

Estimasi Karbon Tersimpan pada Alang-Alang (*Imperata cylindrica* Beauv.) di Lahan Kering

Agustina Hariana¹, Aditya Rahman², Gunawan¹

¹Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru, Kalimantan Selatan 70714.

²Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru, Kalimantan Selatan 70714

*E-mail:

ABSTRACT

As an effort to reduce greenhouse gas emissions, then amount of CO₂ in the air must be controlled by increasing the amount of CO₂ absorption by plants as much as possible and suppress CO₂ emissions into the air as low as possible. This research was conducted in order to obtain information about the amount of carbon stored in *Imperata cylindrica* which grows in dry land areas. Sampling method is done by purposive in consideration with the distribution of this plant group. Measurement of carbon stored includes the measurement of biomass, organic carbon measurement on *I. cylindrica* and measurements of carbon stored. The data obtained are analysed statistically and analysed with the parametric *one way* ANOVA. The results obtained that the carbon stored in *I. cylindrica* on dry land of Cempaka District consecutive 67.55 g.m⁻², 116.25 g.m⁻², and 96.63 g.m⁻².

Keywords: *Imperata cylindrica*, Carbon stored, Dry land.

PENDAHULUAN

Salah satu isu yang paling mengemuka mengenai perubahan iklim adalah pemanasan global yang merupakan tantangan paling penting dan sulit dihadapi masyarakat internasional. Penggunaan bahan bakar berbasis fosil saat ini diduga menjadi penyebab utama perubahan iklim dunia. Di seluruh dunia, minyak bumi, batubara dan gas alam memasok 88 % dari kebutuhan energi

global. Ketiga jenis sumber energi di atas menghasilkan gas-gas seperti karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄) dan dinitro-oksida (N₂O). Gas-gas tersebut diistilahkan dengan gas rumah kaca (GRK). Karbon dioksida (CO₂) adalah penyebab utama GRK sehingga gas ini sering dipakai sebagai acuan untuk pengukuran perubahan komposisi atmosfer dan perubahan iklim global (Sugiyono, 2006 ; Lesmana, 2007).

Sebagai upaya untuk mengurangi emisi gas rumah kaca, maka jumlah CO₂ di udara harus dikendalikan dengan meningkatkan jumlah serapan CO₂ oleh tumbuhan sebanyak mungkin dan menekan emisi CO₂ ke udara serendah mungkin. Dengan mengukur jumlah karbon yang disimpan dalam tubuh tumbuhan pada suatu lahan dapat menggambarkan banyaknya CO₂ di atmosfer yang telah diserap oleh tumbuhan (Hairiah & Rahayu, 2007; Riartha *et al.*, 2009).

Indonesia memiliki lahan kering sekitar 148 juta ha (78%) dan lahan basah seluas 40,20 juta ha (22%) dari 188,20 juta ha total luas daratan (Minardi, 2009). Alang-alang adalah tumbuhan yang seringkali dijumpai pada lahan kering. Luasan alang-alang di Kalimantan Selatan ini mencapai 525.000 ha (Mulyani, 2005). Penelitian dilakukan untuk mengetahui jumlah karbon yang tersimpan dalam alang-alang, sehingga dapat diketahui kemampuan alang-alang dalam menyerap karbon dioksida.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi tentang jumlah karbon tersimpan di dalam

tumbuhan alang-alang (*I. cylindrica*) yang tumbuh di daerah lahan kering.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi jumlah karbon tersimpan di dalam tumbuhan alang-alang (*I. cylindrica*) yang terdapat di daerah lahan kering.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini telah dilakukan pada bulan Oktober sampai Januari 2011, berlokasi di Kecamatan Cempaka, Banjarbaru, Kalimantan Selatan. Analisa parameter kimia, fisika dan biologi dilakukan di Laboratorium Dasar FMIPA Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru.

Metode Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan secara *purposive sampling* (Sukandarrumidi, 2006). Letak stasiun dicatat berdasarkan posisi yang ditunjukkan GPS. Jumlah stasiun yang telah ditetapkan adalah 3 stasiun.

