
**PENYEIMBANGAN LINGKUNGAN AKIBAT PENCEMARAN KARBON
YANG DITIMBULKAN INDUSTRI WARUNG INTERNET
DI KOTA PEKANBARU**

Nobel Aqualdo, Eriyati dan Toti Indrawati

Jurusan Ilmu Ekonomi Prodi Ekonomi Pembangunan
Fakultas Ekonomi Universitas Riau
Kampus Bina Widya Km 12,5 Simpang Baru, Pekanbaru

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan di Kota Pekanbaru, bertujuan untuk mengukur kebutuhan pohon yang perlu ditanam untuk menyeimbangkan lingkungan akibat pencemaran karbondioksida yang ditimbulkan oleh aktivitas industri warung internet (warnet), khususnya penyalaan komputer di warnet-warnet pada 3 kecamatan yang dijadikan sampel, Kecamatan Tampan, Kecamatan Sukajadi, dan Kecamatan Tenayan Raya. Dari penelitian terdahulu diketahui bahwa penyalaan komputer selama 100 jam akan menghasilkan emisi karbondioksida sebanyak 9 kg. Hasil analisis menemukan bahwa untuk menyeimbangkan lingkungan akibat pencemaran karbon dari industri warnet ini memerlukan penanaman sebanyak 24 pohon Trembesi di Kecamatan Tampan, 12 pohon Trembesi di Kecamatan Sukajadi, dan 4 pohon Trembesi di Kecamatan Tenayan Raya.

Kata Kunci : Industri Warnet, Emisi Karbon dan Penyeimbangan Lingkungan.

PENDAHULUAN

Globalisasi, perkembangan dunia pendidikan, persaingan usaha dan aktivitas lain menuntut manusia untuk dapat menerima dan mengolah informasi dengan cepat, informasi sudah menjadi variable penting untuk memenangkan persaingan. Kebutuhan informasi yang sangat besar dan cepat ini terpenuhi dengan kehadiran internet. Melalui internet hidup seakan tidak memiliki batasan lagi, manusia dapat berinteraksi dengan sangat cepat tanpa halangan batas wilayah dan waktu. Banyaknya kebutuhan akan internet membuka peluang usaha menyediakan jasa koneksi internet.

Jejak karbon adalah banyaknya karbon yang dilepaskan ke udara dari sebuah ataupun serangkaian aktivitas manusia. Usaha jasa penyewaan internet atau lazim disebut warnet pun tidak lepas dari pelepasan karbon atau dengan kata lain usaha warnet turut menyumbang pencemaran karbon.

Karbondioksida bisa dihasilkan oleh internet, mulai dari permintaan ke server seluruh dunia hingga emisi yang dihasilkan oleh daya listrik yang berasal dari bahan bakar yang menghasilkan emisi gas itu. Emisi yang dihasilkan dari proses penyambungan ke server adalah tanggung jawab pemilik server namun emisi yang dihasilkan dari menghidupkan computer merupakan tanggung jawab pengguna dan pengusaha warnet. Dari pengamatan sehari-hari kita dapat menyadari bahwa bisnis warnet semakin marak, warnet mudah dijumpai dimana-mana mulai di jalan protokol kota besar hingga ke desa-desa. Meskipun saat ini penggunaan komputer pribadi juga berkembang pesat namun diversifikasi usaha pengusaha warnet berupa usaha game online tetap membuat jumlah warnet semakin banyak. Semakin banyak usaha warnet maka semakin banyak juga pencemaran karbon yang terjadi.

Masalah timbul apabila aktivitas manusia mengakibatkan peningkatan konsentrasi gas rumah kaca secara menyakinkan sehingga menyebabkan panas terakumulasi dan mempengaruhi system iklim global. Akibat lebih lanjutnya bumi terasa bertambah panas atau sering disebut pemanasan global. Pemanasan global mengakibatkan terjadinya perubahan variable iklim seperti suhu udara dan curah hujan. Banyak dampak negative lanjutan daripada pemanasan global ini: terjadi pergeseran musim yang berakibat juga krisis pangan, bencana alam hingga timbulnya penyakit baru. Pemanasan global adalah kejadian meningkatnya temperature rata-rata atmosfer, laut, dan daratan bumi. Pemanasan global dapat dikurangi dengan mengadakan penghijauan. Pohon dan tanaman merupakan alat penyerap gas karbondioksida untuk diubah menjadi oksigen sehingga dengan menambah jumlah pohon maka dapat mengurangi atau menyeimbangkan pencemaran karbon dari usaha warnet ini.

