem ini adalah adanya kemungkinan tidak terpenuhinya keterwakilan data untuk beberapa kategori hutan tertentu dan juga wilayah ekologi tertentu. Tingkat ketidakpastian dalam pendugaan cadangan karbon untuk kelompok-kelompok yang tidak terlalu terwakili tersebut bisa sangat tinggi.

Tipikal cadangan karbon hutan di atas permukaan tanah di Indonesia berkisar antara 16,92 hingga 92,73 t/ha, dengan cadangan tertinggi berada di wilayah ekologis hutan rawa gambut di Sumatera dan terendah pada hutan meranggas di daerah Sunda Kecil.

Cadangan karbon bukan hutan berkisar antara 3,5 hingga 99,4 t/ha. Tingkat ketidakpastian lebih tinggi pada kelompok dengan jumlah sampel plot yang lebih kecil, salah satunya adalah wilayah ekologis bakau di Paparan Sunda dengan tingkat kesalahan sebesar 10%.

NFI memiliki potensi yang sangat besar sebagai satu-satunya kumpulan data terbesar yang dapat dipakai untuk menentukan cadangan karbon dalam hutan di Indonesia (yang akan menjadi dasar pendugaan emisi dari penggunaan lahan, perubahan penggunaan lahan dan kehutanan (LULUCF), pendugaan *baseline* dan berbagai kegiatan mitigasi perubahan iklim tambahan lainnya). Validasi dan verifikasi data perlu dilakukan secara lebih ketat dan sistematis pada plot-plot sampel dan data yang ada, termasuk peninjauan langsung di lapangan. Penambahan data pada beberapa wilayah ekologis yang kurang terwakili sebaiknya dipertimbangkan ketika merancang ulang NFI. Tambahan lainnya, NFI yang ada sekarang tidak dirancang untuk pengamatan semua pool karbon; sehingga akan lebih ideal jika ditambahkan protokol untuk pengamatan nekromassa, serasah dan karbon tanah.

Berbagai usaha telah dilakukan dalam inventarisasi plot oleh berbagai lembaga lain di seluruh Indonesia. Disini dibangun satu *platform* berbasis web untuk berbagi data melalui sebuah sistem basis data yang terpadu dan dapat diakses dalam jaringan. Sistem ini dapat memperkaya basis data tersebut untuk tingkat nasional dan akan memungkinkan siapapun untuk melakukan validasi silang atas data tersebut dan kemungkinan besar dapat memberikan sumbangan penting bagi pengembangan sistem pengawasan, pelaporan dan pengesahan bagi Indonesia. Tampilan layar dari antarmuka basis data pada web tersebut dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Antarmuka grafis berbasis web dari basis data NFI yang digabung di atas Google Maps. Platform ini digunakan sebagai piranti analisa dan penyimpanan data.

Rujukan

- Basuki TM, van Laake PE, Skidmore AK, Hussin YA. 2009. Allometric equations for estimating the above-ground biomass in tropical lowland Dipterocarp forests. *Forest Ecology and Management* 257: 1684–1694.
- Brown S, Gillespie A, Lugo AE. 1989. Biomass estimation methods for tropical forests with applications to forest inventory data. *Forest Science* 35: 881–902.
- Chave J, Andalo C, Brown S, Cairns MA, Chambers JQ, Eamus D, Folster H, Fromard F, Higuchi N, Kira T, Lescure JP, Nelson BW, 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.
- Clark DB, Clark DA. 2000. Landscape-scale variation in forest structure and biomass in a tropical rain forest. *Forest Ecology and Management* 137: 185–198.
- [DirjenInven] Direktorat Jenderal Inventarisasi dan Tata Guna Hutan. 1992. *Langkah langkah prosedur sampling lapangan untuk proyek inventarisasi hutan nasional* (Procedural steps for field sampling for the national forest inventory project). Jakarta: Departemen Kehutanan, Republic of Indonesia. UTF/INS/066/INS: National Forest Inventory.
- Ketterings QM, Coe R, van Noordwijk M, Ambagau Y, Palm CA. 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.
- Hairiah K, Hamid A, Widiyanto, Kurniawan S, Wicaksono KS, Sari RR, Lestariningsih ID, Lestari ND. 2010. Potensi kawasan Tahura R. Soerjo sebagai penambat dan penyimpanan karbon (Potential of the R. Soerjo People's Forest Park for carbon storage). Malang, Indonesia: Faculty of Forestry, Universitas Brawijaya.
- [WWF] World Wildlife Fund. 2000. *Global eco-region map*. Gland, Switzerland: World Wildlife Fund. Available from http://wwf.panda.org/about_our_earth/ecoregions/maps. Diakses pada 6 December 2010.

Sangkalan

Pendapat yang disampaikan dalam terbitan ini merupakan pendapat para penulis dan belum tentu sejalan dengan pandangan organisasi-organisasi yang tersebut di dalamnya.

ALLREDDI

Akuntabilitas dan Inisiatif Tingkat Lokal untuk Mengurangi Emisi dari Penebangan dan Perusakan Hutan (*Accountability and Local Level Initiative to Reduce Emission from Deforestation and Degradation - ALLREDDI*) adalah proyek penelitian yang didanai oleh Uni Eropa dan dilaksanakan secara bersama oleh World Agroforestry Centre dan Badan Planologi Kehutanan serta melibatkan kemitraan dengan Universitas Brawijaya dan Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Garis besar tujuan proyek penelitian ini adalah untuk membantu Indonesia mempertanggungjawabkan emisi gas rumah kaca berbasis penggunaan lahan dan mempersiapkan diri bagi insentif ekonomi internasional 'REDD' untuk penurunan emisi melalui pengambilan keputusan di tingkat lokal dan nasional.

Ada beberapa tujuan spesifik yang diharapkan dapat tercapai dalam implementasi tiga tahun ALLREDDI (2009–2012).

- Mengembangkan sistem penghitungan karbon nasional yang sesuai dengan petunjuk *Intergovernmental Panel on Climate Change* Tingkat 3 dalam konteks pertanian, kehutanan dan penggunaan lahan lainnya, agar dapat melengkapi dan memaksimalkan usaha-usaha yang sekarang sedang dilakukan
- Memperkokoh kemampuan nasional dan sub-nasional dalam penghitungan dan pengawasan karbon
- Merancang mekanisme operasional dalam lima tatanan untuk REDD

Ucapan terima kasih

Ucapan terima kasih kepada M. Thoha Zulkarnain, Nur Ikhwan Khusaini, Dwi Astuti Sayekty dan Zuraidah Said atas bantuan dalam proses interpretasi citra dan Jusupta Tarigan atas sumbangan diskusi dan umpan balik yang diberikan.

Sitasi

Harja D, Dewi S, Heryawan FX, van Noordwijk M. 2012. Perkiraan cadangan karbon hutan berbasis data Inventarisasi Hutan Nasional. Brief No 30. Bogor, Indonesia. World Agroforestry Centre - ICRAF, SEA Regional Office. 8p.

Untuk informasi lebih lengkap silakan hubungi:
Degi Harja (d.harja@cgiar.org)



World Agroforestry Centre – ICRAF
Jl. CIFOR, Situ Gede, Sindang Barang, Bogor 16115
PO Box 161, Bogor 16001, Indonesia
Tel: +62 251 8625415; Fax: +62 251 8625416
www.worldagroforestrycentre.org/sea

Layout: Sadewa