Setiap stasiun dibuat 3 kali pengulangan. Luas minimum plot terkecil yang diambil adalah 25 x 25 cm². Jumlah alang-alang dalam plot terkecil dihitung dan dikonversikan

ke dalam luasan 1 x 1 m² sehingga didapatkan total rumpun per m². Tiap plot diambil 100 sampel rumpun alang-alang untuk diukur panjang daun dan berat basahya.

Pengukuran Biomassa

Tumbuhan dipotong menjadi beberapa bagian kemudian dibungkus menggunakan kertas dan dimasukkan ke dalam oven bersuhu 80⁰C selama kurang lebih 48 jam untuk mendapatkan berat kering. Persentase kadar air dihitung dengan rumus berikut (Sitompul & Guritno, 1995):

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{\text{berat basah (g)} - \text{berat kering (g)}}{\text{berat basah (g)}} \times 100 \%$$

Kemudian dilakukan pengukuran biomassa total per 1 m². Nilai biomassa diperoleh dari berat kering rata-rata tiap rumpun alang-alang dikalikan dengan jumlah rumpun rata-rata per m² pada masing-masing stasiun sampling.

$$\text{Biomassa} = \frac{W \text{ (g)} \times \sum \text{tanaman}}{\text{luas area (m}^2\text{)}}$$

Keterangan:

W = berat kering dalam gram

Pengukuran Karbon

Sampel kering alang-alang ditimbang sekitar 0,05 g, kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 100

mL dan ditambahkan 10 mL K₂Cr₂O₇ 1N serta larutan H₂SO₄ pekat. Larutan dikocok di atas kain panel yang agak basah dan lunak selama 10 menit. Jika warna larutan masih hijau tambahkan lagi K₂Cr₂O₇ 1N dan H₂SO₄ pekat dan catat penambahannya. Larutan didinginkan sebelum kemudian ditambahkan akuades sampai tanda tera dan kocok kembali serta didiamkan selama 24 jam. Bagian cairan yang jernih dipipet sebanyak 10 mL dan dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer 50 mL, ditambahkan 1 mL H₃PO₄ pekat dan 2-3 tetes indikator *diphenil amine*. Larutan kemudian dititrasi dengan larutan FeSO₄.7H₂O standar dan dilakukan juga untuk blanko. Persentase C organik dihitung menggunakan rumus (Humaida, 2010):

$$\% \text{ C organik} = \frac{(\text{vol blanko} - \text{vol sampel}) \times 0,2 \text{ N Fe}_2\text{SO}_4 \times \frac{100}{10} \times \frac{12}{4} \times \frac{100}{77}}{\text{berat kering sampel (g)}} \times 100\%$$

Karbon tersimpan (g/m²) diperoleh dari perkalian persentase karbon organik dikalikan dengan nilai biomassa alang-alang (Humaida, 2010).

$$\text{C tersimpan} = \frac{\text{C organik} \times \text{biomassa}}{\text{luas area (m}^2\text{)}}$$

Pengukuran Parameter

Lingkungan

Pengambilan sampel tanah untuk setiap stasiun telah dilakukan pada 3 titik berbeda dan dikompositkan. Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan menggunakan bor tanah. Bor tanah ditancapkan tegak hingga terbenam pada kedalaman ± 20 cm. Bor tanah dicabut dan sampel tanah dikeluarkan. Sampel tanah dikering anginkan selama 48 jam kemudian diayak dengan menggunakan ayakan 0,25 mm. Tanah yang sudah diayak disimpan dalam kantong plastik untuk dianalisa kadar N, P, K total. Pengambilan sampel tanah dilakukan sebanyak 1 kali pada tiap stasiun.