Berdasarkan hal diatas maka tulisan ini bertujuan untuk menghitung besarnya emisi karbon yang dilepaskan oleh industry penyedia jasa internet (warnet) dan juga mengestimasi jumlah kebutuhan pohon yang perlu ditanam untuk mengurangi dampak negative pelepasan karbon ini.

Eksternalitas

Fauzi (2004) mengartikan eksternalitas sebagai kegiatan produksi atau konsumsi dari satu pihak mempengaruhi utilitas (kegunaan) dari pihak lain secara tidak diinginkan, dan pihak pembuat eksternalitas tidak menyediakan kompensasi terhadap pihak yang terkena dampak. Yakin (2004) secara umum bisa dikatakan bahwa eksternalitas adalah suatu efek samping dari suatu tindakan suatu agen ekonomi (pihak tertentu) terhadap agen ekonomi lain baik dampak yang menguntungkan maupun yang merugikan.

Penyebab masalah lingkungan bagi seorang ekonom adalah adanya eksternalitas negative yaitu tidak diperhitungkannya biaya kerusakan lingkungan akibat polusi yang ditimbulkan melalui proses produksi oleh si produsen. Tepatnya, biaya kerusakan tersebut tdk diperhitungkan oleh produsen dalam laporan untung rugi keuangannya. Solusinya, eksternalitas negatif harus dihilangkan. Caranya produsen harus memperhitungkan kerusakan lingkungan yang ditimbulkan dalam setiap keputusan bisnisnya, misalnya dengan mengharuskannya membayar sejumlah pajak atas setiap unit limbah yg ia produksi. Solusi ini disebut internalisasi eksternalitas negative. Tidak semua dampak dikategorikan sebagai eksternalitas, hanya dampak-dampak yang memiliki ciri-ciri dibawah inilah yang dapat dikategorikan sebagai eksternalitas :

1. Ada pelaku ekonomi yg secara riil terkena dampak aktivitas pelaku lainnya.
2. Pihak yg terkena dampak (positif maupun negatif) tidak ikut menentukan atau mengambil keputusan tentang aktivitas yg akan berdampak pada dirinya tersebut
3. Tidak ada aliran kompensasi yang menyertai dampak tersebut (baik berupa pemberian ganti rugi bila dampaknya negatif atau pembayaran kompensasi bila dampaknya positif)

Eksternalitas bisa terjadi dari empat interaksi pelaku ekonomi yaitu :

1. Dampak kegiatan produksi terhadap produsen lain
2. Dampak kegiatan produksi terhadap konsumen
3. Dampak suatu konsumsi konsumen terhadap konsumen lain
4. Dampak suatu konsumsi konsumen terhadap produsen

Emisi Karbondioksida (CO₂)

Emisi karbondioksida adalah pemancaran atau pelepasan gas karbondioksida CO₂ ke udara. Sumber-sumber emisi CO₂ ini sangat bervariasi, tetapi dapat digolongkan menjadi 4 macam sebagai berikut:

1. *Mobile Transportation* (sumber bergerak) antara lain: kendaraan bermotor, pesawat udara, kereta api, kapal bermotor dan penaganan/evaporasi gasoline.
2. *Stationary Combustion* (sumber tidak bergerak) antara lain perumahan, daerah perdagangan, tenaga dan pemasaran industry, termasuk tenaga uap yang digunakan sebagai energy oleh industry
3. *Industrial Processes* (proses industry) antara lain: proses kimiawi, metalurgi, kertas dan penambangan minyak.
4. *Solid Waste Disposal* (pembuangan sampah) antara lain: buangan rumah tangga dan perdagangan, buangan hasil pertambangan dan pertanian.

Emisi CO₂ dapat pula dikategorikan menjadi :

1. Emisi Langsung
Emisi ini merupakan emisi yang keluar langsung dari aktifitas atau sumber dalam ruang batas yang ditetapkan. Contohnya emisi CO₂ dari kendaraan bermotor
2. Emisi Tidak Langsung
Emisi ini merupakan hasil dari aktifitas di dalam ruang batas yang ditetapkan. Contohnya konsumsi energy listrik di rumah tangga.

