



JURNAL HUTAN TROPIS

Berkala Ilmiah Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Kehutanan

DAFTAR ISI

SIFAT MEKANIS BAMBU BETUNG (<i>Dendrocalamus asper</i>) Fengky S. Yoresta	185-189
MODEL PENENTUAN DAERAH RESAPAN AIR KOTA BANJARBARU PROVINSI KALIMANTAN SELATAN MENGGUNAKAN APLIKASI SISTEM INFORMASI GEOGRAFI Muhammad Ruslan, Syama'ani, Basuki Rahmad, M. Hardimansyah	190-199
EFEKTIVITAS IMPLEMENTASI KEBIJAKAN HTR DI KALIMANTAN SELATAN Rachman Effendi dan Kushartati Budiningsih	200-207
PENGARUH PUPUK NPK MUTIARA TERHADAP PERTUMBUHAN ANAKAN TANAMAN TANJUNG (<i>Mimusops elengi L</i>) DI SEED HOUSE FAKULTAS KEHUTANAN UNLAM BANJARBARU Ahmad Yamani, Sulaiman Bakri, Asmuri Achmad, dan Normela Rachmawati	208-214
ANALISIS KONDISI SOSIAL EKONOMI MASYARAKAT DI SEKITAR KAWASAN HUTAN DENGAN TUJUAN KHUSUS (KHDTK) SENARU DENGAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN PARTISIPATIF Andi Chairil Ichsan, RF Silamon, H Anwar, B Setiawan	215-220
ESTIMASI CADANGAN KARBON DAN EMISI KARBON DI SUB-SUB DAS AMANDIT Abdi Fithria dan Syam'ani	221-230
PERFORMAN TEGAKAN HTI AKASIA DAUN LEBAR PADA BERBAGAI ROTASI TANAM Ervayenri dan Sri Rahayu Prastyaningsih	231-235
POTENSI PRODUKSI DAUN DAN MINYAK KAYU PUTIH JENIS <i>Asteromyrtus symphyocarpa</i> DI TAMAN NASIONAL WASUR Mohamad Siarudin, Aji Winara, Yonky Indrajaya, Edy Junaidi, dan Ary Widiyanto	236-241
KONTRIBUSI SISTEM AGROFORESTRI TERHADAP CADANGAN KARBON DI HULU DAS KALI BEKASI Wahyu Catur Adinugroho, Andry Indrawan, Supriyanto, dan Hadi Susilo Arifin	242-249
PENINGKATAN BOBOT ISI TANAH GAMBUT AKIBAT PEMANENAN KAYU DI LAHAN GAMBUT Yuniawati dan Sona Suhartana	250-256
ANALISIS SALURAN PEMASARAN KULIT KAYU MANIS (<i>Cinnamomum burmannii</i>) DI KECAMATAN LOKSADO KALIMANTAN SELATAN Arfa Agustina Rezekiah, Muhammad Helmi, dan Lolyta	257-263
MODEL ALTERNATIF PERENCANAAN PENGEMBANGAN WISATA ALAM DALAM KAWASAN HUTAN DI KABUPATEN MALANG Hilda Nuzulul Fatma, Sarwono, dan Suryadi	264-273

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih dan penghargaan diberikan kepada para penelaah yang telah berkenan menjadi Mitra Bestari pada Jurnal Hutan Tropis Volume 1 No. 2 yaitu:

Prof. Dr. Hj. Nina Mindawati, MS.
(Puslitbang Produktivitas Hutan, Kementerian Kehutanan)

Prof.Dr.Ir. Wahyu Andayani,M.Sc
(Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada)

Dr. Ir. Ahmad Kurnain, M.Sc.
(Fakultas Pertanian Unlam)

Dr.Ir.Leti Sundawati,M.Sc
(Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor)

Prof. Dr. Ir. Syukur Umar, DESS
(Fakultas Kehutanan Universitas Tadulako)

Prof. Dr. Ir. Baharuddin Mappangaja, M.Sc.
(Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin)

Prof.Dr.Ir.H.M.Ruslan,M.S
(Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat)

Dr. Ir. Satria Astana, M.Sc.
(Puslitbang Perubahan Iklim dan Kebijakan, Kementerian Kehutanan)

Dr.Ir. Didik Suharjito, MS
(Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor)

Dr. Ir. Kusumo Nugroho, MS
(Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian)

Dr.Ir. Cahyono Agus Dwikoranto, M.Agr.
(Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada)

Dr.Ir. Naresworo Nugroho, MS
(Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor)

Prof.Dr.Ir.Sipon Muladi
(Fakultas Kehutanan, Universitas Mulawarman)

Prof. Dr. Ir, Djamal Sanusi
(Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin)

Dr. Sc. Agr. Yusran, S.P., M.P
(Fakultas Kehutanan Universitas Tadulako)

Dr.Ir.Hj. Darni Subari,M.S
(Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat)

KATA PENGANTAR

Salam Rimawan,

Jurnal Hutan Tropis Volume 1 Nomor 3 Edisi November 2013 kali ini menyajikan 12 buah artikel ilmiah hasil penelitian di bidang teknologi hasil hutan, manajemen hutan dan budidaya hutan.

Fengky S. Yoresta. Hasil penelitian menunjukkan bahwa posisi kulit bambu mempengaruhi nilai MOE dan MOR. Bambu dengan posisi kulit di serat atas/daerah tekan cenderung memiliki nilai MOE dan MOR lebih tinggi dibandingkan bambu dengan posisi kulit di serat bawah/daerah tarik. Bambu dengan posisi kulit di serat atas memiliki nilai MOE = 62118,90 kg/cm² dan MOR = 826,36 kg/cm², sedangkan bambu dengan posisi kulit di serat bawah memiliki nilai MOE = 51563,20 kg/cm² dan MOR = 633,38 kg/cm². Kekuatan tarik sejajar serat bambu diperoleh sebesar 2309,00 kg/cm².

Muhammad Ruslan, dkk. Hasil penelitian menunjukkan resapan air di Kota Banjarbaru dalam kondisi baik (80%), sementara yang sudah dalam kondisi sangat kritis (20%). Secara keseluruhan, zona resapan air Kota Banjarbaru dapat diklasifikasikan menjadi zona prioritas I sebesar 22,99%, zona prioritas II sebesar 13,90%, kemudian dan zona prioritas III sampai dengan V (5,13%) sedangkan 57,96% tidak diprioritaskan sebagai zona resapan air.

