



FORUM MIPA

Majalah Ilmiah Jurusan PMIPA FKIP
Universitas Sriwijaya

Volume 13 No. 2 Juli 2010

Upaya Meningkatkan Hasil Belajar Mahasiswa Melalui Penerapan Model Pembelajaran *Think Pair and Share* Pada Mata Kuliah Kimia Dasar 1 (**A. Rachman Ibrahim**)

Learning Geometry using Dynamic Geometry Software (DGS) in Active Learning Approach (**Budi Mulyono**)

Peningkatan Kemampuan Mahasiswa dalam Membuktikan Melalui Strategi Abduktif-Deduktif pada Mata Kuliah Struktur Aljabar Di Program Studi Pendidikan Matematika FKIP-Unsri (**Cecil Hiltrimartin & Yusuf Hartono**)

Pengaruh Bioakumulasi Merkuri pada Pertumbuhan Eceng Gondok [*Eichornia crassipes* (Martius) Solms.] (**Ermayanti**)

Upaya Meningkatkan Keaktifan dan Hasil Belajar Kimia Siswa Kelas X, MAN Sakatiga Indralaya Melalui Model Pembelajaran *Inquiry* Terbimbing (Penelitian Tindakan Kelas) (**Fatihayani**)

Pendidikan Lingkungan bagi Masyarakat sebagai Mitigasi Dampak Perubahan Iklim Melalui Upaya Penyimpanan Karbon pada Kawasan Hijau (**Hilda Zulkifli**)

Produk Transgenik Hikmah atau Bencana (**Laihat**)

Pengembangan Bahan Ajar Mata Kuliah Pendahuluan Fisika Inti di Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Unsri (**Murniati**)

Sintesis dan Penentuan Struktur Senyawa Kompleks Ni(II) dengan Ligan Dipiridin dan Turunannya (**M. Hadel L.**)

Pembelajaran Perubahan Konseptual: Pilihan Penulisan Skripsi Mahasiswa (**Syuhendri**)

PENDIDIKAN LINGKUNGAN BAGI MASYARAKAT SEBAGAI MITIGASI DAMPAK PERUBAHAN IKLIM MELALUI UPAYA PENYIMPANAN KARBON PADA KAWASAN HIJAU

Hilda Zulkifli

Universitas Sriwijaya, Jl. Raya Palembang-Prabumulih Inderalaya
email : hilda.zulkipli@yahoo.com

Abstract : Environmental Education For The Community As The Impact Of Climate Change Mitigation Efforts On Carbon Storage In Green Zone. Article discusses the conception of Climate Change, how to know, understand and take action to mitigate the impact of climate change. Reduction of forest area that is not balanced by reforestation conducted spur climate change, because the agent to absorb CO₂ more limited. One way that is being developed to overcome this problem is to study and calculate how much carbon content that can be stored by the existing green areas, to be used as reference to calculate how much land area should be green. Several studies have shown that the various ecosystems in Indonesia has a high potential as a carbon sink. To support the implementation of the program referred to the environmental education becomes very important, both formally and informally given to the students and the wider community.

Abstrak : Pendidikan Lingkungan Bagi Masyarakat Sebagai Mitigasi Dampak Perubahan Iklim Melalui Upaya Penyimpanan Karbon Pada Kawasan Hijau. Artikel ini membahas konsepsi tentang Perubahan Iklim, bagaimana mengenalnya, memahami dan mengambil tindakan untuk mitigasi dampak akibat perubahan iklim. Pengurangan luas hutan yang tidak seimbang dengan reboisasi yang dilakukan memacu terjadinya perubahan iklim, karena agen untuk menyerap CO₂ semakin terbatas. Salah satu cara yang sedang dikembangkan untuk mengatasi masalah ini adalah dengan mempelajari dan menghitung berapa jumlah kandungan karbon yang dapat disimpan oleh kawasan hijau yang ada, untuk dijadikan acuan mengkalkulasi berapa luas lahan yang harus di hijaukan. Beberapa penelitian membuktikan bahwa berbagai ekosistem di Indonesia memiliki potensi tinggi sebagai penyimpanan karbon. Untuk mendukung terlaksananya program dimaksud maka pendidikan lingkungan hidup menjadi sangat penting, baik diberikan secara formal maupun informal kepada anak didik dan masyarakat luas.