a. Pengukuran Suhu

Pengukuran parameter suhu dilakukan menggunakan termometer secara langsung di tempat pengambilan sampel. Termometer didiamkan selama 2-5 menit sampai termometer menunjukkan nilai yang stabil. Dilihat angka yang ditunjukkan pada termometer dan dicatat suhu yang tertera pada termometer dengan menggunakan alat tulis.

b. Pengukuran pH Tanah

Sampel tanah sebanyak 20 g dimasukkan ke dalam labu

Erlenmeyer dan ditambahkan 100 mL akuades lalu dikocok dengan menggunakan shaker selama kurang lebih 2 jam. Setelah itu pH larutan diukur dengan menggunakan pH meter.

c. Analisa Kimia Tanah

1. Analisis N total dengan metode Kjeldahl
2. Analisis P total (ekstrak HCl 25%)
3. Analisis K total dengan metode SSA

Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data primer diantaranya data hasil pengukuran sampel tumbuhan dengan parameter berupa total rumpun per m², panjang daun, berat kering, berat basah, analisis karbon organik, analisa kimia tanah dan pengukuran parameter lingkungan dilakukan dengan survei langsung di lapangan.

Metode Analisa

Data primer yang diperoleh dianalisa secara statistik parametrik menggunakan *one way* ANOVA untuk melihat perbedaan karbon tersimpan antar stasiun.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Penentuan lokasi penelitian menggunakan GPS (*Global Position System*), diperoleh titik koordinat yang dapat dilihat pada Tabel 1. Sementara itu, data hasil pengukuran

sampel alang-alang dengan berbagai parameter pada Stasiun 1, 2 dan 3 disajikan pada Tabel 2. Adapun Tabel 3 menyajikan data hasil pengukuran biomassa, karbon organik dan karbon tersimpan alang-alang pada masing-masing stasiun.

Tabel 2. Titik Koordinat Stasiun Penelitian.

| Stasiun | Lokasi | Koordinat |
|---------|-------------------|-----------------------------------|
| 1 | Kelurahan Bangkal | 3 32 16,2977 LS 114 49 29,6071 BT |
| 2 | Kelurahan Bangkal | 3 32 10,7415 LS 114 49 19,6439 BT |
| 3 | Kelurahan Bangkal | 3 32 0,1820 LS 114 49 13,3848 BT |

Tabel 2. Total Rumpun/m², Panjang Daun, Lebar Daun, Berat Basah, Berat Kering dan Kadar Air Alang-alang di Tiap Stasiun

| Stasiun | Total rumpun/m ² | Panjang daun (cm) | Lebar daun (cm) | Berat basah rata-rata tiap rumpun (gr) | Berat kering rata-rata tiap rumpun (gr) | Kadar air (%) |
|---------|-----------------------------|-------------------|-----------------|--|---|---------------|
| 1 | 347 | 82,73 | 0,79 | 1,37 | 0,65 | 51,20 |
| 2 | 304 | 81,44 | 0,79 | 1,80 | 0,94 | 47,00 |
| 3 | 320 | 75,06 | 0,79 | 1,94 | 0,87 | 52,10 |

Tabel 3. Biomassa, Karbon Organik dan Karbon Tersimpan Alang-alang di Tiap Stasiun.

| Stasiun | Karbon Organik (%) | Biomassa (gr/m ²) | Karbon Tersimpan (gr/m ²) |
|---------|---------------------|-------------------------------|---------------------------------------|
| 1 | 29,22 ^a | 227,57 | 67,55 |
| 2 | 44,20 ^b | 282,56 | 116,25 |
| 3 | 34,32 ^{ac} | 278,08 | 96,63 |

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda dalam kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata pada taraf uji BNT α 5 %.

Berdasarkan hasil analisa data dengan *one way* ANOVA antar stasiun, nilai data hasil pengukuran dengan berbagai parameter, hanya nilai karbon organik yang berbeda nyata antara Stasiun 1, 2 dan 3. Dengan nilai signifikan 0,024 dimana nilai signifikan lebih kecil dari 0,05 yang berarti terdapat perbedaan nyata karbon organik antara ketiga stasiun. Untuk itu maka dilakukan analisa uji lanjut dengan menggunakan BNT.

