

Analisis Kemampuan Ruang Terbuka Hijau dalam Mereduksi Konsentrasi CO₂ dari Kontribusi Kendaraan Bermotor di Kampus USU Medan

(Green Open Space Capability Analysis on Reducing Concentration of CO₂ from Motor Vehicles at Campus USU Medan)

Irwansyah Banurea¹, Rahmawaty², Yunus Afiffudin²

¹Mahasiswa Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Jl. Tri Dharma Ujung No. 1 Kampus USU Medan 20155 (Penulis Korespondensi, E-mail: banureai@yahoo.co.id)

²Staf Pengajar Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Jl. Tri Dharma Ujung No. 1 Kampus USU Medan 20155

Abstract

Air pollution has become a serious problem in several major cities in Indonesia, especially Medan. Technological development in the field of transportation contribute to the increasing of energy necessities, which eventually cause the increasing of energy's residual that influence the air quality and potentially contaminate the environment. Campus USU as a renowned in Medan should be prepared as a role models to manage the existing condition of air pollution. For that, conducted research on existing vegetation in the campus USU in terms of the flow field emissions from motor vehicles which through the campus USU based on the traffic daily density. The collecting of vegetation data use the census method while for the daily traffic data used the traffic counting method. From the vegetation data will be computed extensive of canopy cover for each tree and will be multiplied by a factor of CO₂ absorption coefficient in order to get the capability of vegetation to absorb the CO₂ at campus USU. Then, from these capabilities will be obtained how emission levels that can not be absorbed by green open space. If the campus area is not able to reduce the emissions of existing discharge, then the control efforts by planting the trees in the campus area is needed. The research has been done about the existing vegetation in campus USU showed that there are 68 species with 3 types of deployment of green open space. The potential of CO₂ absorption from 4.254 trees in the campus of USU Medan is 3327.25 kg / hr lower than the burden of emissions resulting from motor vehicle that is 6088.14 kg / hr. This absorption is not sufficient to reduce the burden of CO₂ emissions resulting from motor vehicles.

Keywords: Burden of CO₂ Emissions, CO₂ Absorbtion, Campus USU, Tree Species Distribution, Green Open Space.

PENDAHULUAN

Pencemaran udara sudah menjadi suatu masalah serius, terutama di beberapa kota besar di Indonesia khususnya Kota Medan dengan tingkat pencemaran udara yang tinggi. Apabila udara tercemar maka akan mengakibatkan berbagai bentuk kerusakan alam maupun gangguan kesehatan manusia dan makhluk hidup lain.

Terjadinya perkembangan teknologi di Indonesia terlebih teknologi di bidang transportasi (darat, laut dan udara) yang tumbuh dengan cepat, berdampak pada pertumbuhan jumlah atau volume kendaraan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas udara yang secara tidak langsung ikut mendorong peningkatan kebutuhan energi yang pada akhirnya menyebabkan bertambahnya buangan sisa energi yang berpotensi dalam mencemari lingkungan.

Penggunaan BBM menjadi penyumbang besar terhadap polusi udara karena di dalam bahan bakar tersebut terkandung bahan-bahan yang membahayakan terhadap kesehatan manusia dan merusak lingkungan. Bahan-bahan yang terkandung dalam BBM diantaranya : CO, HC, NOX, SOX, Timbal dalam bentuk senyawa TEL (*Tetra Ethil Lead*) dan sejenisnya (Abubakar, 2006).

Pembangunan yang terus meningkat di perkotaan, sering tidak menghiraukan keberadaan ruang terbuka hijau. Tumbuhan yang ada di pekarangan dan halaman bangunan kantor, sekolah atau di halaman bangunan lainnya serta tumbuhan yang ada di pinggir jalan, baik jumlah maupun

keanekaragamannya semakin menurun. Sebagai akibatnya fungsi tumbuhan sebagai penghasil oksigen yang sangat diperlukan oleh manusia untuk proses respirasi (pernapasan) serta untuk kebutuhan aktivitas manusia semakin berkurang karena proses fotosintesis dari vegetasi semakin berkurang.

Kampus USU juga ikut andil dalam pengelolaan ruang terbuka hijau. Selama ini, hutan kampus atau RTH yang ada di USU terlihat seperti kurang perawatan, padahal apabila manajemen pengelolaan hutan kampus ini berjalan dengan baik, bukan tidak mungkin USU akan mendapat banyak manfaat. Selain sebagai tempat *reservoir* (resapan air), juga dapat dimanfaatkan sebagai tempat ekowisata dan laboratorium alam.

Sehubungan dengan permasalahan tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar potensi daya serap CO₂ oleh ruang terbuka hijau dan potensi emisi CO₂ yang terbentuk akibat kendaraan bermotor di kampus USU Medan serta menganalisa nilai konsentrasi CO₂ yang dapat direduksi oleh ruang terbuka hijau tersebut ditinjau dari jumlah konsentrasi CO₂ yang dihasilkan dari kegiatan transportasi kendaraan bermotor yang ada di kawasan kampus USU Medan.

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah peta kawasan kampus USU, jumlah individu dan jenis pohon yang ada di kampus USU, serta jumlah dan jenis transportasi yang beroperasi di

kampus USU Medan. Alat yang digunakan adalah *global positioning system* (GPS), kamera digital, pita ukur, mekanik *counter* dan software *Arc View GIS 3.3*.

Penghitungan jumlah individu pohon dan jenis pohon menggunakan metode sensus, yaitu menghitung jumlah tiap individu pohon satu per satu secara langsung di lapangan. Masing-masing individu pohon diambil titik koordinatnya. Untuk memudahkan penghitungan maka sensus dilakukan berdasarkan beberapa lokasi seperti fakultas, gedung dan jalan-jalan utama agar tidak terjadi sensus yang berulang. Setiap pohon diukur panjang sumbu tajuknya dalam dua arah mata angin yang berlawanan untuk menghitung luas tutupan tajuk pohon (x dan y). Penghitungan luas penutupan tajuk tersebut dilakukan dengan asumsi bahwa penutupan tajuk pohon adalah berbentuk lingkaran, sehingga untuk mencari luasnya digunakan rumus luas lingkaran yaitu $3,14 \times R^2$. Kemudian seluruh titik koordinat dimasukkan dalam peta USU. Titik yang sejenis dikelompokkan berdasarkan warna dan symbol yang sama. Peta penyebaran dibuat dengan menggunakan software *Arc View GIS 3.3*.