Kata Kunci: Pendidikan, Lingkungan, Iklim.

Permasalahan perubahan iklim merupakan isu utama yang kini dibicarakan, baik di tingkat lokal, nasional maupun di tingkat global. Berbagai anomali yang terjadi seperti banjir, kekeringan, gempa, badai dan lain-lain menyadarkan bahwa telah terjadi perubahan iklim di bumi. Pemerintah mulai mengambil tindakan di berbagai sektor dengan berbagai rencana aksi, namun sayangnya tindakan ini belum membumi. Masyarakat sebagai unsur dominan belum secara merata mengerti tindakan yang harus dilakukan untuk menyelamatkan bumi dari perubahan iklim. Oleh karenanya pendidikan lingkungan menjadi sangat penting dilakukan karena melalui pendidikan lingkungan sejak usia dini akan membantu menghasilkan generasi baru yang

sadar lingkungan. Tulisan ini mengajak semua lapisan pendidik secara bersama mengintegrasikan pengetahuan tentang perubahan iklim ke dalam pembahasan pengajarannya.

Hutan dan Perubahan iklim global

Fenomena perubahan iklim sudah menjadi isu dunia yang utama, berbagai negara membuat kesepakatan untuk mengatasi dampak perubahan iklim tersebut. Gejala perubahan iklim ini sudah dirasakan dunia mencakup berbagai sektor seperti : pergeseran musim, kenaikan muka air laut pada sebagian besar wilayah pesisir; curah hujan yang ekstrim, krisis air, mewabahnya berbagai penyakit menular; meningkatnya kejadian longsor dan lain-lain. Al Gore (2006)

dalam bukunya yang berjudul "An Inconvenient Truth" mencatat bahwa telah terjadi peningkatan konsentrasi karbon dioksida (CO₂) di atmosfer dari 280 ppm pada masa pra-industri menjadi 381 ppm pada tahun 2005. Sebagai akibatnya maka secara nyata salju dan glasier pada puncak gunung Kilimanjaro di Tanzania telah berkurang lebih dari 75% sejak tahun 1970 dan bisa diprediksi bahwa dalam waktu sepuluh tahun kemudian tidak akan ditemukan lagi salju di puncak gunung Kilimanjaro. Hal yang sama tercatat pada glasier di Columbia Alaska yang berkurang sejak tahun 1980; catatan glasier di Perito Moreno, Patagonia, Argentina pada tahun 2003, glasier Qori Calis di Peru sejak tahun 1978; glasier Upsala, Patagonia Argentina yang menghilang secara cepat pada tahun 2004 dan hampir semua glasier di gunung di dunia kini mulai mencair, sebagian besar diantaranya mencair dengan sangat cepat dan dampaknya pada umat manusia akan menyebabkan krisis air minum.

Perubahan iklim global ini dipicu oleh terganggunya keseimbangan energi antara bumi dan atmosfer sebagai akibat meningkatnya konsentrasi gas rumah kaca (*greenhouse gases*); terutama karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄); dan nitrogen dioksida (NO₂). Dengan emisi CO₂ rata-rata 3.000 Mt per tahun berarti Indonesia telah menyumbangkan emisi rata-rata 10% dari total emisi CO₂ dunia, dan termasuk kategori penyumbang terbesar nomor tiga di dunia. Pembukaan lahan, kebakaran lahan gambut menjadi penyebab utama hal ini. Selama 150 tahun terakhir, kandungan karbon di atmosfer meningkat sebanyak 30% (Ecological Society of America, 2000), atau meningkat sebanyak 0,5 % per tahun sejak zaman revolusi industri (Lal, 2001). Peningkatan ini menunjukkan bahwa pengikatan karbon di atmosfer oleh bumi (sequestrasi) lebih kecil daripada pelepasan oleh bumi ke atmosfer (emisi). Pengikatan karbon oleh tanah secara langsung dapat terjadi melalui reaksi kimia anorganik antara karbondioksida terlarut dalam air hujan dengan kalsium atau magnesium membentuk karbonat, dan dapat pula terjadi pengikatan karbon atmosfer melalui fotosintesis tanaman. Sekitar 20% dari emisi gas rumah kaca (GRK) dunia disebabkan oleh deforestasi, bahkan di negara-negara yang memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi seperti Indonesia dan Brazil. Emisi dari penggunaan lahan, perubahan penggunaan lahan dan kehutanan Indonesia pada tahun 2000