Jejak Karbon (Carbon Footprint)

Jejak karbon merupakan jumlah emisi gas rumah kaca yang diproduksi oleh suatu organisasi, peristiwa, produk atau individu. Emisi CO₂ yang dihasilkan berasal dari aktifitas sehari-hari baik aktivitas konsumen maupun produsen. Untuk menghitung jejak karbon digunakan sebuah alat yang disebut kalkulator karbon (Carbon footprint calculator). Dengan mengetahui jumlah karbon yang diproduksi dalam setiap aktivitas manusia maka diharapkan akan mempermudah manusia dalam mengurangi aktivitas atau mensiasati aktivitasnya sehingga dapat mengurangi pelepasan karbon.

Sebuah laporan berjudul “Kick The Habbit, A UN Guide to Climate Neutrality” yang dipublikasikan pada tahun 2008 oleh badan PBB United Nations Environmental Programme (UNEP) telah menyarikan jumlah emisi CO₂ yang dilepaskan dari berbagai aktivitas manusia, seperti yang ditampilkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 1. Emisi CO₂ Berdasar Jenis Aktivitas

Jenis Aktivitas	Jumlah CO ₂ (kg)
Menyalakan sebuah TV selama 1 tahun	23
Menyalakan sebuah komputer selama 100 jam	9
Emisi per m ² untuk membangun gudang dengan struktur baja	275
Emisi per m ² untuk membangun sebuah rumah dengan struktur beton	435
Membuat satu telepon genggam	60
Menggunakan satu telepon genggam selama 1 tahun	112
Naik pesawat terbang untuk menempuh seribu km dengan first class	770
Naik pesawat terbang untuk menempuh seribu km dengan business class	510
Naik pesawat terbang untuk menempuh seribu km dengan economy class	220
Emisi metana tahunan dari sendawa dan pembuangan angin dari seekor sapi	3500
Emisi metana tahunan dari sendawa dan pembuangan angin dari seekor kerbau	1740
Emisi metana tahunan dari sendawa & pembuangan angin dari seekor kambing	370
Diet seorang pemakan daging yang rakus per tahun	6700
Diet seorang vegan per tahun	190
Menghidupkan kulkas buatan Eropa selama satu tahun	18
Menghidupkan kulkas buatan Amerika selama satu tahun	48
Memproduksi 1 ton tepung terigu	490
Memproduksi 1 buah burger	3,6 – 6
Memproduksi sebuah komputer dan sebuah monitor	275
Memproduksi 1 ton kemasan plastik (polyethylene)	6480
100 Kwh listrik yang dihasilkan dari batubara	80 -105

Sumber : *United Nations Environmental Programme (2008)*

Efek Rumah Kaca

Efek rumah kaca disebabkan karena naiknya konsentrasi gas karbondioksida dan gas-gas lainnya di atmosfer. Kenaikan konsentrasi gas CO₂ ini disebabkan oleh kenaikan pembakaran bahan bakar minyak, batubara dan bahan bakar organik lainnya yang melampaui kemampuan tumbuh-tumbuhan dan laut untuk menyerapnya. Energy yang diserap dipantulkan kembali dalam bentuk radiasi infra merah oleh awan dan permukaan bumi.

Namun sebagian besar infra merah yang dipancarkan bumi tertahan oleh awan dan gas CO₂ dan gas lainnya, untuk dikembalikan ke permukaan bumi. Dalam keadaan normal, efek rumah kaca diperlukan, dengan adanya efek rumah kaca perbedaan suhu antara siang dan malam di bumi tidak terlalu jauh berbeda (Razak, 2010)

Penyeimbangan Lingkungan

Pelepasan emisi karbon CO₂ ke udara menyebabkan efek gas rumah kaca yang apabila dibiarkan akan mendatangkan mudarat bagi kehidupan manusia, karena itu perlu dilakukan langkah-langkah untuk menghilangkan emisi karbon CO₂ ini yang sering disebut menyeimbangkan lingkungan (dari kerusakan). Salah satu cara yang paling baik adalah dengan menanam pohon, sudah diketahui bahwa tanaman dapat menyerap CO₂ dan melepas O₂ melalui proses fotosintesa, karena itu selain dapat menyerap emisi karbon CO₂ tanaman juga memiliki fungsi lain sebagai penuplai O₂ yang diperlukan bagi manusia, selain itu pun dapat memberi keteduhan dan mempercantik estetika lanskap.