Perhitungan jumlah dan jenis kendaraan yang masuk ke kampus USU Medan dilakukan pada saat jam puncak masuk kendaraan dan jam puncak keluar kendaraan. Penentuan jam puncak masuk dan jam puncak keluar kendaraan diperoleh dengan melakukan observasi di lapangan.

Perhitungan dilakukan selama satu jam pada saat jam puncak masuk dan satu jam pada jam puncak keluar dalam sehari. Untuk mendapatkan data yang akurat maka penghitungan dilakukan selama tiga kali pengulangan. Penghitungan dilakukan di lima titik pengamatan yaitu melalui tiga pintu utama yang terdiri dari Pintu 1, Pintu 2 atau Pintu 3, dan Pintu 4, serta dua pintu alternatif yakni Sumber dan Susuk. Perhitungan jumlah masing-masing jenis kendaraan di tiap titik pengamatan dilakukan dengan menggunakan alat *counter* yaitu alat penghitung mekanik.

Menurut Adiarstari (2010), untuk menghitung kemampuan serapan taman/jalur hijau adalah dengan cara mengkalikan laju serapan CO₂ dengan luas tutupan vegetasi taman / jalur hijau pada nilai daya serap karbon dioksida yang telah dikemukakan pada penelitian Prasetyo dkk. (2002) dalam Tinambunan (2006) yaitu 129,92 kg/ha/jam atau setara dengan 569,07 ton/ha/tahun.

$$\text{Daya serap CO}_2 = \text{Laju serapan CO}_2 \times \text{Luas penutupan vegetasi}$$

Rekapitulasi jumlah dan jenis kendaraan yang melewati ruas jalan yang telah ditentukan saat jam puncak masuk dan jam puncak keluar. Volume kendaraan dari tiap titik pengamatan yang akan dianalisa adalah total volume kendaraan yang paling tinggi diantara volume arus lintas harian pada saat jam puncak masuk atau jam puncak keluar, agar volume kendaraan yang diperoleh merupakan volume kendaraan maksimum sehingga emisi yang dihasilkan

merupakan beban emisi maksimum pula. Perhitungan emisi akan dihitung dengan rumus berikut:

$$Q = Ni \times FE_i \times Ki \times L$$

Keterangan :

Q = Jumlah emisi (gr/jam)

Ni = Jumlah kendaraan bermotor tipe-i(kendaraan/jam)

Fei = Faktor emisi kendaraan bermotor tipe-i (gr/liter)

Ki = Konsumsi bahan bakar kendaraan bermotor tipe-i (liter/100 km)

L = Panjang jalan (km)

Nilai faktor emisi dengan tipe bahan bakar dan jenis kendaraan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Faktor emisi kendaraan bermotor berdasarkan tipe bahan bakar

Tipe kendaraan/bahan bakar	Faktor emisi (gr/liter)			
	CH4	CO	N2O	CO2
Bensin:				
Kendaraan Penumpang	0,71	462,63	0,04	2.597,86
Kendaraan niaga kecil	0,71	295,37	0,04	2.597,86
Kendaraan niaga besar	0,71	281,14	0,04	2.597,86
Sepeda motor	3,56	427,05	0,04	2.597,86
Diesel:				
Kendaraan Penumpang	0,08	11,86	0,16	2.924,90
Kendaraan niaga kecil	0,04	15,81	0,16	2.924,90
Kendaraan niaga besar	0,24	35,57	0,12	2.924,90
Lokomotif	0,24	24,11	0,08	2.964,43

Catatan: *liter ekuivalen terhadap bensin, Sumber :dikompilasi dari IPCC (1996) (Sumber: IPCC dalam Jinca dkk, 2009).

Sedangkan untuk konsumsi bahan bakar yang telah disesuaikan dengan jenis kendaraannya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Konsumsi energi spesifik kendaraan bermotor.

No	Jenis kendaraan	Konsumsi energi spesifik (liter/100 km)
Mobil Penumpang		
1	-Bensin	11,79
	-Diesel/solar	11,36
Bus Besar		
2	-Bensin	23,15
	-Diesel/solar	16,89
3	Bus sedang	13,04
Bus Kecil		
4	-Bensin	11,35
	-Diesel	11,83
5	Bemo, Bajaj	10,99
Taksi		
6	-Bensin	10,88
	-Diesel	06,25
7	Truck Besar	15,82
8	Truck Sedang	15,15
Truck Kecil		
9	-Bensin	08,11
	-Diesel	10,64
10	Sepeda motor	02,66

(Sumber: BPPT dalam Jinca dkk, 2009)

Emisi karbon total merupakan penjumlahan dari nilai emisi karbon tiap jenis kendaraan di wilayah kampus USU Medan.

Dengan melakukan pendekatan matematis, secara sederhana debit emisi yang dapat direduksi oleh RTH berupa penutupan tajuk pohon di kawasan kampus USU Medan ialah:

$$\text{Sisa Emisi} = \text{Emisi total} - \text{Daya serap total}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyebaran Jenis dan Jumlah individu Pohon di Kampus USU Medan

Kampus Universitas Sumatera Utara sebagai salah satu perguruan tinggi negeri tertua di Pulau Sumatera juga memiliki peran dalam pengelolaan ruang terbuka hijau berupa kawasan hijau atau pertamanan kota dimana letak kampus ini juga berada di kota. Sebagai bagian dari ruang terbuka hijau, kampus USU menjadi wilayah perkotaan yang diisi oleh tumbuhan dan vegetasi lainnya yang diharapkan mampu mendukung keindahan, kenyamanan dan keasrian wilayah kota Medan. Kawasan kampus Universitas Sumatera Utara sebagai kawasan RTH publik diharapkan mampu meningkatkan kualitas lingkungan dan budaya kota khususnya elemen akademik kampus sesuai dengan kebutuhan seperti keindahan, rekreasi dan pendukung lainnya.