Rachman Effendi dan Kushartati Budiningsih. Perkembangan terkini dari 6 kabupaten yang mengimplementasi HTR di Kalimantan Selatan bervariasi yakni pengelola HTR (Koperasi) di Kabupaten Tanah Laut dan Tanah Bumbu sudah mendapatkan IUPHHK-HTR, pengelola mandiri di Kabupaten Tabalong masih menunggu pertimbangan teknis dari BP2HP, Kabupaten Banjar sudah melewati tahap permohonan IUPHHK-HTR, Kabupaten Hulu Sungai Selatan masih dalam tahap pengusulan pencadangan areal yang kedua dan Kabupaten Kotabaru baru melewati tahap pencadangan

areal HTR

Ahmad Yamani, dkk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan pupuk NPK Mutiara berpengaruh sangat signifikan terhadap rata-rata pertambahan tinggi dan diameter batang anakan tanjung. Sedangkan pemberian pupuk NPK tidak berpengaruh secara signifikan terhadap rata-rata pertambahan jumlah daun anakan tanjung. Direkomendasikan bahwa penggunaan pupuk NPK dengan dosis 5 gram (perlakuan B) untuk meningkatkan pertumbuhan tinggi dan diameter batang anakan tanjung.

Andi Chairil Ichsan, dkk. Pola interkasi masyarakat desa senaru dibangun dengan menggunakan pendekatan agroforestry, hal ini dapat dilihat dari bentuk penggunaan lahan yang memadukan berbagai jenis tanaman, baik tanaman hutan dengan tanaman MPTS yang lebih produktif dalam suatu areal garapan. Dengan harapan bahwa pola-pola ini dapat memberikan nilai ekonomi lebih bagi mereka. Meskipun demikian permasalahan juga tidak lepas dari kehidupan masyarakat desa senaru, mulai dari konflik sumberdaya hutan, sampai pada keterbatasan kapasitas dan SDM dalam mengelola lahan garapan.

Abdi Fithria dan Syam'ani. Berdasarkan hasil estimasi emisi karbon terlihat bahwa cadangan karbon di Sub-sub DAS Amandit pada periode tahun 1992, 2000 dan 2010 mengalami penurunan. Yakni dari 8.041.050,28 ton pada tahun 1992, menjadi 7.176.139,49 ton pada tahun 2000, dan hanya tersisa 4.476.645,10 ton pada tahun 2010. Ternyata menunjukkan bahwa emisi karbon di Sub-sub DAS Amandit terus turun hingga tahun 2050.

Ervayenri dan Sri Rahayu Prastyaningsih. Performan tegakan HTI *Acacia mangium* diameter terbesar pada rotasi tanam V (0,24 meter), pertumbuhan tinggi pada rotasi tanam III adalah 19,62 m (tinggi total)

dan 10,99 (tinggi bebas cabang).Lbds tertinggi pada rotasi tanam V (046 m²) potensi volume tertinggi pada rotasi tanam III yaitu 0,579 m³ (volume tinggi total) dan 0,316 m³ (volume tinggi bebas cabang). Lebar tajuk ideal pada rotasi tanam III (3,9 m) sedangkan nilai kerusakan terbesar pada rotasi tanam ke II (10%). Tumbuhan bawah yang dijumpai yaitu paku-pakuan sebanyak 6 jenis dan golongan rumput-rumputan sebanyak 2 jenis.

Mohamad Siarudin, dkk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat tiang memiliki produksi daun kayu putih per pohon tertinggi dibanding tingkat pertumbuhan lainnya. Ketersediaan jenis *A. symphyocarpa* yang paling potensial untuk dipanen daunnya pada saat ini ada di tingkat pancang dan tiang berdasarkan kelimpahan di alam dan produksi daun per individu. Perkiraan total potensi produksi daun kayu putih jenis *A. symphyocarpa* di TN Wasur saat ini adalah 15.139,8 ton. Rata-rata potensi minyak kayu putih dari jenis *A. symphyocarpa* adalah 17,21 liter/ha atau total seluruh kawasan TN Nasional Wasur saat ini mencapai 402.450,45 liter.

Wahyu Catur Adinugroho, dkk. Hasil analisis vegetasi menunjukkan bahwa tingkat keragaman Shannon pada lokasi penelitian adalah rendah sampai menengah. Beberapa jenis vegetasi yang ada teridentifikasi memiliki kemampuan tinggi dalam menyerap karbon sehingga berpotensi untuk meningkatkan cadangan karbon dan konservasi keanekaragaman hayati. Hasil analisa struktur tegakan pada sistem agroforestri (Kebun campuran) di Hulu DAS Kali Bekasi menunjukkan struktur tegakan yang menyerupai struktur hutan alam. Kebun campuran menghasilkan 62,34 tonsC / ha cadangan karbon atau setara dengan 228,79 ton CO₂-eq/ha. Cadangan karbon dalam sistem agroforestry (Kebun campuran) sangat dipengaruhi oleh luas bidang dasar tegakan tetapi meskipun demikian kerapatan tegakan dan keragaman spesies memiliki korelasi rendah dengan cadangan karbon

Yuniawati dan Sona Suhartana Hasil penelitian menunjukkan bahwa : (1). Rata-rata kadar air pada kondisi tanah gambut umur tegakan 2,3,4,5 dan 0 tahun masing-masing yaitu 602,978%, 734,850%, 415,708%,

364,478% dan 291,118%; (2).Rata-rata bobot isi pada kondisi tanah gambut umur tegakan 2,3,4,5 dan 0 tahun masing-masing yaitu 0,173 gr/cm³, 0,164gr/cm³, 0,155gr/cm³, 0,158 gr/cm³ dan 0,177 gr/cm³; (3). Tingginya rata-rata bobot isi pada areal lahan gambut pada umur tegakan 0 tahun (setelah pemanenan kayu) mengindikasikan tingginya pemadatan tanah; dan (4). Hasil uji t menunjukkan bahwa $t_{hitung} = 28,723 > t_{tabel} = 2,069$ artinya tolak Ho yaitu ada perbedaan bobot isi tanah gambut pada kegiatan sebelum pemanenan kayu (umur tegakan 2,3,4 dan 5 tahun) dan sesudah pemanenan kay(uumur tegakan 0 tahun)

Arfa Agustina Rezekiah, dkk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa saluran pemasaran untuk kayu manis di Kecamatan Loksado ada 4 pola yaitu: (1) Petani-Konsumen (2) Petani-Pengumpul-Pedagang-Konsumen (3) Petani-Pengumpul-Pedagang Besar-Konsumen (4) Petani-Pengumpul-Pedagang Besar-Pedagang Kecil-Konsumen. Secara keseluruhan saluran pemasaran kayu manis adalah efisien. Jika ditinjau dari sudut pandang petani maka pola 1 (Petani – Konsumen) adalah yang lebih efisien karena petani mendapatkan keuntungan yang lebih banyak, dan jika ditinjau dari sudut pandang lembaga pemasaran maka pola 2 (Petani – Pengumpul – Pedagang (Kandangan) – Konsumen) yang lebih efisien.

Hilda Nuzulul Fatma, dkk. Perencanaan pengembangan wisata alam dalam kawasan hutan di wilayah Kabupaten Malang yang difasilitasi oleh beberapa rencana yang mendukung pengembangan wisata alam dalam kawasan hutan masih sektoral, baik perencanaan maupun pelaksanaan dilaksanakan sendiri-sendiri oleh pemangku kepentingan. Karena masih sektoral, maka koordinasi belum terbangun, masih belum melibatkan masyarakat secara luas dan belum memanfaatkan potensi lokal sebagai pendukung wisata alam.