Sedangkan untuk nilai data hasil pengukuran parameter berupa total rumpun/m², panjang daun, lebar daun, berat basah, berat kering, kadar air, biomassa dan karbon tersimpan tidak berbeda nyata antar stasiun dengan nilai signifikan masing-masing yang lebih besar dari 0,05. Hal tersebut berarti tidak terdapat perbedaan nyata hasil pengukuran parameter pada Stasiun 1, 2 dan 3.

Hasil analisa uji lanjut dengan menggunakan BNT diperoleh nilai

signifikan 0,009 untuk Stasiun 1 dan 2 dimana nilai signifikan lebih kecil dari 0,05 yang berarti terdapat perbedaan nyata karbon organik antara Stasiun 1 dan 2. Pada Stasiun 1 dan 3 diperoleh nilai signifikan 0,245 dimana nilai signifikan lebih besar dari 0,05 yang berarti tidak terdapat perbedaan nyata karbon organik antara stasiun 1 dan stasiun 3. Sedangkan pada stasiun 2 dan stasiun 3 diperoleh nilai signifikan 0,047 dimana nilai signifikan lebih kecil dari 0,05 yang berarti terdapat perbedaan nyata karbon organik antara Stasiun 2 dan 3.

Data hasil pengukuran parameter lingkungan alang-alang pada Stasiun 1, 2 dan 3 disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengukuran Parameter Lingkungan Alang-alang di Tiap Stasiun

| Stasiun | Suhu | pH Tanah | N Total (%) | P Total (%) | K Total (%) |
|---------|------|----------|-------------|-------------|-------------|
| 1 | 36 | 4,15 | 0,056 | 6,550 | 2,692 |
| 2 | 33 | 4,22 | 0,085 | 4,661 | 0,485 |
| 3 | 34 | 4,29 | 0,113 | 5,659 | 0,833 |

Pembahasan

Biomassa tumbuhan bertambah karena tumbuhan menyerap karbondioksida dari udara dan mengubahnya menjadi bahan organik melalui proses fotosintesis. Hal ini tergantung pada luas daun yang terkena sinar matahari, intensitas penyinaran, suhu dan ciri-ciri jenis tumbuhan masing-masing. Faktor-faktor yang mempengaruhi laju peningkatan biomassa adalah umur vegetasi dan kerapatan vegetasi, sejarah perkembangan vegetasi, komposisi dan struktur vegetasi, faktor iklim seperti curah hujan dan suhu serta kualitas tempat tumbuh juga mempengaruhi besarnya biomassa (Rachman, 2009).

Hasil pengukuran panjang daun alang-alang Stasiun 1, 2 dan 3 memiliki nilai berturut-turut adalah 82,73 cm, 81,44 cm dan 75,06 cm. Untuk hasil pengukuran lebar daun alang-alang Stasiun 1, 2 dan 3 memiliki nilai masing-masing 0,79 cm. Panjang daun dan lebar daun menggambarkan luas daun. Rachman (2009) menyatakan bahwa biomassa

bergantung salah satunya pada luas daun.

Hairiah & Murdiyarto (2007) menyatakan bahwa peningkatan kandungan karbon seiring dengan besarnya biomassa yang berarti secara tidak langsung semua faktor yang mempengaruhi biomassa akan berpengaruh pula terhadap kandungan karbon.

Kedua pernyataan di atas sesuai dengan hasil pengukuran panjang daun dan lebar daun alang-alang pada stasiun 2 dengan nilai 81,44 cm dan 0,79 cm memiliki karbon organik dengan nilai 44,20% dan biomassa dengan nilai 282,56 g.m⁻².

Biomassa merupakan jumlah total dari bahan organik hidup yang dinyatakan dalam berat kering (g) per luas area (m²). Berat kering pada Stasiun 2 dengan nilai 0,94 g lebih tinggi daripada berat kering pada Stasiun 3 dengan nilai 0,87 g dan Stasiun 1 dengan nilai 0,65 g. Dengan ini maka nilai berat kering yang tinggi mengakibatkan nilai biomassa yang tinggi pula pada Stasiun 2.