Sebagai kawasan pendidikan tinggi (perguruan tinggi), kawasan Universitas Sumatera Utara seharusnya diarahkan dan diperuntukkan sebagai kawasan dengan pemusatan dan pengembangan berbagai kegiatan pendidikan tinggi yang dilengkapi dengan kegiatan-kegiatan penunjang yang lengkap yang saling bersinergi dalam satu sistem ruang yang solid. Tipe ruang terbuka hijau yang dapat dikembangkan pada wilayah ini yakni tipe rekreasi dan konservasi. Bentuk ruang terbuka hijau yang sebaiknya dikembangkan ialah bentuk hutan kota, taman kota, halaman, dan jalur hijau.

Keberadaan vegetasi berupa tegakan pohon yang ada pada kawasan kampus ini diharapkan mampu memberikan fungsi ruang terbuka hijau dengan pengayaan jenis dan jumlah tegakan yang dapat bersinergi dengan aktivitas akademik. Jumlah dan jenis tegakan pohon yang saat ini telah ada dengan luasan 100 ha sebagai pusat kegiatan akademik dapat dilihat pada Tabel 3.

Jumlah jenis dan jumlah total individu pohon diperoleh dengan melakukan sensus terhadap pohon yang ada di kawasan penelitian. Sensus dilakukan secara terstruktur berdasarkan area kawasan yang dibagi ke dalam beberapa lokasi seperti fakultas, gedung birokrasi, taman kampus, jalan utama, dan areal lainnya. Hal ini dimaksudkan agar pohon-pohon yang ada di kawasan Universitas Sumatera Utara dapat disensus secara menyeluruh sehingga tidak ada pohon yang tertinggal dalam pendataan. Sensus pohon juga dilakukan dengan mengambil titik koordinat pohon satu persatu dengan menggunakan GPS untuk membuat peta penyebaran jenis pohon. Pohon yang diamati pada penelitian ini ialah tegakan yang memiliki diameter batang (DBH) diatas 20 cm. Pengklasifikasian ini didasarkan pada defenisi pohon menurut Kusmana (1997). Pada dasarnya pembagian kelas tegakan pohon dibagi kedalam empat tingkatan kelas yaitu semai, pancang, tiang dan pohon.

Pada Tabel 3 dapat dilihat hasil sensus terhadap seluruh tegakan pohon, hasil sensus tersebut meliputi jenis dan jumlah individu total tegakan pohon. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa pohon yang ada di

kampus Universitas Sumatera Utara memiliki sekitar 68 jenis spesies. Jumlah total individu pohon dari masing-masing jenis tersebut adalah 4.254 individu pohon yang tersebar di seluruh areal kawasan kampus Universitas Sumatera Utara. Spesies mahoni (*Swietenia macrophylla*) merupakan spesies yang memiliki populasi paling tinggi yaitu 1.321 individu pohon atau sekitar 31.05% dari seluruh individu pohon, jenis pohon tanjung (*Mimusops elengi*) sebanyak 583 tegakan (13,70%), jenis pohon asam jawa (*Tamarindus indica*) sebanyak 365 tegakan (8,58%), pohon gelodokan (*Polyalthea longifolia*) sebanyak 321 tegakan (7,55%), kemudian pohon saga (*Adenanthera pavoninna*) sebanyak 255 tegakan (5,99%) dan pohon kiarai payung (*Filicium decipiens*) sebanyak 180 tegakan (4,23%). Sedangkan populasi spesies yang paling sedikit ialah pada jenis pohon alpukat (*Parsea americana*), cengkeh (*Syzygium aromaticum*), jabon (*Artocarpus cadamba*), matoa (*Pometia pinnata*), sawo duren (*Chrysophyllum cainito*), dan kapuk (*Ceiba petandra*) hanya satu tegakan saja.

Spesies mahoni (*Swietenia macrophylla*) sebagai pohon yang memiliki populasi paling banyak dominan ditemukan di area hutan kampus (Hutan Tridarma) yang merupakan komponen paling dominan di area tersebut. Menurut Dahlan (2007), mahoni memiliki daya serap yang cukup tinggi yaitu 295,73 kg CO₂/pohon/tahun. Kemudian Nazaruddin (1996) menyatakan bahwa mahoni merupakan pohon yang pantas untuk dijadikan pohon pelindung karena memiliki perakaran dan percabangan batang yang kuat.

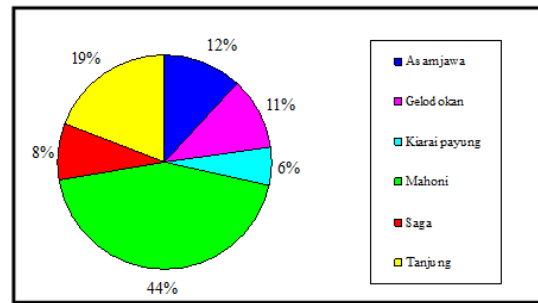
Pohon tanjung (*Mimusops elengi*) tersebar secara merata di daerah tepi jalan Almamater, jalan Civitas akademika, jalan Politeknik dan jalan A. Hakim. Jika diperhatikan, penanaman pohon yang ada di daerah tepi jalan tersebut terencana dengan baik. Menurut Dahlan (2004), tanjung memiliki daya tahan yang tinggi terhadap pencemar yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor, walaupun kemampuan serapannya terhadap timbal cukup rendah. pola penyebarannya berbentuk jalur atau memanjang yang juga sering disebut sebagai jalur hijau. Jenis penyebaran tumbuhan yang ada pada jalan tersebut berfungsi sebagai peneduh jalan raya yang dapat memperbaiki kualitas suhu udara. Sesuai dengan Instruksi Menteri Dalam Negeri No. 14 tahun 1988, jalur hijau merupakan pohon peneduh jalan raya, pada kawasan riparian seperti delta sungai, kanal, saluran irigasi, tepian danau, dan tepian pantai. Pembuatan jalur hijau diharapkan dapat memperbaiki kualitas dan kuantitas air.