Semoga hasil penelitian tersebut dapat menjadi pengetahuan yang bermanfaat bagi pembaca untuk dikembangkan di kemudian hari. Selamat Membaca.

Banjarbaru, November 2013

Redaksi

**KONTRIBUSI SISTEM AGROFORESTRI
TERHADAP CADANGAN KARBON DI HULU DAS KALI BEKASI**
*Contribution of Agroforestry System to Carbon Stocks
in The Upstream Watershed of Kali Bekasi*

**Wahyu Catur Adinugroho^{1)*}, Andry Indrawan²⁾, Supriyanto²⁾, dan
Hadi Susilo Arifin³⁾**

1. Pusat Litbang Konservasi dan Rehabilitasi, Bogor

2. Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan, IPB, Bogor

3. Departemen Arsitektur Lanskap, Fakultas Pertanian, IPB, Bogor

ABSTRACT. *This study aimed to analyze stands structure and its carbon stocks in the agroforestry system (mix-garden) as well as their correlation in the upstream watershed of Kali Bekasi. Thirty observation plots were established in the study site which were laid out on the upstream watershed representing upper, middle and lower parts of the site. Estimation of carbon stocks was done by using non-destructive sampling method using the existing allometric equations. The results of vegetation analysis showed that the level of Shannon-index was low until medium. These species were identified to have high carbon sinks which is potential to increase carbon stocks and biodiversity conservation. Stand structure analyzing in the agroforestry system (mix-garden) in the upstream watershed of Kali Bekasi was found closely to natural forest structure. It produced 62,34 tons C/ha carbon stock or equivalent to 228,79 tons CO₂-eq/ha of CO₂ uptake. Carbon stocks in agroforestry system (mix-garden) were highly related to the basal areas but stand density and species diversity has lower correlation to carbon stocks.*

Key words: *the upstream watershed of Kali Bekasi, agroforestry system (mix-garden), stands structure, carbon stocks, correlation*

ABSTRAK. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis struktur tegakan dan cadangan karbon pada sistem agroforestri (kebun campuran) serta korelasinya di Hulu DAS Kali Bekasi. Tiga puluh plot pengamatan dibuat pada lokasi penelitian yang diletakkan pada bagian Hulu DAS yang mewakili bagian atas, tengah dan bawah dari wilayah hulu. Estimasi cadangan karbon dilakukan dengan menggunakan metode non - destruktif yaitu menggunakan persamaan alometrik yang telah dikembangkan. Hasil analisis vegetasi menunjukkan bahwa tingkat keragaman Shannon pada lokasi penelitian adalah rendah sampai menengah. Beberapa jenis vegetasi yang ada teridentifikasi memiliki kemampuan tinggi dalam menyerap karbon sehingga berpotensi untuk meningkatkan cadangan karbon dan konservasi keanekaragaman hayati. Hasil analisa struktur tegakan pada sistem agroforestri (Kebun campuran) di Hulu DAS Kali Bekasi menunjukkan struktur tegakan yang menyerupai struktur hutan alam. Kebun campuran menghasilkan 62,34 tons C / ha cadangan karbon atau setara dengan 228,79 ton CO₂-eq/ha. Cadangan karbon dalam sistem agroforestri (Kebun campuran) sangat dipengaruhi oleh luas bidang dasar tegakan tetapi meskipun demikian kerapatan tegakan dan keragaman spesies memiliki korelasi rendah dengan cadangan karbon.

Kata kunci : Hulu DAS Kali Bekasi, sistem agroforestri (Kebun campuran), struktur tegakan, cadangan karbon, korelasi

Penulis untuk korespondensi, surel:wahyuk2001@yahoo.com

PENDAHULUAN

Sistem agroforestri merupakan sistem pengelolaan lahan yang mengkombinasikan tanaman pertanian dan kehutanan. Van Noorwijk *et al.* (2003) menyatakan bahwa agroforestri merupakan salah satu sistem pengelolaan hutan lestari yang berpotensi untuk dikembangkan. Agroforestri mempunyai kontribusi terhadap kualitas kondisi ekologis setempat. Secara ekologis, vegetasi yang ada juga berfungsi sebagai pengendali iklim. Tanaman seluas 1 ha dapat memproduksi oksigen sebanyak 600kg/hari, menyerap karbondioksida sebanyak 900 kg/hari, menyaring debu sampai 85% serta dapat menurunkan suhu sampai 4°C (Joachim *et al.* yang diacu oleh Frick dan Suskiyatno, 1998). Peran vegetasi sebagai penyerap karbondioksida menjadi bagian penting saat ini dalam rangka mengatasi pemanasan global yang disebabkan meningkatnya kadar gas rumah kaca terutama karbondioksida di atmosfer. Sehingga keberadaan vegetasi yang mampu menyerap karbondioksida dalam suatu lanskap ini diperlukan untuk menciptakan masyarakat rendah karbon (*low carbon society*) serta perlu mendapat apresiasi sebagai salah satu jasa lingkungan.

Kebun campuran merupakan salah satu sistem agroforestri yang telah lama dijumpai di Indonesia. Keberadaan tanaman keras/berkayu pada sistem agroforestri akan memberikan kontribusi yang besar terhadap cadangan karbon, meskipun tanaman pertanian juga memberikan kontribusi terhadap cadangan karbon tetapi kontribusi sangat kecil dan tersimpan hanya dalam waktu sebentar. Ditengah menurunnya kualitas hutan dan semakin meningkatnya kesadaran masyarakat untuk menanam maka keberadaan sistem agroforestri pada private area berpotensi besar untuk mendukung fungsi kawasan lindung/konservasi yang ada. Pada studi kasus di Hulu DAS Kali Bekasi akan dianalisis daya dukung sistem agroforestri (kebun campuran) terhadap kawasan konservasi TWA Gunung Pancar terkait dengan fungsinya sebagai karbon sequester. Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk :

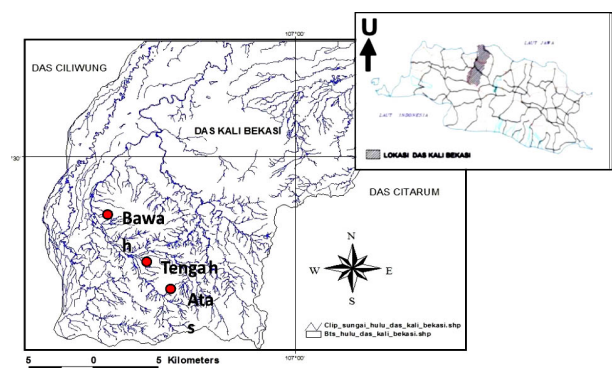
- 1) menganalisis struktur tegakan pada sistem agroforestri di Hulu DAS Kali Bekasi,
- 2) menganalisis cadangan karbon pohon pada sistem agroforestri di Hulu DAS

Kali Bekasi, 3) menganalisis korelasi cadangan karbon pohondengan struktur tegakan.