diperkirakan sebesar 2.563 Mt CO₂ atau sama dengan 20 % dari total emisi perubahan lahan dan hutan dunia, sebagian besar penyumbang emisi ini adalah deforestasi dan degradasi hutan. Gas-gas tersebut memiliki kemampuan menyerap radiasi gelombang panjang yang bersifat panas sehingga suhu bumi akan semakin panas jika jumlah gas-gas tersebut meningkat di atmosfer (Najiyati *et al.*, 2005).

Fungsi hutan sebagai penyerap emisi CO₂

Hutan berperan dalam upaya peningkatan penyerapan CO₂ dimana dengan bantuan cahaya matahari dan air dari tanah, vegetasi yang berklorofil mampu menyerap CO₂ dari atmosfer melalui proses fotosintesis. Hasil fotosintesis ini antara lain disimpan dalam bentuk biomassa yang menjadikan vegetasi tumbuh menjadi semakin besar atau semakin tinggi. Pertumbuhan ini akan berlangsung terus sampai vegetasi tersebut secara fisiologis berhenti tumbuh atau dipanen. Secara umum hutan dengan "net growth" (terutama dari pohon-pohon yang sedang berada fase pertumbuhan) mampu menyerap lebih banyak CO₂, sedangkan hutan dewasa dengan pertumbuhan yang kecil hanya menyimpan stock karbon tetapi tidak dapat menyerap CO₂ berlebih/ekstra. Dengan adanya hutan yang lestari maka jumlah karbon (C) yang disimpan akan semakin banyak dan semakin lama. Oleh karena itu, kegiatan penanaman vegetasi pada lahan yang kosong atau merehabilitasi hutan yang rusak akan membantu menyerap kelebihan CO₂ di atmosfer. (Kyrklund, 1990 dalam Adinugroho *et al.* 2010)

Pada sektor kehutanan, perubahan peruntukan lahan menyebabkan terlepasnya CO₂ ke atmosfer dalam jumlah yang cukup berarti. Pengalihan status lahan hutan menjadi lahan pertanian tetap menyebabkan berkurangnya penyimpanan karbon kawasan, sebab penyimpanan carbon pada lahan pertanian tidak sebesar pada kawasan hutan. Pelepasan karbon ke atmosfer akibat konversi hutan sekitar 250 mg/haC yang berasal selama penebangan dan pembakaran, sedangkan penyerapan kembali menjadi vegetasi pohon hanya sekitar 5 mg/haC.

Pada produksi pertanian, tanaman mengkonversi karbon dioksida dari atmosfer menjadi bahan penyusun jaringannya. Pada saat daun, atau ranting, atau keseluruhan tanaman mati, bahan ini kemudian dikembalikan ke tanah, mengalami dekomposisi, terutama oleh

mikrobia tanah. Proses dekomposisi sebagian menghasilkan gas CO₂, dilepaskan lagi ke udara, sebagian lagi tertahan dalam tanah menjadi bahan organik tanah. Stock karbon dalam tanah alami, merepresentasikan keseimbangan dinamik antara input dari sisa tanaman mati dan output berupa pelepasan ke atmosfer dari proses dekomposisi. Pelepasan karbon tanah di masa lalu sebagian besar disebabkan oleh aktivitas pertanian, namun sekarang ini sumbangan utama emisi karbon adalah dari pembakaran bahan bakar fosil oleh industri dan oleh transportasi (Robert, 2001).