Sama halnya dengan penyebaran pohon tanjung (*Mimusops elengi*) penyebaran pohon asam jawa (*Tamarindus indica*) juga tersebar memanjang atau berbentuk jalur di kawasan jalan Tridarma, jalan Universitas dan jalan Alumni. Berbeda dengan mahoni (*Swietenia macrophylla*), dan saga (*Adenanthera pavoninna*), bentuk penyebaran pohonnya lebih dominan pada tipe bergerombol atau menumpuk pada satu areal dengan jumlah vegetasi minimal 100 pohon

dan memiliki jarak tanam yang beraturan. Penyebaran ini dapat dilihat pada hutan kampus tridarma dan hutan saga yang pada dasarnya diisi oleh satu jenis pohon sebagai komponen utamanya. Bentuk tersebut juga terlihat pada taman areal pendopo yang didominasi oleh tegakan pohon tersebut.

Tabel 3. Jumlah individu dan jenis pohon di kawasan kampus USU Medan

No	Nama Lokal	Nama ilmiah	(%)
1	Adiandra	<i>Adiandra</i> sp.	0,96
2	Akasia	<i>Acacia auriculiformis</i>	0,59
3	Alpukat	<i>Persea Americana</i>	0,02
4	Angsana	<i>Pterocarpus indicus</i>	2,44
5	Asam gelugur	<i>Garcinia atroviridis</i>	0,16
6	Asam jawa	<i>Tamarindus indica</i>	8,58
7	Beringin	<i>Ficus benjamina</i>	1,36
8	Buah keling	<i>Ficus</i> sp.	0,33
9	Bungur	<i>Lagerstroemia speciosa</i>	0,14
10	Calophylum	<i>Calophylum</i> sp.	0,12
11	Camptosperma	<i>Camptosperma auriculata</i>	0,05
12	Cemara gunung	<i>Casuarina junghuhniana</i>	0,14
13	Cemara kipas	<i>Thuja orientalis</i>	0,47
14	Cemara laut	<i>Casuarina equisetifolia</i>	1,62
15	Cempedak	<i>Artocarpus integer</i>	0,12
16	Cengkeh	<i>Syzygium aromaticum</i>	0,02
17	Dadap	<i>Erythrina variegata</i>	0,47
18	Durian	<i>Durio zibethinus</i>	0,16
19	Eboni	<i>Diospyros celebica</i>	0,07
20	Ekaliptus	<i>Eucaliptus</i> sp.	0,16
21	Erithrina	<i>Erithrina</i> sp.	0,07
22	Flamboyan	<i>Delonix regia</i>	0,87
23	Gelodokan	<i>Polyathea longifolia</i>	7,55
24	Gmelina	<i>Gmelina arborea</i>	0,38
25	Jabon	<i>Artocarpus cadamba</i>	0,02
26	Jambu air	<i>Eguena equea</i>	0,26
27	Jambu biji	<i>Psidium guajava</i>	0,40
28	Jambu bol	<i>Syzygium malaccense</i>	0,12
29	Jati	<i>Tectona grandis</i>	1,43
30	Kapuk	<i>Ceiba petandra</i>	0,02
31	Karet	<i>Havea brasiliensis</i>	1,41
32	Karet hutan	<i>Ficus elastic</i>	0,09
33	Kayu manis	<i>Cinnamomum burmanii</i>	0,12
34	Kayu putih	<i>Melaleuca leucadendron</i>	0,73
35	Kelengkeng	<i>Dimocarpus longan</i>	0,40
36	Kembang kecrutan	<i>Spathodea campanulata</i>	0,21
37	Kembang kupu-kupu	<i>Bauhinia purpurea</i>	0,96
38	Kemiri	<i>Aullrites moluccana</i>	0,26
39	Ketapang	<i>Terminalia catappa</i>	0,80
40	Kiarai payung	<i>Filicium decipiens</i>	4,23
41	Mahoni	<i>Swietenia macrophylla</i>	31,05
42	Mangga	<i>Mangifera</i> sp.	2,30
43	Manggis manggis	<i>Garcinia celebica</i>	0,02
44	Matoa	<i>Pometia pinnata</i>	0,02
45	Melingo	<i>Gnetum gnemon</i>	0,56
46	Melur	<i>Dacridium beccarii</i>	0,21
47	Mengkudu	<i>Morinda citrifolia</i>	0,09
48	Mindi	<i>Melia azerarach</i>	0,09
49	Nangka	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	1,34
50	Petai cina	<i>Leucaena leucocephala</i>	0,33
51	Pinus	<i>Pinus merkusii</i>	0,16
52	Pohon roda	<i>Hura crepitans</i>	0,12
53	Pulai	<i>Alstonia scholaris</i>	0,56
54	Rambutan	<i>Nephelium lappaceum</i>	0,71
55	Rukam	<i>Flacourtia rukam</i>	0,14
56	Saga	<i>Adenanthera pavoninna</i>	5,99
57	Sawo	<i>Acras zapota</i>	0,07
58	Sawo duren	<i>Chrysophyllum cainito</i>	0,02
59	Sawo kecil	<i>Manilkara kauki</i>	0,05
60	Sengon	<i>Paraserianthes falcataria</i>	0,56
61	Sirsak	<i>Annona muricata</i>	0,05
62	Sukun	<i>Artocarpus altilis</i>	0,47
63	Sygzium	<i>Sygzium</i> sp.	0,45
64	Tabebuia	<i>Tabebuia chrysantha</i>	0,26
65	Talok	<i>Muntingia calabura</i>	0,42
66	Tanjung	<i>Mimusops elengi</i>	13,70
67	Trembesi	<i>Samanea saman</i>	1,81
68	Waru	<i>Hibiscus tiliateus</i>	0,07
Total			100,00



Gambar 1. Persentase jenis pohon dominan di kampus USU Medan

Irwan (1997), menyebutkan ada 3 bentuk hutan kota yaitu bergerombol, berbentuk jalur dan menyebar. Menyebar yaitu hutan kota yang tidak mempunyai pola tertentu, dengan komunitas vegetasinya tumbuh menyebar terpencar-pencar dalam bentuk rumpun atau bergerombol kecil. Walaupun kawasan kampus USU bukan merupakan hutan kota, tetapi pola dan struktur RTH-nya memiliki 3 bentuk yang telah disebutkan. Hampir seluruh jenis pohon lainnya tidak memiliki pola tertentu tapi menyebar pada taman - taman di areal kampus USU.