METODE PENELITIAN

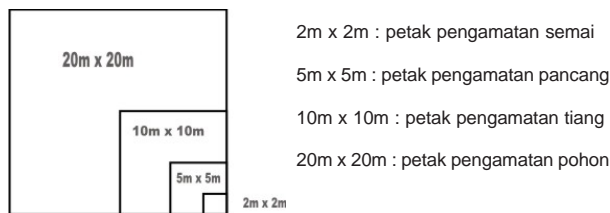
Penelitian dilaksanakan di daerah Hulu DAS Kali Bekasi yang secara administratif pemerintahan sebagian besar termasuk ke dalam wilayah Kabupaten Bogor dan secara geografis berada pada 106°49'00" sampai 107°07'00" BT dan 06°26'00" sampai 06°41'00" LS (Gambar 1). Bahan-bahan serta peralatan yang digunakan selama pelaksanaan penelitian antara lain peta rupa bumi, GPS, kompas, phiband, meteran dan kamera. Sampling dilakukan berdasarkan perbedaan ketinggian, yaitu atas (>600 mdl), tengah (300-600 mdpl), dan bawah (<300 mdpl), keterwakilan penutupan lahan oleh vegetasi pohon pada sistem agroforestridan keterjangkauan lokasi serta terintegrasinya kegiatan penelitian dengan aspek penelitian lainnya. Sehingga lokasi pengamatan yang memenuhi kriteriatersebut adalah berada di Kampung Cimandala (atas), Landeuh (tengah) serta Leuwijambe (bawah).

Total 30 plot pengamatan dibuat pada kebun campuran yang tersebar pada 3 perwakilan kampung. Petak pengamatan dibuat berupa petak kuadrat (Gambar 2). Pengumpulan data meliputi pengukuran diameter setinggi dada (1,3 m), pendataan jenis dan jumlah pohon pada plot sampling. Pengumpulan data tegakan ini diperlukan untuk kegiatan analisis vegetasi dan juga untuk penentuan biomassa pohon pada skala plot.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian di Hulu DAS Kali Bekasi

Figure 1. Map of study sites in the in the Upstream Watershed of Kali Bekasi



Gambar 2. Bentuk Plot Sampling Petak Kuadrat
 Figure 2. The shape of squareplot sampling

Struktur dan Keanekaragaman Jenis

Kegiatan analisis vegetasi dilakukan dalam petak-petak contoh kuadrat yang disesuaikan dengan tingkatan pertumbuhan vegetasi untuk mengetahui struktur tegakan (kerapatan, luas bidang dasar, Indeks Nilai Penting atau INP) dan kualitas tegakan. Analisis kerapatan, frekuensi, dominasi dan INP untuk setiap jenis tumbuhan, perhitungannya dilakukan dengan menggunakan rumus dan prosedur yang terdapat dalam Soerianegara dan Indrawan (2008). Secara kuantitatif, gambaran kualitas tegakan dapat dilihat berdasarkan indeks kekayaan, indeks keanekaragaman dan indeks dominansi. Perhitungannya dilakukan berdasarkan Indeks Shannon (H'), Indeks kekayaan Margalef (R) dan Indeks Simpson (C) (Whittaker, 1975)

Dalam hal ini diharapkan diketahui struktur dan keanekaragaman jenis di tegakan sistem agroforestri.

Cadangan Karbon Pohon

Penentuan biomassa pohon dilakukan dengan metode *non destructive sampling*, yaitu menggunakan beberapa persamaan alometrik spesifik yang telah tersedia dalam Hairiah *et al.* (2001), Adinugroho (2002), Rusolono (2006), Hendra (2002), Brown (1997) dan Chave *et al.* (2005). Metode ini merupakan salah satu metode yang dapat dilakukan dalam pendugaan biomassa pohon tanpa menyebabkan kerusakan pohon (Brown, 1997; Hairiah & Rahayu, 2007). Cadangan karbon dihitung dengan menggunakan pendekatan biomassa, cadangan karbon yang tersimpan dalam bentuk biomassa dapat diketahui dengan mengalikan biomassa dengan konstanta fraksi karbon dari biomassa tersebut, yaitu sebesar 0,50 (0,44-0,55) (IPCC, 2006). Serapan CO_2 dihitung dengan menggunakan perbandingan massa molekul relatif CO_2 (44) dan massa atom relatif C (12) yaitu serapan $CO_2 = 3,67 \times$ cadangan karbon. Dalam hal ini diharapkan diperoleh potensi cadangan karbon di tegakan sistem agroforestri.

Korelasi Cadangan Karbon Pohon dengan Struktur Tegakan

Korelasi cadangan karbon pohon dengan dimensi struktur tegakan (kerapatan, luas bidang dasar dan keanekaragaman jenis) dilakukan dengan menggunakan uji korelasi Pearson. Dalam hal ini diharapkan diperoleh parameter penting untuk menduga cadangan karbon yang lebih praktis pada suatu tegakan agroforestri.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Struktur dan Keanekaragaman Jenis

Struktur tegakan agroforestri di Hulu DAS Kali Bekasi yang dipelajari adalah struktur komposisi jenis dan strata tegakan. Hasil pengamatan struktur komposisi jenis di tiga lokasi kebun campuran di wilayah hulu DAS Kali Bekasi ditemukan 51 jenis vegetasi yang tergolong kedalam 27 famili. Kebun campuran di wilayah hulu DAS Kali Bekasi bagian bawah (Leuwijambe) memiliki jumlah jenis yang paling banyak (37 jenis) dibandingkan dengan kebun campuran di wilayah hulu DAS Kali Bekasi bagian atas (26 jenis) dan tengah (21 jenis). Beberapa jenis tanaman buah-buahan yang ditemukan di lokasi penelitian masih dapat ditemukan tanaman buah lokal yang mulai jarang dijumpai di pasar buah karena kalah bersaing dengan buah impor, seperti alkesah (*Pouteria campechiana*), kemang (*Mangifera kemanga*), kecapi (*Sandoricum koetjape*), kokosan (*Lansium aquaeum*), kupa/gowok (*Syzygium polycephalum*), manggis (*Garcinia mangostana*), menteng (*Baccaurea motleyana*) dan sawo (*Achras zapota*).