Biomassa alang-alang (*Imperata cylindrica* Beauv.) rata-rata pada stasiun 2 dengan nilai 282,56 g.m⁻² lebih tinggi jika dibandingkan dengan biomassa gulma itik (*Lemna minor* L.) yaitu sekitar 20 g.m⁻² namun lebih rendah dari biomassa eceng gondok (*Eichornia crassipes*) yaitu 1000 g.m⁻² (Handayani *et al.*, 2002).

Nilai persentase karbon organik alang-alang rata-rata pada Stasiun 2 dengan nilai 44,20 % lebih tinggi jika dibandingkan dengan tumbuhan darat seperti *Melastoma*, *Saccharum*, *Chromolaena* dan *Wedelia* yang masing-masing memiliki nilai persentase karbon organik 35,63%, 26,49%, 37,55% dan 30,57 % (Handayani *et al.*, 2002).

Potensi kandungan karbon terkait dengan potensi biomassa. Potensi biomassa akan mempengaruhi potensi karbon, karena karbon yang diserap oleh daun akan diubah menjadi bahan organik yang tersimpan dalam biomassa. Peningkatan kandungan karbon seiring dengan besarnya biomassa yang berarti secara tidak langsung semua faktor yang mempengaruhi biomassa akan

berpengaruh pula terhadap simpanan karbon. Semakin besar biomassa maka kandungan karbon akan semakin besar pula. Sehingga hubungan antara besarnya karbon dengan biomassa berbanding positif (Hairiah & Murdiyarso, 2007).

Pernyataan di atas sesuai dengan hasil perhitungan nilai biomassa, nilai persentase karbon organik dan nilai karbon tersimpan tumbuhan alang-alang dimana nilai biomassa tertinggi pada Stasiun 2 dengan nilai 282,56 g.m⁻² seiring dengan nilai persentase karbon organik tertinggi pada Stasiun 2 dengan nilai 44,20% dan nilai karbon tersimpan tertinggi pada Stasiun 2 dengan nilai 116,25 g.m⁻².

Adinugroho *et al.* (2006) mengemukakan bahwa kandungan karbon dapat dihitung dengan menggunakan pendekatan biomassa dengan asumsi 50% dari biomassa adalah karbon yang tersimpan. Pernyataan di atas sesuai dengan hasil perhitungan nilai karbon tersimpan tumbuhan alang-alang dengan nilai 116,25 g.m⁻² merupakan 50% dari nilai biomassa tumbuhan alang-alang dengan nilai 282,56 g.m⁻².

Hairiah & Rahayu (2007) mengemukakan bahwa jumlah karbon tersimpan antar lahan berbeda-beda tergantung pada keragaman tumbuhan yang ada. Keragaman tumbuhan terkait dengan morfologi tumbuhan dimana pada penelitian ini dilakukan pengukuran alang-alang dengan parameter berupa panjang daun dan lebar daun. Hasil penelitian menunjukkan nilai rerata tertinggi panjang daun dan lebar daun memiliki nilai rerata terendah karbon tersimpan.

Data hasil pengukuran panjang daun memiliki nilai rerata tertinggi pada stasiun 1 dengan nilai 82,73 cm dan lebar daun memiliki nilai rerata sama pada ketiga stasiun dengan nilai 0,79 cm. Dihubungkan dengan data hasil pengukuran karbon tersimpan, pada stasiun 1 memiliki nilai rerata 67,55 g.m⁻² dimana nilai tersebut terendah jika dibandingkan dengan kedua stasiun lainnya.

Rachman (2009) mengemukakan bahwa tumbuhan menyerap karbondioksida dari udara dan mengubahnya menjadi bahan organik melalui proses fotosintesis dimana hal ini tergantung pada luas daun. Luas

daun terkait dengan panjang daun dan lebar daun.