Dalam kegiatan konversi hutan dan perubahan penggunaan lahan berarti karbon yang telah disimpan dalam bentuk biomasa atau dalam tanah gambut dilepaskan ke atmosfer melalui pembakaran (tebas dan bakar) atau dekomposisi bahan organik di atas maupun di bawah permukaan tanah. Cadangan karbon dari suatu bentang lahan juga dapat dipindahkan melalui penebangan kayu, namun kecepatan dalam melepaskan C ke atmosfer tergantung pada penggunaan kayu tersebut. Diperkirakan bahwa antara tahun 1990-1999, perubahan penggunaan lahan memberikan sumbangan sekitar 1.7 Gt/tahun dari total emisi CO₂ (Watson et al., 2000 dalam Lusiana et al, 2005).

Pentingnya Pendidikan lingkungan

Konferensi dunia yang dilaksanakan oleh UNESCO pada tahun 1977 di Tiflis mengambil tema "environmental education" atau "Pendidikan Lingkungan". Pendidikan lingkungan menjadi amat penting sebab pembelajaran pemeliharaan lingkungan harus dimulai dari pendidikan. Pendidikan lingkungan mengajarkan agar orang dapat menerima lingkungan hidup yang nyata sebagai satu kesatuan yang menyeluruh dan tidak tercipta dengan sia-sia. Melalui interaksi langsung dengan lingkungan, pendidikan ini juga akan menjamin timbulnya penghayatan baru tentang keterkaitan ekologi. Pendidikan lingkungan akan memungkinkan seorang anak secara sadar untuk tidak melakukan kegiatan yang akan berakibat kepada pencemaran lingkungan. Pendidikan lingkungan juga merupakan teladan yang harus diberikan oleh orang dewasa untuk dijadikan panutan bagi generasi di bawahnya, karena pendidikan lingkungan merupakan pendidikan yang intensif yang menghubungkan manusia dengan lingkungannya sebagai bagian yang terintegrasi secara harmonis. Dengan

demikian langkah pendidikan yang dimulai dari "pengetahuan lingkungan" menjadi "kesadaran lingkungan" dan akan menjadi "tindakan lingkungan" (Seidel, 1998).

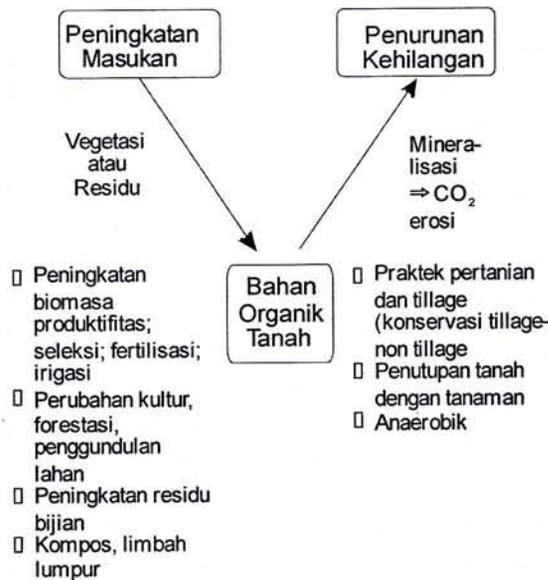
Pendidikan lingkungan hidup memasukkan aspek afektif atau tingkah laku, nilai dan komitmen yang diperlukan untuk membangun masyarakat yang berkelanjutan. Sesuai kesepakatan nasional tentang Pembangunan Berkelanjutan yang telah ditetapkan dalam *Indonesian Summit on Sustainable Development* (ISSD) di Yogyakarta pada tahun 2004, maka Pembangunan Berkelanjutan harus berpijak pada tiga pilar yaitu: (1) Pilar Ekonomi menekankan pada perubahan sistem ekonomi agar semaksimal ramah terhadap lingkungan hidup sesuai dengan prinsip-prinsip pembangunan berkelanjutan. Isu atau materi yang berkaitan adalah: Pola konsumsi dan produksi; Teknologi Bersih; Pendanaan/Pembiayaan; Kemitraan usaha; Pertanian: kehutanan; Perikanan; Pertambangan; Industri dan Perdagangan; (2) Pilar Sosial: menekankan kepada upaya-upaya pemberdayaan masyarakat dalam upaya pelestarian lingkungan hidup. Isu atau materi yang berkaitan adalah: Kemiskinan, Kesehatan, Pendidikan, Kearifan budaya lokal, Kepemerintahan/kelembagaan yang baik, Masyarakat pedesaan; Masyarakat perkotaan; Masyarakat terasing, dan Hukum dan pengawasan. (3) Pilar Lingkungan: menekankan kepada pengelolaan sumberdaya alam dan lingkungan yang berkelanjutan. Isu yang berkaitan adalah: Pengelolaan sumberdaya air; Pengelolaan sumberdaya lahan; Pengelolaan sumberdaya udara; Pengelolaan sumberdaya pesisir dan lautan; Energi dan sumberdaya mineral; Konservasi satwa/tumbuhan langka; Keanekaragaman hayati dan Penataan Ruang (Fadil, 2005).