Berdasarkan struktur horisontal dibandingkan wilayah lainnya, kebun campuran di wilayah Leuwijambe dengan ketinggian 200 mdpl memiliki kondisi tegakan tingkat pohon yang lebih rapat dengan rata-rata diameter 27,89cm. Luas bidang dasar tegakan kebun campuran pada bagian bawah mempunyai nilai paling besar (29,44 m^2/ha), semakin tinggi lokasi kebun campuran mempunyai luas bidang dasar yang semakin kecil. Rata-rata dimensi tegakan yang menggambarkan struktur horisontal tegakan kebun campuran di Hulu DAS Kali Bekasi dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Kerapatan, diameter rata-rata dan luas bidang dasar tegakankebun campuran pada tiap lokasi pengamatan di Hulu DAS Kali Bekasi
 Table 1. Density, mean diameter and basal area of mix-garden stands in each observation sites in the upstream watershed of Kali Bekasi

Lokasi dan Tinggi tempat	Tingkat pertumbuhan	Kerapatan (ind/ha)	Diameter rata-rata (cm)	Luas Bidang Dasar (m ² /ha)
Cimandala (600 mdpl)	semai	4.688	-	-
	pancang	900	5,02	2,20
	tiang	325	12,83	4,37
	pohon	103	31,24	9,78
	Total	6.016	-	16,35
Landeuh (280 mdpl)	semai	17.857	-	-
	pancang	2.457	5,13	6,49
	tiang	543	14,17	8,80
	pohon	186	24,37	9,26
	Total	21.043	-	24,55
Leuwijambe (200 mdpl)	semai	4.444	-	-
	pancang	2.889	3,79	4,95
	tiang	589	14,43	9,94
	pohon	222	27,89	14,55
	Total	8.144	-	29,44

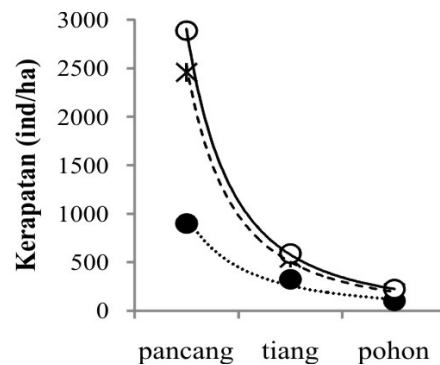
Bentuk struktur tegakan horisontal kebun campuran cenderung mengarah mendekati bentuk sebaran huruf J-terbalik (eksponensial negatif)(Gambar 3). Bentuk struktur tegakan seperti ini lazim ditemukan pada tegakan hutan tidak seumur atau hutan alam. Struktur tegakan pada Gambar 3 tersebut menunjukkan bahwa pancang yang menyusun kebun campuran cenderung lebih rapat dibandingkan dengan tiang dan pohon. Struktur horisontal tegakan kebun campuran Landeuh dan Leuwijambe mempunyai bentuk yang hampir sama, dimana cenderung memiliki tegakan berukuran kecil (pancang) yang lebih banyak dibandingkan Cimandala. Hal ini dapat dijelaskan karena kebun campuran di Landeuh dan Leuwijambe tidak dikelola secara intensif dengan membiarkan banyaknya permudaan alami, termasuk tunas trubusan yang tumbuh menjadi pancang atau juga petani berusaha mengoptimalkan ruang tumbuh yang tersedia dengan cara menanam berbagai jenis tanaman.

Tanaman pertanian umumnya berada di strata bawah sedangkan strata atas didominasi tanaman buah-buahan dan kayu. Secara detail jenis vegetasi dengan INP tertinggi yang menggambarkan peranan jenis tersebut pada lokasi pengamatan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tegakan kebun campuran pada tingkat pohon memiliki kekayaan jenis (R) dan keanekaragaman jenis (H') yang tinggi dibandingkan tingkat pertumbuhan lainnya, namun sebaliknya memiliki tingkat dominasi jenis (C) yang rendah (Tabel 3). Kondisi yang terjadi tersebut dapat dijelaskan bahwa para petani mengkom-

binasikan banyak jenis tanaman pada strata atas (pohon) tetapi jumlah yang ditanam jumlahnya lebih sedikit dibandingkan tanaman yang berdiameter kecil (pancang dan tiang), sehingga pada tingkat pohon dominasi suatu jenis adalah rendah. Kebun campuran di hulu DAS Kali Bekasi bagian atas (Cimandala) cenderung memiliki indeks kekayaan jenis (R) yang lebih tinggi (4,29) dibanding hulu DAS Kali Bekasi bagian tengah dan bawah.

Kondisi struktur tegakan dan keanekaragaman jenis tegakan tersebut akan mempengaruhi potensi cadangan karbon yang dihasilkan oleh tegakan tersebut.



Gambar 3. Kerapatan tegakan kebun campuran padatiap kelas diameter pertumbuhan di Hulu DAS Kali Bekasi

Figure 3. Stand density of mix-garden in each diameter growth class in the upstream watershed of Kali Bekasi

Tabel 2. Jenis vegetasi dengan INP tertinggi pada tiap tingkat pertumbuhan di Hulu DAS Kali Bekasi

Table 2. Vegetation with the highest IVI at each level of growth in the upstream watershed of Kali Bekasi

Lokasi	Tingkat Pertumbuhan	Jenis Vegetasi dengan INP Tertinggi*
Cimandala (600mdpl)	Semai	<i>Lansium domesticum</i> (81,90), <i>Mangifera kemanga</i> (27,62), <i>Musa spp.</i> (27,62)
	Pancang	<i>Musa spp.</i> (46,52), <i>Lansium domesticum</i> (36,21), <i>Pangium edule</i> (34,72), <i>Melia azedarach</i> (32,47), <i>Maesopsis eminii</i> (30,42)
	Tiang	<i>Musa spp.</i> (117,47), <i>Maesopsis eminii</i> (31,26), <i>Evodia aromatica</i> (23,42), <i>Lansium aquaeum</i> (22,94)
	Pohon	<i>Pangium edule</i> (84,93), <i>Durio zibethinus</i> (34,21), <i>Musa spp.</i> (28,92), <i>Lansium aquaeum</i> (25,71), <i>Evodia aromatica</i> (21,86)
Landeuh (280mdpl)	Semai	<i>Coffea sp.</i> (72,67), <i>Paraserianthes falcataria</i> (32,67)
	Pancang	<i>Musa spp.</i> (124,00), <i>Paraserianthes falcataria</i> (41,35), <i>Manihot esculenta</i> (24,77), <i>Mangifera indica</i> (24,30)
	Tiang	<i>Musa spp.</i> (147,65), <i>Paraserianthes falcataria</i> (71,06), <i>Nephelium lappaceum</i> (34,20)
	Pohon	<i>Paraserianthes falcataria</i> (70,29), <i>Nephelium lappaceum</i> (64,23), <i>Musa spp.</i> (49,41), <i>Cocos nucifera</i> (40,36)
Leuwijambe (200mdpl)	Semai	<i>Nephelium lappaceum</i> (37,50), <i>Musa spp.</i> (37,50), <i>Coffea sp.</i> (25,00)
	Pancang	<i>Musa spp.</i> (82,14), <i>Nephelium lappaceum</i> (28,77), <i>Coffea sp.</i> (24,77), <i>Manihot esculenta</i> (23,22), <i>Maesopsis eminii</i> (23,11), <i>Melia azedarach</i> (23,02)
	Tiang	<i>Musa spp.</i> (123,77), <i>Nephelium lappaceum</i> (27,10), <i>Durio zibethinus</i> (22,47), <i>Gnetum gnemon</i> (21,61), <i>Maesopsis eminii</i> (20,89)
	Pohon	<i>Musa spp.</i> (36,50), <i>Nephelium lappaceum</i> (36,10), <i>Baccaurea molleyana</i> (31,23), <i>Maesopsis eminii</i> (25,90), <i>Cocos nucifera</i> (23,62), <i>Sandoricum koetjape</i> (20,92)