Karyadi (2005) dalam penelitiannya di kota Bogor yang berjudul Pengukuran Daya Serap Karbondioksida Lima Jenis Tanaman Hutan Kota meneliti lima jenis tanaman dengan kemampuan daya serap karbondioksida sebagai berikut: tanaman Tanjung menyerap CO₂ sebesar 1,622 kg CO₂ per hari, mangga dapat menyerap 1,247 kg CO₂ per hari, lalu sawo duren menyerap sebesar 0,648 kg CO₂ per hari, kenari 225,418 kg CO₂ dan jati 0, 298 kg CO₂ per hari.

Penelitian Prasetyo et al (2002) meneliti daya serap gas CO₂ pada berbagai penutup vegetasi dimana hasilnya disajikan pada tabel berikut:

Tabel 2. Daya Serap Gas CO₂ Berbagai Penutup Vegetasi

No	Tipe Penutupan	Daya Serap Gas CO ₂ (kg/ha/hari)	Daya Serap Gas CO ₂ (ton/ha/th)
1	Pohon	1559,10	569,07
2	Semak Belukar	150,68	55,00
3	Padang Rumput	32,88	12,00
4	Sawah	32,88	12,00

Sumber : Prasetyo, LB dkk (2002)

Penelitian Dahlan (2007) terhadap beberapa tanaman yang dapat menyerap emisi CO₂ disajikan di dalam tabel berikut ini :

Tabel 3. Kemampuan Pohon Menyerap Karbondioksida

No	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Daya Serap CO ₂ (Kg/pohon/tahun)
1	Trembesi	Samanea saman	28.488,39
2	Cassia	Cassia sp	5.295,47
3	Kenanga	Canarium odoratum	756,59
4	Pinku	Dysoxylum excelsum	720,49
5	Beringin	Ficus benyamina	535,90
6	Krey Payung	Fellicium decipiens	404,83
7	Matoa	Pometia pinnata	329,76
8	Mahoni	Swettiana mahagoni	295,76
9	Saga	Adenantha pavoniana	221,18
10	Bungur	Lagerstroemia speciosa	160,14
11	Jati	Tectona grandis	135,27
12	Nangka	Artocarpus heterophyllus	126,51
13	Johar	Cassia grandis	116,25
14	Sirsak	Annona muricata	75,29
15	Puspa	Schima wallichii	63,31
16	Akasia	Acacia auriculiformis	48,68
17	Flamboyan	Delonix regia	42,20
18	Sawo kecil	Maniikara kauki	36,19
19	Tanjung	Mimusops elengi	34,29
20	Bunga Merak	Caesalpina pulcherrima	30,95
21	Sempur	Dilenia retusa	24,24
22	Khaya	Khaya anthotheca	21,90
23	Merbau Pantai	Artocarpus heterophyllus	19,25
24	Akasia	Cassia grandis	15,19
25	Angsana	Annona muricata	11,12
26	Asam Kranji	Schima wallichii	8,48
27	Saputangan	Acacia auriculiformis	8,26
28	Dadap Merah	Delonix regia	4,55
29	Rambutan	Maniikara kauki	2,19
20	Asam	Mimusops elengi	1,49
31	Kempas	Caesalpina pulcherrima	0,20

Sumber : Dahlan (2007)

Penelitian ini menggunakan sampel warnet berjumlah 131 warnet yang tersebar di 3 Kecamatan yang menurut peneliti dapat mewakili populasi warnet di kota Pekanbaru karena 3 Kecamatan ini memiliki karakteristik khusus yaitu: Kecamatan Tampan, merupakan Kecamatan dengan jumlah penduduk terbanyak, merupakan lokasi beberapa perguruan tinggi yang memiliki jumlah mahasiswa sangat banyak; Kecamatan Sukajadi, merupakan sampel dari Kecamatan yang berlokasi di daerah perkotaan dan merupakan salah satu Kecamatan dengan kepadatan penduduk tertinggi di kota Pekanbaru; terakhir Kecamatan Tenayan Raya, merupakan Kecamatan hasil pemekaran, lokasi Kecamatan ini rencananya akan dijadikan pusat industri, saat ini sebagian luas wilayahnya merupakan areal perkebunan. Data jumlah pelepasan karbon diperoleh dari laporan PBB (UNEP) 2008 “Kick The Habbit An UN Guide to Climate Neutrality” dan data jenis pohon penyerap CO₂ diperoleh dari penelitian terdahulu.