Pendidikan lingkungan tentunya tidak hanya bisa diterapkan secara formal di dalam institusi pendidikan namun juga dapat diberikan secara informal di masyarakat, Berbagai cara dapat dilakukan seperti memberikan wasasan tentang pentingnya menghindari *illegal logging*, memelihara tanah dengan baik, beralih mata pencaharian menjadi petani; menghindari pembukaan lahan dengan cara membakar dan lain-lain. Partisipasi masyarakat harus ditingkatkan melalui berbagai penyuluhan dan pendekatan sinergisme di lapangan, disertai dengan kebijakan publik yang transparan. Dengan intensifnya penyuluhan lingkungan akan membuat perubahan perilaku untuk menimbulkan kesadaran masyarakat, untuk

kemudian melaksanakan tindakan yang nyata penyelamatan lingkungan.

Kawasan hijau sebagai wadah penyimpanan karbon

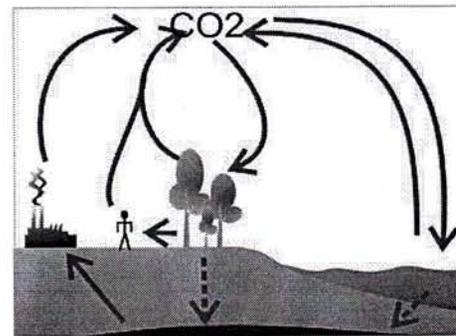
Robert (2001), menyatakan bahwa kandungan bahan organik tanah dapat ditingkatkan dengan pengelolaan lahan pertanian yang benar. Sumber karbon tanah berasal dari residu vegetasi, sedangkan kehilangan terjadi karena mineralisasi. Peningkatan penyimpanan karbon dalam tanah dapat dilakukan dengan meningkatkan masukan sumber C dan mengurangi kehilangan melalui mineralisasi. Peningkatan dan pengurangan C dalam tanah melalui faktor-faktor seperti yang terdapat pada (Gambar 1)



Gambar 1. Faktor-faktor yang mempengaruhi peningkatan dan penurunan C tanah yang dapat menjadi dasar dalam pengelolaan lahan pertanian untuk dapat meningkatkan kembali kandungan bahan organik tanah (Robert, 2001)

Biomassa hutan sangat relevan dengan isu perubahan iklim. Biomassa hutan berperan penting dalam siklus biogeokimia terutama dalam siklus karbon. Dari keseluruhan karbon hutan, sekitar 50% diantaranya tersimpan dalam vegetasi hutan. Sebagai konsekuensi, jika terjadi kerusakan hutan, kebakaran, pembalakan dan sebagainya akan menambah jumlah karbon di atmosfer. Dinamika karbon di alam dapat dijelaskan secara sederhana dengan siklus karbon. Siklus karbon adalah siklus biogeokimia yang mencakup pertukaran/perpindahan karbon diantara biosfer, pedosfer, geosfer, hidrosfer dan

atmosfer bumi. Siklus karbon sesungguhnya merupakan suatu proses yang rumit dan setiap proses saling mempengaruhi proses lainnya (Gambar 2).