Salah satu jenis yang mempunyai penyebaran dengan pola menyebar ialah pohon beringin (*Ficus benjamina*). Pohon beringin banyak ditemukan pada taman gedung di areal kampus. Menurut Widyastarna (1991), beringin adalah tanaman yang baik sebagai penyerap gas CO₂.

Potensi Daya Serap CO₂ Ruang Terbuka Hijau Kampus USU Medan

Analisis serapan karbondioksida berguna untuk mendapatkan informasi mengenai kemampuan ruang terbuka hijau menyerap karbondioksida. Pendekatan yang dilakukan untuk penghitungan serapan karbondioksida dilakukan dengan cara menentukan luas penutupan tajuk daerah-daerah yang bervegetasi yang diperoleh nilainya berdasarkan kemampuan vegetasi berupa pohon menyerap karbondioksida. Luas penutupan lahan berupa tutupan tajuk pohon dapat dilihat pada Tabel 4.

Pendopo memiliki penutupan tajuk terbesar dibandingkan dengan areal yang lain karena pendopo memiliki luas lahan yang cukup untuk ditanami pepohonan yang rindang dibandingkan dengan luasan hutan tridarma yang memiliki jumlah pohon yang banyak dan cukup rapat tetapi luasan wilayah telah dikurangi sebagian untuk dibangun menjadi gedung baru.

Dengan menggunakan pendekatan matematis secara sederhana, total penyerapan karbondioksida oleh tegakan berupa pohon dapat dihitung dengan mengalikan nilai daya serap karbondioksida berupa penutupan pohon yang dikemukakan oleh Prasetyo dkk., yaitu sebesar 129,92 kg/ha/jam terhadap total luas penutupan lahan berupa pohon yang telah diperoleh yaitu seluas 25.61 ha.

Total Penyerapan CO₂

$$= \text{Daya serap CO}_2 \times \text{Total luas penutupan tajuk}$$

$$= 129,92 \text{ kg/ha/jam} \times 25,61 \text{ ha} = 3.327,251 \text{ kg/jam.}$$

Perhitungan tersebut menunjukkan bahwa total penyerapan CO₂ oleh tegakan berupa pohon di kawasan kampus Universitas Sumatera Utara ialah sebesar 3.327,251 kg/jam. Total luas penutupan tegakan pohon di kawasan kampus USU dari hasil perhitungan tersebut mampu menyerap 3.327,251 kg CO₂ per jamnya atau dalam sehari mampu menyerap 39.927,01 kg CO₂.

Potensi penyerapan CO₂ oleh ruang terbuka hijau berupa tegakan pohon saja di kampus USU Medan berpotensi mereduksi sebesar 3.327,251 kg CO₂ per jam dari sejumlah luas tutupan lahan yaitu sebesar 25,61 ha dari 100 ha luas lahan akademik kampus usu.

Nilai luasan penutupan lahan berupa tajuk pohon serta jumlah total individu pohon yang diperoleh, maka dapat dihitung luas penutupan rata-rata tajuk per pohon. Rata-rata luas penutupan tajuk per pohon ialah sekitar 60,21 m². Nilai ini diperoleh dengan membagikan luas penutupan tajuk pohon total terhadap jumlah total individu pohon. Daya serap ini belum termasuk pada potensi penyerapan untuk jenis semak belukar, perdu, dan padang rumput.

Tabel 4. Luas area penutupan tajuk pohon

No	Area	Jlh. pohon	Tutupan tajuk (m ²)
2	Fakultas Ekonomi	95	1.627,89
3	Fakultas Hukum	89	1.891,26
4	Fakultas Ilmu Budaya	143	4.416,23
5	Fakultas Ilmu Sosial Politik	66	1.267,58
6	Fakultas Kedokteran	27	1.038,56
7	Fakultas Kedokteran Gigi	51	7.367,41
8	Fakultas Keperawatan	64	5.604,49
9	Fakultas Kesehatan Masyarakat	62	6.056,34
10	Fakultas MIPA dan Farmasi	237	34.416,71
11	Fakultas Pertanian	231	20.017,85
12	Fakultas Psikologi	10	814,63
13	Fakultas Teknik	278	14.522,99
14	Gedung Olah Raga	12	660,19
15	Gelandang Mahasiswa	67	51.881,24
16	Hutan Saga	89	8.223,5
17	Hutan Tridarma	552	8.358,14
18	Jalan Prof. A. Sofyan	110	8.406,13
19	Jalan A. Hakim	51	910,55
20	Jalan Almamater	208	4.931,76
21	Jalan Alumni	33	202,92
22	Jalan Bioteknologi	74	2.648,13
23	Jalan Civitas Akademika	107	2.258,05
24	Jalan Politeknik	69	3.910,57
25	Jalan Tridarma	217	32.081,73
26	Jalan Universitas	106	2.643,88
27	Kebun Binatang	57	3.565,82
28	Magister Managemen	115	6.782,93
29	Pendopo	468	38.042,08
30	Perpustakaan	140	3.766,43
31	Pusat Informasi dan Komunikasi	35	3253,1
32	Pusat Penelitian dan Pengembangan	93	3.853,35
33	Stadion Mini	31	695,52
Total		4.254	256.119,47

Beban Emisi CO₂ Dari Kendaraan Bermotor di Kampus USU Medan

Setelah melakukan observasi lapangan maka diperoleh jam puncak masuk dan jam puncak keluar. Jam puncak masuk yang dimaksud ialah waktu dimana kendaraan memiliki volume arus masuk kampus

tertinggi selama satu jam sedangkan jam puncak keluar merupakan waktu dimana arus volume kendaraan keluar dari kampus tertinggi selama satu jam. Untuk jam puncak masuk kendaraan berada pada pukul 07.30 wib-08.30 wib dan jam puncak keluar kendaraan berada pada pukul 16.30 wib-17.30 wib.