Batasan Kajian

1. Kajian hanya dilakukan pada tiga kecamatan, Kecamatan Tampan, Kecamatan Sukajadi, dan Kecamatan tenayan Raya
2. Pelepasan karbon yang diestimasi hanya pelepasan karbon akibat penyalakan komputer di warnet-warnet.
3. Usaha penyeimbangan lingkungan didalam kajian ini adalah dengan menanam tanaman untuk menyerap emisi karbondioksida.
4. Pohon yang digunakan dalam penelitian ini adalah pohon Trembesi karena jenis pohon ini memiliki daya serap CO₂ yang sangat tinggi dan juga pohon ini memberikan kesejukan serta keindahan

METODE PENELITIAN

Penganalisisan data dilakukan melalui tahap-tahap berikut ini :

1. Melakukan pendataan ke warnet yang menjadi sampel untuk mengetahui jumlah komputer dan lama komputer menyala dalam satu tahun.
2. Melakukan estimasi pelepasan karbon yang terjadi pada setiap warnet dengan menggunakan data laporan PBB (UNEP) 2008 “Kick The Habbit An UN Guide to Climate Neutrality” dimana diketahui bahwa menyalakan sebuah computer selama 100 jam akan melepaskan emisi CO₂ sebesar 9 kg. besarnya pelepasan karbon dari industri warnet dihitung dengan menggunakan rumus berikut $\text{Total pelepasan karbon} = (\text{total jam komputer dinyalakan} / 100) \times 9 \text{ kg.}$

3. Setelah total pelepasan karbon diperoleh maka langkah berikutnya adalah mengestimasi jumlah pohon yang perlu ditanam untuk menyerap CO₂ yang dilepaskan computer tersebut. Pohon yang ditanam adalah pohon Trembesi yang memiliki kemampuan daya serap CO₂ sebesar 28.488,39 kg per pohon per tahun.
4. Untuk mendapatkan jumlah pohon yang perlu ditanam maka digunakan rumus berikut : Jumlah pohon perlu ditanam = total pelepasan karbon / 28.488,39

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelepasan karbon yang berasal dari penyalaan komputer di warnet merupakan emisi tidak langsung dan dapat disebut sebagai sebuah eksternalitas karena pihak yang terkena dampak tidak mendapat kompensasi dari pemilik warnet dan dampak pelepasan karbon ini bersifat global maka baik konsumen maupun produsen lain akan terkena dampak dari aktivitas warnet ini. Dilihat dari sumber pencemarannya maka eksternalitas ini berasal dari *Stationary Combustion* (sumber tidak bergerak).

Tabel 4. Penggunaan Komputer di Warnet

Kecamatan	Jumlah warnet	Jumlah computer (unit)	Total komputer menyala dalam 1 tahun (jam)
Tampan	73	876	7673760
Sukajadi	43	501	3647445
Tenayan Raya	15	164	1181870

Sumber : data olahan (2011)

Jumlah warnet terbanyak (73 warnet) terdapat di Kecamatan Tampan dimana dari jumlah warnet yang ada terdapat jumlah komputer sebanyak 876 unit, merupakan yang terbanyak dari 3 Kecamatan yang diteliti. Lalu diikuti oleh Kecamatan Sukajadi, memiliki 43 warnet dan 501 unit computer dan warnet paling sedikit berada di Kecamatan Tenayan Raya, memiliki 15 warnet saja dan 164 unit Komputer.

Banyaknya jumlah komputer disetiap Kecamatan berbanding lurus dengan lama komputer menyala dalam satu tahun dimana di Kecamatan Tampan secara akumulasi komputer di Kecamatan ini menyala 7673760 jam dalam setahun, di Kecamatan Sukajadi 3647445 jam komputer menyala dalam setahun dan di Kecamatan Tenayan Raya komputer menyala selama 1181870 jam setahun.

Tabel 5. Jumlah Pohon Trembesi yang Perlu Ditanam

Kecamatan	Total pelepasan karbon CO ₂ dalam 1 tahun (kg)	Jumlah pohon Trembesi yang ditanam
Tampan	690638,40	24
Sukajadi	328270,05	12
Tenayan Raya	106368,30	4

Sumber : data olahan (2011)

Setelah diperoleh total lama computer menyala lalu dengan mengalikannya dengan jumlah karbon yang dilepaskan akan diperoleh total emisi CO₂ yang dihasilkan industry warnet ini yang kemudian dapat ditentukan jumlah pohon Trembesi yang perlu ditanam untuk menyeimbangkan lingkungan atau menyerap emisi C yang dihasilkan tersebut.