*Urutan didasarkan pada nilai INP

Tabel 3. Indeks kekayaan jenis (R), indeks diversitas Shannon (H') dan Indeks dominansi (C) pada lokasi pengamatan kebun campuran di Hulu DAS Kali Bekasi

Table 3. Index of species richness (R), Shannon diversity index (H') and dominance index (C) at the location of mix-garden in the upstream watershed of Kali Bekasi

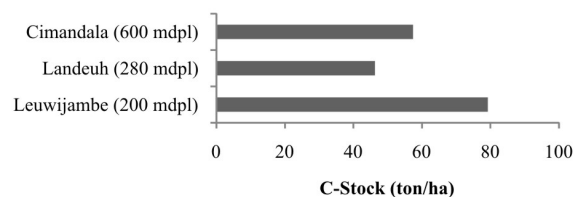
Lokasi	Tingkat Pertumbuhan	R	H'	C
Cimandala (600mdpl)	semai	1,85	1,62	0,24
	pancang	3,46	2,34	0,10
	tiang	3,38	2,09	0,19
	pohon	4,29	2,43	0,13
Landeuh (280mdpl)	semai	2,30	2,00	0,19
	pancang	2,92	1,99	0,21
	tiang	1,65	1,44	0,32
	pohon	2,78	2,09	0,15
Leuwijambe (200mdpl)	semai	3,61	2,27	0,12
	pancang	4,07	2,49	0,12
	tiang	2,77	2,04	0,21
	pohon	4,11	2,75	0,07

Cadangan Karbon Pohon

Keberadaan tanaman keras/berkayu pada sistem kebun campuran memberikan kontribusi yang besar terhadap cadangan karbon, meskipun tanaman pertanian juga memberikan kontribusi terhadap cadangan karbon tetapi kontribusinya sangat kecil dan tersimpan hanya dalam waktu sebentar. Christanty *et al.* (1996) dalam studinya di Jawa Barat mengemukakan bahwa singkong pada umur 2-9 bulan hanya mempunyai potensi cadangan karbon sebesar 0,1422 – 3,3584 ton/ha, sedangkan gulma/tumbuhan bawah yang ditemukan pada kebun hanya mempunyai potensi cadangan karbon sebesar 0,1073-0,7407 ton/ha. Hairiah dan Rahayu (2007) juga mengemukakan bahwa pada lahan pertanian semusim mempunyai cadangan karbon yang kecil yaitu 3 ton/ha. Pada penelitian ini, kebun campuran di Hulu DAS Kali Bekasi mempunyai rata-rata cadangan karbon sebesar 62,34 ton/ha atau setara dengan serapan CO₂ sebesar 228,79 ton/ha. Rata-rata cadangan karbon pada sistem kebun campuran di Hulu DAS Kali Bekasi relatif tidak berbeda dengan cadangan karbon dari praktek agroforestri di Ciamis yang dilaporkan oleh Ginoga *et al.* (2002) yang mencapai 41,6–85,3 tonC/ha.

Cadangan karbon pada kebun campuran bervariasi tergantung komposisi dan struktur tegakan penyusun kebun campuran. Kebun campuran pada Hulu DAS Kali Bekasi bagian bawah (Leuwijambe) secara umum mempunyai potensi cadangan karbon yang lebih tinggi

(79,22 ton/ha) dibandingkan bagian tengah (Landeuh) dan atas (Cimandala) yang mempunyai cadangan karbon sebesar 46,29 ton/ha dan 57,397 ton/ha (Gambar 4).



Gambar 4. Cadangan karbon kebun campuran di Hulu DAS Kali Bekasi

Figure 4. Carbon stock at the location of mix-garden in the upstream watershed of Kali Bekasi

Uji-t rata-rata cadangan karbon pada ketiga lokasi tersebut menunjukkan bahwa rata-rata cadangan karbon di Leuwijambe tidak berbeda nyata pada tingkat kepercayaan 95% dengan di Landeuh (p-value=0,067) begitu juga dengan di Cimandala (p-value=0,302) demikian juga rata-rata cadangan karbon di Landeuh tidak berbeda nyata dengan di Cimandala (p-value=0,512). Meskipun demikian berdasarkan Gambar 4, Hulu DAS Kali Bekasi bagian bawah (Leuwijambe) mempunyai rata-rata cadangan karbon yang lebih tinggi dibandingkan bagian tengah (landeuh) dan atas (Cimandala) karena tegakandengan rata-rata diameter besar lebih banyak terdapat di Leuwijambe dan memiliki luas bidang dasar yang lebih luas dibandingkan di Landeuh dan Cimandala (Tabel 1). Selain hal tersebut proporsi tanaman kayu dibandingkan tanaman pertanian lebih besar di Leuwijambe dibandingkan Landeuh dan Cimandala, hal ini dimungkinkan karena di Landeuh dan Cimandala sebagian besar kebutuhan masyarakat tergantung pada hasil pertanian sehingga pemanfaatan ruang untuk kegiatan pertanian semusim lebih besar dibandingkan tanaman tahunan. Hal sebaliknya terjadi di Leuwijambe dimana mata pencaharian penduduk lebih beragam dan lebih modern sehingga tingkat pemanfaatan kebun campuran untuk tanaman pertanian lebih rendah, masyarakat lebih memanfaatkan kebun campuran untuk tanaman buah-buahan tahunan yang tidak memerlukan pengelolaan dan perawatan intensif. Dilihat dari pengaruh komposisi jenis dan bentuk pemanfaatan hasil yang ada, maka kebuncampuran

dengan proporsi tanaman buah-buahan berkayu yang lebih besar secara potensial cenderung akan memiliki persediaan karbon yang lebih besar dibandingkan dengan agroforestri dengan proporsi tanaman pertanian yang lebih besar. Jenis yang lebih beragam pada kebuncampuran yang mengkombinasikan pohon berkayu penghasil buah akan menunda petani untuk melakukan penebangan dalam waktu yang lebih singkat.