Penghitungan dilakukan selama tiga kali pengulangan yaitu pada hari Kamis 18 Oktober 2012, Senin 22 Oktober 2012 dan Rabu 24 Oktober 2012. Hal ini dimaksudkan agar volume yang diharapkan mewakili volume total kendaraan setiap harinya. Perhitungan volume kendaraan dilakukan dengan memakai alat penghitung mekanik (*counter*). Hasil perhitungan rekapitulasi rata-rata volume kendaraan pada saat jam puncak masuk dalam tiga hari pengulangan selama bulan Oktober dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi rata-rata jenis dan jumlah kendaraan bermotor dalam tiga hari pengulangan pada saat jam puncak masuk dan jam puncak keluar pada bulan Oktober 2012

Jenis kendaraan	Rata-rata Jumlah kendaraan Bermotor			
	Jam puncak masuk		Jam puncak keluar	
	Jlh.	%	Jlh.	%
Mobil penumpang (bensin)	1.037	13,9	781	13,6
Mobil penumpang (diesel)	40	0,5	17	0,3
Taksi (bensin)	12	0,2	9	0,2
Sepeda motor	6.371	85,4	4.946	86,0
Total	7.460	100,0	5.753	100,0

Pada Tabel 5 diperoleh bahwa jenis kendaraan yang masuk kampus USU ialah jenis mobil penumpang dengan bahan bakar bensin dan solar, serta sepeda motor (termasuk becak bermotor). Data pengamatan pada jam puncak masuk menunjukkan bahwa transportasi yang paling dominan di kawasan kampus USU ialah jenis sepeda motor sebanyak 6.371 kendaraan atau sekitar 85,4%, mobil penumpang berbahan bakar bensin sebanyak 1.037 kendaraan atau sekitar 13,9%, mobil penumpang berbahan bakar diesel sebanyak 40 kendaraan atau sekitar 0,5% dan taksi berbahan bakar bensin sebanyak 12 kendaraan atau sekitar 0,2%. Total rata-rata dari tiga hari pengulangan seluruh kendaraan yang masuk di kampus USU pada saat jam puncak masuk ialah sekitar 7.470 kendaraan.

Total kendaraan pada arus jam puncak keluar kendaraan ialah sebanyak 5.753 kendaraan yang terdiri dari jenis kendaraan mobil penumpang berbahan bakar bensin, mobil penumpang berbahan bakar diesel, taksi berbahan bakar bensin dan sepeda motor. Jenis kendaraan yang paling dominan ialah sepeda motor sebanyak 4.946 kendaraan atau sekitar 86%, kendaraan mobil penumpang berbahan bakar bensin sebanyak 781 kendaraan atau sekitar 13,6%, kendaraan mobil penumpang berbahan bakar diesel sebanyak 17 kendaraan atau sekitar 0,3%, dan taksi berbahan bakar bensin sebanyak 9 kendaraan atau sekitar 0,2%. Hal ini sesuai dengan pernyataan Basuki dan Machsus (2008) bahwa dalam 10 tahun terakhir pertumbuhan kendaraan bermotor didominasi oleh

kendaraan bermotor roda dua sekitar 72% demikian pula di kota Medan khususnya di kampus USU Medan.

Untuk transportasi kendaraan mobil penumpang dan taxi hanya menggunakan empat pintu yaitu Pintu 1, 2, 3, dan 4. Sedangkan Sumber dan Susuk sebagai pintu alternatif hanya dipergunakan untuk sepeda motor dan becak bermotor. Jumlah volume kendaraan rata-rata dari masing-masing titik yang dianalisa adalah total jumlah kendaraan rata-rata paling tinggi diantara pengamatan pada volume arus harian saat jam puncak masuk atau jam puncak keluar selama tiga kali pengulangan hari yang telah diperoleh. Dengan demikian volume kendaraan harian yang diperoleh merupakan volume kendaraan yang maksimal sehingga beban emisi yang dihasilkan ialah beban emisi yang maksimum.

Dari Tabel 5 diperoleh bahwa total volume rata-rata kendaraan bermotor (mobil penumpang, taksi dan sepeda motor) selama tiga kali pengulangan hari pada saat jam puncak masuk (7.460 kendaraan) lebih tinggi dibandingkan dengan jam puncak keluar (5.753 kendaraan). Arus harian yang dipergunakan ialah pada saat jam puncak masuk kendaraan dengan total volume rata-rata kendaraan bermotor yaitu sebesar 7.460 kendaraan.

Panjang jalan yang dipakai pada penelitian ini ialah total panjang jalan yang ada di areal kampus USU sebagai jalan utama yang dipergunakan setiap harinya. Jalan tersebut meliputi jalan universitas, jalan civitas akademika, jalan almamater, jalan tridarma, jalan A. sofyar, jalan A. hakim, jalan alumni, jalan bioteknologi, jalan politeknik, jalan perpustakaan dan jalan pendopo. Panjang keseluruhan jalan tersebut diperoleh dengan mengukur panjang jalan memakai bantuan GPS. Dengan menggunakan alat tersebut maka didapatkan nilai total panjang jalan sekitar 7,86 km.