Lamanya computer menyala mempengaruhi jumlah emisi CO₂ yang dihasilkan dan akhirnya mempengaruhi jumlah pohon Trembesi yang perlu ditanam. Tabel 5 diatas menyajikan banyaknyapohon yang perlu ditanama untuk menyerap emisi yang dihasilkan warnet-warnet ini. Warnet-warnet di Kecamatan Tampan perlu menanam minimal 24 pohon Trembesi untuk dapat menyerap sebanyak 690638,40 kg (690,64 ton) emisi CO₂ yang dihasilkannya. Manakala warnet-warnet di Kecamatan Sukajadi perlu menanam 12 pohon Trembesi untuk menyerap 328270,05 kg (328,28 ton) emisi CO₂ yang dihasilkan industry warnet. Dan warnet-warnet di Kecamatan Tenayan Raya perlu menanam 4 pohon Trembesi untuk menyerap 106368,30 kg (106,37 ton) emisi CO₂ yang dihasilkan warnet didaerah ini.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil analisa data terhadap warnet-warnet yang terdapat di 3 kecamatan di Kota Pekanbaru maka dapat disimpulkan :

1. Dari ketiga Kecamatan yang diteliti, dapat diurutkan kecamatan berdasarkan banyaknya pelepasan emisi karbon CO₂ dari industry warnet yaitu Kecamatan Tampan 690,64 ton disusul Kecamatan Sukajadi 328,28 ton dan terakhir Kecamatan Tenayan Raya 106,37 ton.
2. Keperluan tanaman yang dapat menyerap emisi karbondioksida terbesar pada Kecamatan Tampan dimana pemilik warnet di kecamatan ini perlu menanam 24 pohon Trembesi, kemudian pemilik warnet di Kecamatan Sukajadi perlu menanam 12 pohon Trembesi dan pemilik warnet di Kecamatan Tenayan Raya yang perlu menanam 4 pohon Trembesi.

Saran

1. Pemerintah perlu membuat kebijakan dan mekanisme yang tepat yang dapat memaksa pemilik warnet agar dapat peduli terhadap kerusakan lingkungan yang dihasilkan dari usaha warnet ini, misalnya dengan mendata penggunaan computer dan meminta uang retribusi sesuai jumlah computer yang digunakan. Uang retribusi ini digunakan untuk menanam pohon agar terjadi keseimbangan lingkungan.
2. Pemerintah perlu menyediakan lahan yang cukup bagi pohon yang akan ditanam, penggunaan pohon lain dimungkinkan tergantung ketersediaan pohon dan jenis tanah.
3. Perlu kajian lanjutan untuk lebih mendekatkan hasil yang lebih sempurna karena dalam penelitian ini pelepasan emisi karbon yang dihitung hanya berasal dari penyalaan computer saja, komponen lain yang dapat melepas emisi karbon CO₂ yang berkaitan dengan aktivitas industry warung internet perlu diteliti lebih detil demi keseimbangan lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Addimulyakin. 2004. *Ekonomi Sumber Daya dan Lingkungan: Teori dan Kebijaksanaan Pembangunan Berkelanjutan*. Akademika Presindo, Jakarta.
- Dahlan, E. N. 2007. *Analisis Kebutuhan Luasan hutan Kota Sebagai Sink Gas CO₂ Antropogenik Dari Bahan Bakar Minyak dan Gas di Kota Bogor Dengan Pendekatan Sistem Dinamik*. Disertasi. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Fauzi, Akhmad. 2004. *Ekonomi Sumber Daya Alam & Lingkungan*. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Karyadi hadinata. 2005. *Pengukuran Daya Serap karbondioksida Lima Jenis Tanaman Hutan Kota*. Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata., Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Prasetyo, LB dkk. 2002. *Integrating Remote Sensing and GIS for Estimating Aboveground Biomass and Green Emission*. CEGIS Newsletter Vol 1 April
- Razak, A. 2010. *Kajian Yuridis Carbon Trade Dalam Penyelesaian Efek Rumah Kaca*. Makalah Etika dan Kebijakan Perundangan Lingkungan. Program Studi Manajemen Konservasi Sumber Daya Alam dan Lingkungan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Suhedi, F. 2005. *Emisi CO₂ dari Konsumsi Energi Domestik*. Pusat Litbang permukiman Departemen Pekerjaan Umum
- United Nations Environmental Programme (UNEP). 2008. *Kick The Habbit, A UN Guide to Climate Neutrality*.