Gambar 2. Siklus karbon yang disederhanakan (Sutaryo, 2009)

Hutan, tanah laut dan atmosfer semuanya menyimpan karbon yang berpindah secara dinamis diantara tempat-tempat penyimpanan tersebut sepanjang waktu. Tempat penyimpanan ini disebut dengan kantong karbon aktif (*active carbon pool*). Penggundulan hutan akan mengubah keseimbangan carbon dengan meningkatkan jumlah karbon yang berada di atmosfer dan mengurangi karbon yang tersimpan di hutan, tetapi hal ini tidak menambah jumlah keseluruhan karbon yang berinteraksi dengan atmosfer. Simpanan karbon lain yang penting adalah deposit bahan bakar fosil. Simpanan karbon ini tersimpan jauh di dalam perut bumi dan secara alami terpisah dari siklus karbon di atmosfer, kecuali jika simpanan tersebut di ambil dan dilepaskan ke atmosfer ketika bahan-bahan tersebut dibakar. Semua pelepasan karbon dari simpanan ini akan menambah karbon yang berada di kantong karbon aktif (*active carbon pool*). Pada saat ini selain kerusakan hutan, tingginya laju pembakaran bahan bakar fosil merupakan penyebab jumlah karbon yang berada di atmosfer meningkat dengan pesat.

Tumbuhan akan mengurangi karbon di atmosfer (CO₂) melalui proses fotosynthesis dan menyimpannya dalam jaringan tumbuhan. Sampai waktunya karbon tersebut tersiklus kembali ke atmosfer, karbon tersebut akan menempati salah satu dari sejumlah kantong karbon. Semua komponen penyusun vegetasi baik pohon, semak, liana dan epifit merupakan bagian dari biomassa atas permukaan. Di bawah permukaan tanah, akar tumbuhan juga merupakan penyimpan karbon selain tanah itu sendiri. Pada tanah gambut, jumlah simpanan

karbon mungkin lebih besar dibandingkan dengan simpanan karbon yang ada di atas permukaan. Karbon juga masih tersimpan pada bahan organik mati dan produk-produk berbasis biomass seperti produk kayu baik ketika masih dipergunakan maupun sudah berada di tempat penimbunan. Carbon dapat tersimpan dalam kantong karbon dalam periode yang lama atau hanya sebentar. Peningkatan jumlah karbon yang tersimpan dalam karbon pool ini mewakili jumlah carbon yang terserap dari atmosfer.

Simpanan karbon atas permukaan (*above ground*) dapat dilakukan dengan membuat Petak Contoh Pengukuran (PCP) berukuran masing-masing tipe penutupan lahan: vegetasi pohon dengan luas 0,1 ha (20m x 50 m), sedangkan untuk tipe lahan non pohon adalah belukar (10x10 m); semak atau ladang (5x5 m); padang rumput dan tanah kosong (2x2 m). Perhitungan Karbon tersimpan pada vegetasi hutan menggunakan formula Murdiyarso et al, 2004 yaitu $W = BJ \cdot 0,19 \cdot D^{2,37}$, dimana BJ = berat jenis kayu (g/cm³); W = biomassa kering pohon (kg) dan D = diameter pohon setinggi dada (cm). Selanjutnya, cadangan atau simpanan karbon (C dalam kg) diduga dengan mengalikan biomassa dengan faktor konversi: $C = 0,5 W$, Keterangan : W = Biomassa pohon (Kg). Perhitungan Karbon pada vegetasi Non Hutan : komunitas tumbuhan yang tergolong pada tipe penutupan vegetasi alami : semak, belukar, padang rumput; dan vegetasi budidaya (non alami: tanaman karet dan ladang) dilakukan pendugaan dengan menggunakan rumus berikut:

$$BKc = \frac{BKt}{BBc} \times BBt$$

Keterangan:

BKt = Biomasa Kering total (kg), BBt = Biomasa Basah total (kg),
BBc = Biomasa Basah contoh (kg) dan BKc = Biomasa Kering contoh (kg)

Karbon tersimpan pada berbagai tipe vegetasi

Penelitian Tiryana, 2007 menunjukkan bahwa rata-rata simpanan karbon dari hasil penelitian tegakan tanaman *Acasia mangium* tercatat 21,21 ton/ha (kisaran 6,66 – 44,70 ton/ha). Ini membuktikan bahwa tegakan *Acasia mangium*

juga memiliki potensi sebagai penyimpan karbon.

Bakri (2009) juga telah menaksir jumlah karbon tersimpan di hutan Taman Wisata Alam Taman Eden, Desa Sionggang Utara, Kecamatan Lumban Julu, Kabupaten Toba Samosir, dan mencatat hasil sebesar 3.832,8 C untuk luas kawasan 40 ha. Pada kawasan tersebut diinventarisir 18 jenis tumbuhan dengan biomassa terbesar dari *Pinus merkusii* (65,4 ton/ha).

Pada kawasan di dalam dan di luar kawasan Taman Nasional Berbak, Jambi, tercatat nilai stok karbon kawasan tahun 1989 sebesar 3.399.056 ton C, yang menurun menjadi 3.023.535 ton C (tahun 1999), kemudian 2.758.220 tonC (tahun 2002) dan menurun terus menjadi 2.618.649 ton C (tahun 2005/2006). Laju penurunan simpanan karbon pertahun di luar kawasan lebih tinggi (27.336 – 66.072 ton C/th) jika dibandingkan dengan laju penurunan di dalam kawasan TNB (8.235 – 19.158 ton C/th). Pada tahun 2003-2004 telah dilakukan berbagai tindakan oleh tim Proyek *Climate Change, Forest and Peatlands Project in Indonesia* (CCFPI). Evaluasi yang dilakukan oleh Istomo dkk, 2007 membuktikan bahwa dengan adanya intervensi kegiatan pendidikan lingkungan yang membantu pemahaman masyarakat akan pentingnya menjaga kelestarian keanekaragaman hutan terbukti telah menyelamatkan kandungan karbon tersimpan di kawasan tersebut sebesar 116.119 ton C. Dengan demikian total karbon atas permukaan yang dapat diselamatkan baik di dalam maupun di luar kawasan Taman Nasional Berbak tahun 2005/2006 adalah sebesar 125.744 ton C. Berdasarkan kandungan karbon jenis karet (*Hevea brasiliensis*) adalah paling besar (3,7 ton), diikuti oleh coklat (*Theobroma cacao*) sebesar 2,6 ton dan tebu 1.4 ton.

Penelitian kandungan karbon tersimpan pada tegakan pinus (*Pinus merkusii*) dan *Ekaliptus* (*Eucalyptus* sp.) dengan menggunakan persamaan alometrik menghasilkan akumulasi biomassa di atas permukaan tanah sebesar 182,85 ton/ha atau setara dengan karbon biomassa sebesar 82,28 tonC/ha, sedangkan pada tegakan *Ekaliptus* akumulasi biomassa di atas permukaan tanah mencapai 171,68 ton/ha atau setara dengan karbon biomassa sebesar 77,26 tonC/ha. Dengan demikian tegakan pinus pada umur sekitar 30 tahun tegakan Pinus dan *Ekaliptus* masing-masing mampu memfiksasi

sekitar 301,96 ton CO₂/ha dan 283,54 ton CO₂ dari atmosfer (Sembiring, 2010).