Dengan melakukan perhitungan dari persamaan yang dikemukakan oleh Zongan dk (2005), maka nilai emisi optimum yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor yang diteliti di kampus USU Medan dapat dilihat pada Tabel 6. Emisi optimum CO₂ yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor di kawasan kampus USU Medan paling banyak bersumber dari kendaraan bermotor jenis sepeda motor yakni sekitar 3.460.410 gr/jam atau sekitar 56,8 % dari total emisi yang dihasilkan, kemudian mobil penumpang berbahan bakar bensin sekitar 2.496.496 gr/jam atau sekitar 41%, mobil penumpang berbahan bakar diesel sekitar 104.572 gr/jam atau sekitar 1,7% dan taksi berbahan bakar bensin sekitar 26.659,3 gr/jam atau sekitar 0,4%. Total emisi yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor di kawasan kampus USU Medan ialah sebesar 6.088.137 gr/jam

Tabel 6. Emisi CO₂ maksimum dari kendaraan bermotor yang dikeluarkan di kampus USU Medan.

No	Jenis Kendaraan	Q (gr/jam)	%
1	Mobil penumpang (bensin)	2.496.496,0	41,0
2	Mobil penumpang (diesel)	104.572,0	1,7
3	Taksi (bensin)	26.659,3	0,4
4	Sepeda motor	3.460.410,0	56,8
	Total	6.088.137,0	100,0

Analisis Konsentrasi CO₂ yang Direduksi oleh Ruang Terbuka Hijau

Setelah dilakukan perhitungan terhadap luas penutupan tajuk ruang terbuka hijau berupa penutupan tajuk pohon kemudian mengalikannya dengan nilai daya serap CO₂ untuk jenis pohon sebesar 129.92 kg/ha/jam, maka diperoleh hasil yaitu untuk tinggi potensi daya serap CO₂ di kawasan kampus Universitas Sumatera Utara yang memiliki luas sekitar 100 ha dengan prediksi vegetasi ruang terbuka hijau yang digunakan berupa pohon ialah sekitar 3.327,25 kg/jam.

Beban emisi CO₂ yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor dari hasil penelitian dan perhitungan yang telah dilakukan dikampus USU Medan merupakan total emisi optimum dengan tidak memperhitungkan arah mata angin (tidak terdispersi) sehingga beban yang diperoleh adalah beban maksimum. Kisaran nilai tersebut yaitu sekitar 6.088.137 gr/jam atau sekitar 6.088,14 kg/jam.

Dari perkiraan nilai sebaran emisi dan luas ruang terbuka hijau berupa penutupan tajuk pohon, maka diketahui nilai maksimum kecukupan reduksi RTH berupa pohon di kampus USU yaitu sebesar 3.327,25 kg/jam. Selisih antara nilai daya reduksi CO₂ terhadap total beban emisi maksimum merupakan sisa emisi yang tidak dapat direduksi oleh RTH berupa pohon di kampus USU medan. Selisih antara potensi daya serap karbondioksida dan emisi karbondioksida yang diperoleh merupakan sisa emisi yang dihasilkan oleh kegiatan transportasi dari kendaraan bermotor yang tidak dapat direduksi atau diserap oleh vegetasi berupa pohon yang ada di daerah penelitian. Nilai selisih tersebut dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Sisa emisi} &= \text{Emisi total} - \text{Daya serap total} \\ &= 6.088,14 \text{ kg/jam} - 3.327,25 \text{ kg/jam} \\ &= 2.760,89 \text{ kg/jam.} \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut diketahui bahwa RTH berupa pohon di kampus USU Medan masih kurang dalam mereduksi beban emisi CO₂. Perlu dilakukan pengayaan vegetasi yang lebih serta memanfaatkan lahan yang kosong. Revegetasi perlu mempertimbangkan jenis dan fungsi vegetasi tersebut. Pemilihan spesies yang tepat akan memberikan serapan karbon yang optimal. Informasi ini sangat diperlukan untuk arahan penanaman vegetasi dengan melakukan perencanaan pembangunan bentuk taman dan hutan kampus ditinjau dari sebaran dan luas ruang terbuka hijau yang ada.

Untuk mengurangi sisa emisi CO₂ yang belum dapat direduksi oleh ruang terbuka hijau di kampus USU Medan, maka perlu dilakukan penanaman tegakan pohon dengan kekurangan kebutuhan potensi penutupan tajuk sekitar 21,25 ha. Nilai kekurangan kebutuhan luasan penutupan ini diperoleh dengan membagikan sisa emisi yaitu 2.760,89 kg/jam terhadap potensi daya serap CO₂ dari nilai tipe luas tutupan tajuk pohon yang dikemukakan oleh prasetyo dkk., (2002) dalam Tinambunan (2006) yaitu sebesar 129,92 kg/ha/jam. Jika dilakukan analisis sederhana kekurangan luasan tutupan tajuk tersebut (21,25 ha)

setara dengan 3.259 tegakan pohon dengan asumsi rata-rata luas penutupan akan kebutuhan tajuk ialah sekitar 60.21 m² (diperoleh dengan membagikan total luas penutupan tajuk pohon terhadap jumlah total individu pohon). Potensi penyerapan tersebut belum memperhitungkan nilai penyerapan untuk vegetasi lain berupa palem, perdu, rerumputan serta tingkatan kelas anakan pohon hingga tingkat pancang dan tiang. Untuk itu penelitian terhadap berbagai kelas vegetasi tersebut direkomendasikan untuk mengetahui tingkat penyerapan CO₂ total dari berbagai jenis vegetasi yang ada di kawasan kampus USU Medan.

Keseimbangan daya reduksi antara potensi penyerapan CO₂ terhadap beban emisi CO₂ yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor akan memberikan kondisi RTH yang ideal di kampus USU Medan. Untuk mencapai keseimbangan tersebut maka yang harus diperhatikan ialah perawatan tegakan pohon serta potensi kelas pancang dan tiang sehingga kekurangan daya reduksi tersebut dapat diatasi. Pengecekan dan penelitian mengenai kesehatan pohon yang telah ada di kampus USU Medan sangat direkomendasikan sehingga dapat dilakukan kebijakan dalam mengelola RTH berupa penanaman, pergantian atau bahkan penambahan tegakan pohon sehingga penyerapan CO₂ berjalan optimal.