Jumlah karbon tersimpan antar lahan berbeda-beda tergantung pada kerapatan tumbuhan yang ada (Hairiah & Rahayu, 2007). Kerapatan tumbuhan didapatkan dari perhitungan total rumpun alang-alang per satuan luas (m²). Hasil penelitian menunjukkan kerapatan alang-alang tertinggi memiliki nilai rerata terendah karbon tersimpan dan kerapatan alang-alang terendah memiliki nilai rerata tertinggi karbon tersimpan.

Kerapatan alang-alang tertinggi ditemukan pada Stasiun 1 dengan total rumpun per m² adalah 347 dan terendah ditemukan pada Stasiun 2 dengan total rumpun per m² adalah 304. Dihubungkan dengan data hasil pengukuran karbon tersimpan, pada Stasiun 1 memiliki nilai rerata 67,55 g.m⁻² dimana nilai tersebut terendah jika dibandingkan dengan kedua stasiun lainnya. Pada Stasiun 2 memiliki nilai rerata karbon tersimpan 116,25 g.m⁻² dimana nilai tersebut tertinggi jika dibandingkan dengan kedua stasiun lainnya.

Hairiah & Rahayu (2007) mengemukakan bahwa penyimpanan karbon suatu lahan menjadi lebih besar bila kondisi kesuburan tanahnya baik. Kondisi kesuburan tanah dapat di amati dari data hasil pengukuran parameter lingkungan alang-alang berupa unsur-unsur hara tanah (N, P dan K) dan keasaman tanah (pH). Hasil penelitian menunjukkan nilai rerata tertinggi karbon tersimpan memiliki kondisi kesuburan tanah rendah.

Nilai N dan P pada ketiga stasiun sangat rendah meski nilai K pada ketiga stasiun tidak rendah, dihubungkan dengan data hasil pengukuran karbon tersimpan pada ketiga stasiun memiliki nilai rerata yang berbeda. Nilai rerata tertinggi 116,25 g.m⁻² pada stasiun 2, 96,63 g.m⁻² pada Stasiun 3 dan nilai rerata terendah 67,55 g.m⁻² pada Stasiun 1.

Menurut Mackensen (2000), kesuburan tanah-tanah tropis sangat beragam dengan parameter-parameter tanah dan kesuburan diantaranya bahan organik tanah (humus), persediaan N dan P, kation-kation basa yang dapat dipertukarkan (K, Ca dan

Mg) dan kation-kation asam yang dapat dipertukarkan (keasaman tanah termasuk H, Al, Fe, Mn dan NH₄). Dalam hubungannya dengan unsur-unsur hara tanah, pertumbuhan maksimum dapat diharapkan pada tanah-tanah yang kaya akan unsur hara, baik unsur-unsur hara makro (N, P, K, Ca, Mg) maupun unsur-unsur hara mikro (Mn, Fe, Zn, Cu, Br).

Pertumbuhan terkait dengan kerapatan dimana kerapatan alang-alang tertinggi ditemukan pada Stasiun 1 dengan total rumpun per m² adalah 347, pada Stasiun 3 dengan total rumpun per m² adalah 320 dan terendah ditemukan pada Stasiun 2 dengan total rumpun per m² adalah 304. Dihubungkan dengan nilai N dan P pada ketiga stasiun sangat rendah meski nilai K pada Stasiun 1 sangat tinggi, pada Stasiun 2 sedang dan pada Stasiun 3 tinggi. Kerapatan alang-alang tertinggi pada Stasiun 1 dikarenakan nilai kandungan unsur hara K pada Stasiun 1 sangat tinggi. Dapat diamati dari ciri-ciri daun yang berwarna hijau segar dan tidak lemas. Kerapatan alang-alang terendah pada Stasiun 2 dikarenakan nilai kandungan

unsur hara K pada stasiun tersebut sedang.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa Rerata karbon tersimpan pada alang-alang (*Imperata cylindrica* Beauv.) di Kelurahan Bangkal Kecamatan Cempaka Kota Banjarbaru masing-masing stasiun yaitu pada stasiun 1 sebesar 67,55 g.m⁻², stasiun 2 sebesar 116,25 g.m⁻² dan stasiun 3 sebesar 96,63 g.m⁻².