Daya rosot beberapa jenis tanaman yang ditemukan pada kebun campuran di Hulu DAS Kali Bekasi dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Daya rosot beberapa jenis tanaman yang ditemukan pada kebun campuran di Hulu DAS Kali Bekasi

Table 4. Rate of sinks of vegetation that are found on mix-garden in the upstream watershed of Kali Bekasi

Nama Lokal	Nama ilmiah	Daya rosot CO2 (kg/pohon/tahun)*	Klasifikasi Daya Rosot	Manfaat
Kemiri	<i>Aleurites moluccana</i> Willd.	46,89 ⁽¹⁾	rendah	kayu, buah
Lame	<i>Alstonia scholaris</i> (L.) R. Br.	3.140,00 ⁽²⁾	sangat tinggi	kayu, obat
Nangka	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lamk.	4.856,00 ⁽³⁾	sangat tinggi	kayu, buah
Menteng	<i>Baccaurea motleyana</i> Muell. Arg.	670,13 ⁽⁴⁾	tinggi	kayu, buah
Gandaria	<i>Bouea macrophylla</i> Griff.	557,00 ⁽⁵⁾	tinggi	kayu, buah
Randu	<i>Ceiba pentandra</i> Gaertn.	8.606,00 ⁽¹⁾	sangat tinggi	kayu
Pisitan	<i>Dysoxylum nutans</i> Miq.	306,14 ⁽¹⁾	agak tinggi	kayu, buah
Manggis	<i>Garcinia mangostana</i> L.	1,85 ⁽²⁾	sangat rendah	kayu, buah
Melinjo	<i>Gnetum gnemon</i> L.	1,20 ⁽²⁾	sangat rendah	kayu, buah, daun
Duku	<i>Lansium domesticum</i> Jack	429,00 ⁽⁵⁾	agak tinggi	kayu, buah
Limus	<i>Mangifera foetida</i> Lour.	638,00 ⁽⁵⁾	tinggi	kayu, buah
Mangga	<i>Mangifera indica</i> Blume	445,30 ⁽⁷⁾	agak tinggi	kayu, buah
Rambutan	<i>Nephelium lappaceum</i> L.	0,20 ⁽⁵⁾	sangat rendah	kayu, buah
Jengkol	<i>Pithecellobium jiringa</i> (Jack) Prain	0,67 ⁽¹⁾	sangat rendah	kayu, buah
Matoa	<i>Pometia pinnata</i> Forst.	11.879,00 ⁽⁴⁾	sangat tinggi	kayu, buah
Kecapi	<i>Sandoricum koetjape</i> Merrill	522,00 ⁽²⁾	tinggi	kayu, buah
Kepel	<i>Stelechocarpus burahol</i> Hook. f. & Thoms.	1.108,00 ⁽²⁾	tinggi	kayu, buah
Mahoni	<i>Swietenia mahagoni</i> Jacq.	452,53 ⁽⁴⁾	agak tinggi	kayu, obat
Jambu bol	<i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merrill & Perry.	109,26 ⁽⁵⁾	sedang	kayu, buah
Jati	<i>Tectona grandis</i> Linn. f.	207,00 ⁽⁵⁾	agak tinggi	kayu

*Referensi : 1) Purwaningsih (2007), 2) Lailati (2008), 3) Ardiansyah (2009), 4) Gratimah (2009), 5) Hariyadi (2008), 6) Imansyah (2010), 7) Karyadi (2005), 8) Sinambela (2006)

Beberapa jenis tanaman yang ditemukan pada sistem kebun campuran di Hulu DAS Kali Bekasi seperti lame (*Alstonia scholaris*), nangka (*Artocarpus heterophyllus*), menteng (*Baccaurea motleyana*), gandaria (*Bouea macrophylla*), randu (*Ceiba pentandra*), limus (*Mangifera foetida*), matoa (*Pometia pinnata*), kecapi (*Sandoricum koetjape*) dan kepel (*Stelechocarpus burahol*) mempunyai daya rosot tinggi bahkan sangat tinggi (Tabel 4), sehingga beberapa jenis tersebut potensial untuk dikembangkan dalam kegiatan penanaman pada areal tanah kosong maupun dalam optimalisasi

fungsi pekarangan dan kebun campuran sebagai karbon sekuester. Tanaman kayu yang buahnya dapat dimanfaatkan lebih potensial dikembangkan sebagai karbon sekuester karena selain memberikan nilai tambah ekonomi juga akan menunda masa penebangan.

Korelasi Struktur Tegakan dan Keanekaragaman Jenis dengan Cadangan Karbon

Hubungan cadangan karbon dengan dimensi suatu tegakan disajikan pada Tabel 5. Luas bidang dasar (LBDS) sebagai fungsi dari diameter pohon dan jumlah individu pohon merupakan dimensi penyusun tegakan yang mempunyai korelasi sangat erat dengan rata-rata estimasi cadangan karbon. LBDS mempunyai nilai korelasi (r) terhadap cadangan karbon sebesar 0,755, hal ini berarti bahwa 75,5% data cadangan karbon dapat dijelaskan secara sangat nyata oleh data luas bidang dasar tegakan. Nilai korelasi yang positif menunjukkan bahwa semakin besar luas bidang dasar suatu tegakan akan mempunyai cadangan karbon yang semakin besar juga. Observasi ini membuktikan bahwa ukuran diameter pohon merupakan komponen utama yang menentukan besarnya biomasa dan kandungan karbon tanaman disamping jumlah pohon dan jumlah jenis penyusun tegakan pada lanskap Hulu Das Kali Bekasi. Hasil penelitian ini selaras dengan yang dilaporkan oleh Siregar (2007) pada estimasi serapan karbon di TNGP serta Segura *et al.* (2005) yang melaporkan bahwa pohon berdiameter besar merupakan komponen utama yang menentukan biomasa bagian atas di hutan tropika basah Costa Rica.

Tabel 5. Korelasi jumlah jenis, kerapatan dan luas bidang dasar tegakan dengan cadangan karbon di Hulu DAS Kali Bekasi

Table 5. Correlation of number of species, density and basal area of stands with carbon stocks in the upstream watershed of Kali Bekasi

Parameter	Korelasi Pearson (r)
Jumlah Jenis	0,148*
Kerapatan	-0,215**
Luas Bidang Dasar	0,755**

**sangat nyata pada P>0,01

*nyata pada P>0,05

Pada penelitian ini korelasi yang signifikan terhadap rata-rata estimasi cadangan karbon juga ditunjukkan oleh nilai kerapatan dan jumlah jenis penyusun tegakan sehingga jumlah individu pohon dan jenis tanaman yang menyusun suatu tegakan merupakan parameter lain yang akan mempengaruhi nilai cadangan karbon suatu tegakan.

Kerapatan mempunyai nilai korelasi negatif, hal ini dapat dijelaskan keterkaitannya dengan ruang tumbuh. Semakin tinggi kerapatan suatu tegakan maka pada umumnya akan disusun oleh tegakan yang berdiameter kecil dan sebaliknya semakin rendah kerapatan suatu tegakan akan mempunyai tegakan yang berdiameter besar karena disusun oleh tegakan berdiameter besar inilah yang menyebabkan tegakan tersebut mempunyai cadangan karbon yang besar. Jenis suatu tanaman akan mempengaruhi nilai cadangan karbon pada suatu tegakan, hal ini disebabkan terdapatnya keragaman nilai kerapatan kayu (*wood density*) yang dimiliki oleh masing-masing jenis tanaman. Chave *et al.* (2005) mengemukakan bahwa kerapatan kayu merupakan parameter penting untuk mendapatkan nilai dugaan yang akurat dalam pendugaan biomassa setelah diameter bahkan lebih penting dibandingkan tinggi. Jenis tanaman berkayu keras dengan nilai kerapatan kayu yang tinggi cenderung memiliki nilai cadangan karbon yang tinggi karena kayu tersusun oleh serat selulosa yang merupakan rangkaian dari rantai karbon.

Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa rata-rata cadangan karbon pada suatu tegakan tidak hanya dipengaruhi oleh salah satu parameter saja seperti keanekaragaman jenis tanaman, diameter pohon penyusun dan kerapatan individu penyusun tegakan. Parameter tersebut akan secara bersama-sama memberikan kontribusi dalam besarnya nilai cadangan karbon suatu tegakan. Semakin besar diameter pohon penyusun suatu tegakan dengan jumlah individu yang banyak dan disusun oleh jenis-jenis yang mempunyai kerapatan kayu tinggi maka potensi biomassa dan kandungan karbonnya juga semakin besar.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Struktur tegakan kebun campuran di Hulu DAS Kali Bekasi menyerupai tegakan hutan alam kurva J-

terbalik dengan tingkat keanekaragaman jenis rendah hingga sedang.

Rata-rata cadangan karbon di kebun campuran Hulu DAS Kali Bekasi mencapai 62,34 tonC/ha atau setara serapan CO₂ sebesar 228,79tonCO_{2-eq}/ha. .

Luas bidang dasar suatu tegakan merupakan dimensi tegakan yang mempunyai korelasi paling erat terhadap cadangan karbon disamping kerapatan dan keanekaragaman jenis suatu tegakan.

Saran

Kebun campuran yang disusun oleh jenis tanaman buah-buahan berkayu dengan daya rosot CO₂ tinggi dan sangat tinggi potensial untuk dijadikan karbon sekuester guna mendukung fungsi hutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adinugroho WC. 2002. Model penaksiran biomassa pohon mahoni (*Swietenia macrophylla*) di kesatuan pemangkuan hutan Cianjur PT. Perhutani Unit III Jawa Barat [skripsi]. Bogor: Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor.
- Ardiansyah. 2009. Daya rosot karbondioksida oleh beberapa jenis tanaman hutan kota di Kampus IPB Darmaga [skripsi]. Bogor: Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.
- Brown S. 1997. *Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forests: a Primer*. Rome, Italy: FAO Forestry Paper 134.
- Chave J, Andalo C, Brown S, Cairns MA, Chambers JQ, Eamus D, Fölster H, Fromard F, Higuchi N, Kira T, Lescure JP, Puig H, Riéra B, Yamakura T. 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia* 145:87-99
- Christanty L, Mailly D, Kimmins JP. 1996. Without bamboo, the land dies: biomass, litterfall, and soil organic matter dynamics of a Javanese bamboo talun-kebun system. *Forest Ecology and Management* 87:75-88
- Frick H, Suskiyatno, BFX. 1998. *Dasar-dasar Eko-Arsitektur, Konsep Arsitektur Berwawasan Lingkungan Serta Kualitas Konstruksi dan Bahan Bangunan untuk Rumah Sehat dan Dampaknya Atas Kesehatan Manusia*. Yogyakarta: Kanisius &

- Soegijapranata University Press.
- Ginoga K, Wulan YC, Djaenudin D. 2002. Potential of Indonesian smallholder agroforestry in the CDM: a case study in the upper Citanduy watershed area. *Working Paper CC12, 2004*. ACIAR Project ASEM 2002/066.
- Gratimah G. 2009. Analisis kebutuhan hutan kota sebagai penyerap gas CO₂ antropogenik di pusat kota Medan [tesis]. Medan: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara.
- Hairiah K, Sitompul SM, van Noordwijk M. 2001. Methods for sampling carbon stocks above and below ground. *ASB Lecture Note 4B*. Bogor: International Centre for Research in Agroforestry (ICRAF).
- Hairiah K, Rahayu S. 2007. *Petunjuk Praktis Pengukuran Karbon Tersimpan di Berbagai Macam Penggunaan Lahan*. Bogor: International Centre for Research in Agroforestry (ICRAF) & University of Brawijaya.
- Hariyadi FP. Kajian daya rosot karbondioksida pada beberapa jenis tanaman hutan kota di Kebun Raya Bogor [skripsi]. Bogor: Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.
- Hendra S. 2002. Model pendugaan biomassa pohon pinus (*Pinus merkusii* Jungh et de Vriese) di Kesatuan Pemangkuan Hutan Cianjur, PT Perhutani Unit III Jawa Barat [skripsi]. Bogor: Jurusan Manajemen Hutan Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.
- Imansyah A. 2010. Daya rosot karbondioksida oleh beberapa jenis tanaman di Kebun Raya Bogor [skripsi]. Bogor: Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.
- [IPCC] Intergovernmental Panel on Climate Change. 2006. *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Japan: Institute for Global Environmental Strategies (IGES).
- Karyadi H. 2005. Pengukuran daya serap karbondioksida lima jenis tanaman hutan kota [skripsi]. Bogor: Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.
- Lailati, M. 2008. Kemampuan rosot karbondioksida 15 jenis tanaman hutan kota di Kebun Raya Bogor [skripsi]. Bogor: Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.
- Purwaningsih S. 2007. Kemampuan serapan karbondioksida (CO₂) pada tanaman hutan kota di Kebun Raya Bogor [skripsi]. Bogor: Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.
- Rusolono T. 2006. Model pendugaan persediaan karbon tegakan agroforestri untuk pengelolaan hutan milik melalui skema perdagangan karbon [disertasi]. Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Segura M, Kanninen M. 2005. Allometric models for tree volume and total aboveground biomass in a tropical humid forest in Costa Rica. *Biotropica* 37(1): 2-8.
- Sinambela TSP. 2006. Kemampuan serapan karbondioksida 5 (lima) jenis tanaman hutan kota [skripsi]. Bogor: Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.
- Siregar CA. 2007. Potensi serapan karbon di Taman Nasional Gunung Gede Pangrango, Cibodas, Jawa Barat. *Info Hutan* Vol. IV No. 3 : 233-244.
- Soerianegara I, Indrawan A. 2008. *Ekologi Hutan Indonesia*. Bogor: Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.
- Van Noordwijk M, Roshetko JM, Murniati, Angeles MD, Suyanto, Fay C, Tomich TP. 2003. Agroforestry is a form of sustainable forest management : lessons from South East Asia. For delivery at : *UNFF Intersessional Experts Meeting on the Role of Planted Forests in Sustainable Forest Management Conference*, 24-28 March 2003, Wellington, New Zealand.
- Whittaker RH. 1975. *Communities and ecosystem*. New York : Macmillan publishing