Kondisi areal daerah perkotaan memiliki lahan yang sempit. Demikian juga dengan kampus USU Medan yang memiliki lahan terbatas karena peningkatan pembangunan gedung. Optimalisasi ruang terbuka hijau dilakukan dengan menanam vegetasi dari jenis-jenis yang berbeda untuk menciptakan struktur berlapis. Komposisi struktur yang ada tinggal disesuaikan dengan penambahan jenis vegetasi baru yang sesuai dengan struktur yang belum ada (tanaman perdu, semak, atau pohon). Kondisi ini akan menyebabkan kualitas ruang terbuka hijau akan bertambah baik karena dengan pengaturan jenis dan komposisi tanaman yang ada dalam suatu lahan ruang terbuka hijau maka kemampuan tata hijau tersebut dalam menetralkan CO₂ juga semakin tinggi.

Untuk memaksimalkan potensi penyerapan CO₂ pada lahan terbatas sehingga proses reduksi dapat berjalan optimal maka sesuai dengan rekomendasi dari penelitian Dahlan (2007) perlu dilakukan revegetasi terhadap RTH dengan pemilihan jenis pohon yang memiliki potensi penyerapan CO₂ yang tinggi seperti trembesi (*Samanea saman*), cassia (*Cassia* sp.), kenanga (*Canarium odorata*), beringin (*Ficus benjamina*), kiarai payung (*Filicium decipiens*) dan mahoni (*Swietenia macrophylla*).

Hal ini sesuai dengan pernyataan Rijal (2008) bahwa usaha pengembangan ruang terbuka hijau dapat dilaksanakan dengan cara intensifikasi dan cara ekstensifikasi. Cara yang pertama (intensifikasi) adalah usaha penanaman tanaman untuk mengkayakan dan memperbaiki serta meningkatkan mutu tata hijau pada wilayah-wilayah yang sudah merupakan daerah tata hijau. Cara yang kedua adalah cara ekstensifikasi. Ekstensifikasi dilakukan sebagai upaya untuk pengembangan ruang terbuka hijau dengan

menambah luasan daerah tata hijau pada wilayah perkotaan yang masih memungkinkan.

KESIMPULAN

Kesimpulan

1. Pola penyebaran RTH di Kampus USU Medan ialah memanjang, berkelompok dan menyebar dengan jumlah individu pohon sekitar 4.254 pohon dari 68 jenis spesies yang didominasi jenis pohon mahoni (*Swietenia macrophylla*), tanjung (*Mimusops elengi*), dan asam jawa (*Tamarindus indica*).
2. Potensi daya serap CO₂ oleh RTH dari seluruh vegetasi pohon di kampus USU Medan ialah 3.327,25 kg/jam lebih rendah dibandingkan dengan beban emisi yang dihasilkan dari kendaraan bermotor yaitu 6.088,14 kg/jam sehingga perlu dilakukan penanaman dalam menyeimbangkan daya reduksinya.
3. Ruang terbuka hijau (RTH) berupa pohon di kampus USU Medan belum cukup mereduksi beban emisi CO₂ yang dihasilkan dari kendaraan bermotor dengan sisa emisi yang tidak dapat direduksi sebesar 2.760,89 kg/jam.

Saran

Untuk mengoptimalkan daya reduksi CO₂ di kampus USU Medan, perlu dilakukan penanaman pada lahan kosong atau taman kampus dengan pemilihan jenis spesies pohon yang memiliki potensi penyerapan CO₂ yang tinggi serta lebih mengintensifkan pemeliharaan vegetasi tegakan pohon yang telah ada sehingga dapat menyerap karbondioksida secara maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar, I. (2006). Perkiraan penggunaan bahan bakar minyak (BBM) untuk transportasi darat. Badan Litbang Perhubungan Departemen Perhubungan RI. Jakarta.
- Adiastari, R. 2010. Kajian mengenai kemampuan ruang terbuka hijau dalam menyerap emisi karbon di kota Surabaya. Tugas Akhir. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Basuki, R dan Machsus. 2008. Penggunaan BBG pada kendaraan bermotor di kota Surabaya. *Aplikasi 4* : 34 - 42.
- Dahlan, EN. 2004. Hutan Kota Untuk Peningkatan Kualitas Lingkungan. APHI. Jakarta.
- _____. 2007. Analisis kebutuhan hutan kota sebagai *sink* gas CO₂ antropogenik dari bahan bakar minyak dan gas di kota Bogor dengan pendekatan sistem dinamik. Disertasi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- IPCC. 2005. *Greenhouse Gas Inventory Reference Manual*. IPCC WGI Technical Support Unit, Hardley Center, Meteorology Office, London

- Road, Braknell, RG 122 NY, United Kingdom.
- Irwan, ZD. 1997. Tantangan Lingkungan dan Lansekap Hutan Kota. CIDES. Jakarta.
- Jinca, M.Y, dkk. 2009. Pencemaran udara karbonmonoksida dan Nitrogenoksida akibat kendaraan bermotor pada ruas jalan padat lalu lintas di kota Makasar. Simposium. Makasar.
- Kusmana, C. 1997. Metode Survey Vegetasi. IPB Press. Bogor..
- Nazaruddin. 1996. Penghijauan Kota. PT Penebar Swadaya. Jakarta.
- Rijal, S. 2008. Kebutuhan ruang terbuka hijau di kota Makassar tahun 2017. *Hutan dan Masyarakat* 3 : 65 - 77.
- Tinambunan R. S. 2006. Analisis kebutuhan ruang terbuka hijau di kota Pekanbaru. Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Widyanadiari, S.R. 2011. Analisis kecukupan ruang terbuka hijau sebagai penyerap emisi CO₂ di perkotaan menggunakan program stella - studi kasus Surabaya Pusat dan Selatan. Tugas Akhir. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Zhongan dkk,. 2005. Traffic and Urban Air Pollution, the Case of Xi.an City. P.R.China