DAFTAR PUSTAKA

- Adinugroho, W.C., Ismed S., Mardi T.R., Zainal A. & Mukhaidil. 2006. *Teknik Estimasi Kandungan Karbon Hutan Sekunder Bekas Kebakaran 1997/1998 di PT. Inhutani I, Batu Ampar, KALTIM*. Laporan Hasil Penelitian : Teknologi dan Kelembagaan Pemanfaatan Jasa Hutan Sebagai Penyerap Karbon.
- Hairiah K. & Rahayu S. 2007. *Pengukuran Karbon Tersimpan di Berbagai Macam Penggunaan Lahan*. World Agroforestry Centre - ICRAF, SEA Regional Office, University of Brawijaya, Indonesia.
- Hairiah K. & Murdiyarso D. 2007. *Alih Guna Lahan dan Neraca Karbon Terrestrial*. World Agroforestry Centre - ICRAF, SEA Regional Office, University of Brawijaya, Indonesia.
- Handayani, I.P., P. Prawito & Z. Muktamar. 2002. Lahan Pasca Deforestasi di Bengkulu, Sumatera : Kajian Peranan Vegetasi Invasi. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia* **4(1)**, 10-17.
- Humaida, N. 2010. *Estimasi Karbon Tersimpan (Carbon Storage) Pada Kiapu (Pistia stratiotes) di Rawa Lebak. Skripsi. Program Sarjana, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru*.
- Lesmana, T. 2007. Pemanasan Global, Energi Alternatif, dan Kemiskinan. *Republika Online*. http://www.republika.co.id/Cetak_detail.asp?id=310849&kat_id=16. Diakses tanggal 14 Oktober 2010
- Mackensen, J. 2000. *Pengelolaan Unsur Hara pada Hutan Tanaman Industri (HTI) di Indonesia*. Terjemahan Leti Sundawati. Badan Kerjasama Teknis Jerman, Jerman.
- Minardi, S. 2009. Optimalisasi Pengelolaan Lahan Kering untuk Pengembangan Pertanian Tanaman Pangan. *UPT Perpustakaan Universitas Sebelas Maret*. <http://pustaka.uns.ac.id/?opt=1001&menu=category&option=detail&cid=1>. Diakses tanggal 14 Oktober 2010
- Mulyani, A. 2005. Teknologi untuk Meyulap Lahan Alang-alang Menjadi Lahan Pertanian. *Tabloid Sinar Tani* 30 Maret 2005.
- Rachman, S. 2009. *Pendugaan Potensi Kandungan Karbon Pada Tegakan Sengon (Paraserianthes falcataria L Nielsen) di Hutan*

- Rakyat. Skripsi. Program Sarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.*
- Riartha, M.F., Irwan S.B. & Henrie B. 2009. *Pengukuran Karbon Tersimpan di Atas Permukaan Tanah Pada Berbagai Pola Usahatani Berbasis Kopi dan Kemiringan Lereng di DAS Sekampung Hulu Kecamatan Air Naningan Kabupaten Tanggamus. Skripsi. Program Sarjana, Universitas Lampung, Lampung.*
- Sitompul, S.M. & Guritno, B. 1995. *Analisis Pertumbuhan Tanaman. Universitas Gadjah Mada Press, Yogyakarta.*
- Sugiyono, A. 2006. Penanggulangan Pemanasan Global di Sektor Pengguna Energi. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca. 7(2), 15-19.*
- Sukandarrumidi. 2006. *Metode Penelitian : Petunjuk Praktik untuk Penelitian Pemula. Universitas Gadjah Mada Press, Yogyakarta.*