Penutup

Nilai karbon yang tersimpan dalam kawasan hijau membuktikan adanya sejumlah karbon yang berhasil diserap oleh tumbuhan dalam bentuk biomassa tumbuhan. Semakin banyak karbon yang dapat disimpan dalam suatu kawasan menunjukkan semakin baiknya usaha untuk mitigasi dampak perubahan iklim. Oleh karenanya diperlukan pendidikan lingkungan pada masyarakat untuk memberikan pemahaman tentang pentingnya penyimpanan karbon melalui usaha penanaman pohon untuk mencegah dampak perubahan iklim.

Daftar Pustaka

- Al Gore, 2006. *An Inconvenient Truth: The Planetary Emergency of Global warming and What We Can Do About It*. Rodale Pub. Emmaus, PA 18098.
- Adinugroho W.C., I. Syahbani, M. T. Rengku, Z. Arifin., dan Mukhaidil, 2009. Pendugaan cadangan karbon (C-stock) dalam rangka pemanfaatan fungsi hutan sebagai penyerap karbon. Kabinet Galaksi. www.bemfahutan.ipb.ac.id.
- Bakri, 2009. *Analisis vegetasi dan pendugaan cadangan karbon tersimpan pada pohon di hutan Taman Wisata Alam Taman Eden, Desa Sionggang Utara, Kecamatan Lumban Julu, Kabupaten Toba Samosir*. Thesis Pascasarjana USU. (tidak dipublikasikan).
- Ecological Society of America, 2000. *Benefit and potential costs of management techniques to enhance carbon sequestration in soils*. Washington DC 20006.
- Fadli, A., 2005. *Pendidikan Lingkungan Hidup : bukan untuk pembebanan baru bagi siswa*. Timpakul mahalabiu. <http://timpakul.web.id/plh-4html>.
- Istomo, Hardjanto, Sri Rahaju, Edi Permana, Saeful Ichwan Suryawan, Aep Hidayat, dan Waluyo, 2007. *Kajian Perolehan Karbon Sebagai Dampak Intervensi Pada Lokasi Kegiatan Proyek CCFPI Di Eks-PLG Blok A Mentangai, Kalimantan Tengah dan Sekitar TN. Berbak, Jambi*. Laboratorium Ekologi Hutan, Fakultas Kehutanan IPB – Wetlands International Indonesia Programme, Bogor.
- Lal, R. 2001. Thematic Evolution of ISTRO: Transition in Scientific Issues and Research Focus From 1955 to 2000. *Soil Tillage Research* 61: 3-12
- Lusiana, B.; M. van Noordwijk. dan S. Rahayu. 2005. *Cadangan Karbon di Kabupaten Nunukan Kalimantan Timur: Monitoring Secara Spasial dan Pemodelan*. ICRAF. Southeast Asia Regional Office. Bogor. ISBN 979-3198-24-9.
- Murdiyarto, D., Upik Rosalina, Kurniatun Hairiah, Lili Muslihat, I N.N. Suryadiputra dan Adi Jaya. 2004. *Petunjuk Lapangan: Pendugaan Cadangan Karbon pada Lahan Gambut. Proyek Climate Change, Forests and Peatlands in Indonesia*. Wetlands International □ Indonesia Programme dan Wildlife Habitat Canada. Bogor. Indonesia.
- Robert, M., 2001. *Soil carbon sequestration for improved land management*. FAO, Rome.
- Tiryana, T., 2007. Pendugaan simpanan karbon hutan tanaman Mangium (*Acacia mangium*) dengan pendekatan geostatistika. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika Vol. XIII No. 1 : 13-28*.
- Sembiring, I., 2010 *Pendugaan karbon tersimpan pada tegakan pinus (*Pinus merkusii*) dan Ekaliptus (*Eucalyptus sp.*) di Taman Hutan Raya Bukit Barisan Kabupaten Karo*. Skripsi Program Studi Budidaya Hutan, Departemen Kehutanan, Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. 50 hlm. Tidak Dipublikasikan.
- Sneidel, H., 1998. *Materi Pendidikan Lingkungan Hidup*. Penerbit Hans Sneidel.
- Sutaryo, D., 2009. Penghitungan biomassa: sebuah pengantar untuk studi karbon dan perdagangan karbon. Wetland Internasional Indonesia Program.