

STUDI POTENSI KANOPI POHON DI KEBUN RAYA BOGOR DALAM MENYERAP EMISI KARBONDIOKSIDA DARI KENDARAAN BERMOTOR

Study Potentials of Canopy Trees in Bogor Botanical Garden to Absorb Carbon dioxide Emissions from Vehicles

Arief Yusuf Ramdhani

Alumni Departemen Arsitektur Lanskap
Fakultas Pertanian IPB

Indung Sitti Fatimah

Staf Pengajar Departemen Arsitektur
Lanskap, Fakultas Pertanian IPB
e-mail: raymarch.syahadat@gmail.com

ABSTRACT

Increasing numbers of vehicles will increase the concentration of carbon dioxide (CO₂) in the atmosphere. Bogor Botanical Gardens was chosen as study site because it is one of urban forest in Bogor City with an important role in absorbing carbon dioxide (CO₂). Therefore to calculate carbon dioxide (CO₂) that was absorbed by canopy trees in Bogor Botanical Garden used the software ArcView3.2 and extensions CITYgreen 5.0. Based on the result of the analysis CITYgreen 5.0 obtained information stating that existing condition in Bogor Botanical Gardens has carbon dioxide (CO₂) sequestration potential by 134,61 tons/year and it is able to absorb carbon dioxide (CO₂) emissions only 0,06 % of carbon dioxide (CO₂) emitted by motor vehicles at this time. Bogor Botanical Gardens with the first scenario could increase the carbon dioxide (CO₂) sequestration potential from existing condition by 117,06%. The first scenario is able to absorb carbon dioxide (CO₂) emissions by 0,055% carbon dioxide (CO₂) emitted by motor vehicles in 2040. Then the second scenario was made to increase the carbon dioxide (CO₂) sequestration potential. The second scenario could increase the carbon dioxide (CO₂) sequestration potential from the existing condition in the Bogor Botanical Gardens by 267,88%. The second scenario is able to absorb carbon dioxide (CO₂) emissions by 0,094% of carbon dioxide (CO₂) emitted by motor vehicles in 2040.

Keywords: Bogor Botanical Garden, Carbon dioxide (CO₂) emission, Carbon dioxide (CO₂) sequestration, CITYgreen 5.0

PENDAHULUAN

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Kota Bogor, jumlah kendaraan bermotor di Kota Bogor tahun 2000 hingga tahun 2010 setiap tahunnya cenderung meningkat. Tahun 2000 jumlah kendaraan di Kota Bogor sebanyak 46.250 unit, tahun 2005 sebanyak 111.939 unit dan tahun 2010 sebanyak 178.851 unit. Meningkatnya jumlah kendaraan bermotor tersebut akan meningkatkan jumlah gas buang. Banyaknya gas buang yang dikeluarkan akan membantu meningkatkan konsentrasi karbondioksida (CO₂) di atmosfer. Apabila konsentrasi atau kadar karbondioksida (CO₂) di atmosfer tersebut berlebih, maka akan menimbulkan efek bagi kesehatan manusia, diantaranya berpengaruh terhadap system metabolisme kimiawi manusia, sesak nafas, hingga menyebabkan kematian. Salah satu bentuk pencegahan agar konsentrasi karbondioksida (CO₂) di atmosfer tidak bertambah adalah dengan adanya Ruang Terbuka Hijau (RTH). Hutan kota sebagai bagian dari ruang terbuka hijau merupakan bentuk ruang terbuka

hijau yang dapat digunakan untuk menyerap karbondioksida (CO₂) dan mengurangi tingkat polusi udara di daerah perkotaan. Kebun Raya Bogor dipilih sebagai lokasi penelitian karena Kebun Raya Bogor merupakan salah satu hutan kota di Kota Bogor yang dianggap mempunyai peranan penting dalam menyerap karbondioksida (CO₂).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah karbon dioksida (CO₂) yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor di Kota Bogor, mengetahui kemampuan pohon di Kebun Raya Bogor (KRB) dalam menyerap karbondioksida (CO₂) yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor di Kota Bogor, dan memberikan saran kepada pemerintah setempat mengenai pengembangan Ruang Terbuka Hijau (RTH) untuk menyerap emisi karbondioksida (CO₂).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dari bulan Maret 2011 sampai bulan Juli 2011. Penelitian ini dilakukan di Kota Bogor dengan kajian khusus di Kebun Raya Bogor. Kebun Raya Bogor memiliki luas 87 ha.

Agar penelitian ini berjalan dengan lancar maka digunakan beberapa alat seperti :

1. seperangkat netbook
2. software arcview 3.2
3. Ekstensi CITYGreen 5.0, Image analysis, dan Spatial Analysis

Batasan Penelitian

1. Penelitian ini menggunakan data sekunder dan pengklasifikasian data pada citra satelit
2. Karbondioksida (CO₂) yang dikeluarkan hanya berasal dari kendaraan bermotor di Kota Bogor
3. Lingkungan Kota Bogor diasumsikan merupakan lingkungan tertutup, tidak ada CO₂ yang keluar dan masuk ke Kota Bogor
4. Penelitian ini terbatas pada potensi kanopi pohon di Kebun Raya Bogor dalam menyerap CO₂ yang dikeluarkan kendaraan bermotor
5. Jumlah kendaraan bermotor dan kondisi tutupan lahan saat ini diasumsikan sama dengan keadaan pada tahun 2010

Metode

Kegiatan penelitian dilakukan dengan deskriptif kuantitatif atau dengan pengkajian melalui data sekunder tentang Kota Bogor dibantu dengan software ArcView 3.2 dengan ekstensi CITYgreen 5.0 yang digunakan untuk menganalisis potensi serapan karbon dari kanopi pohon yang ada di kebun raya bogor. Adapun tahapan yang dilakukan terdiri dari 4 tahap penelitian.

Langkah-langkah pengolahan data adalah sebagai berikut :

1. Menghitung Emisi CO₂ yang dikeluarkan kendaraan bermotor di Kota Bogor tahun 2010 menggunakan rumus dari Guttikunda (2008)

$$\text{Emisi CO}_2(\text{ton}/\text{tahun}) = \frac{\text{Jumlah Kendaraan (unit)} * \text{Jarak Tempuh Kendaraan (km tahun)} * \text{Faktor Emisi (g/km)}}{10^6(\text{ton/g})}$$

2. Memprediksi jumlah kendaraan bermotor di Kota Bogor serta Emisi CO₂ yang dikeluarkan hingga 30 tahun mendatang menggunakan rumus Panie (2009) yakni:

$$P_t = \alpha + \beta T$$

Keterangan :

- P_t = jumlah kendaraan pada tahun proyeksi t (unit)
 α = kendaraan pada tahun dasar
 β = koefisien rata-rata pertambahan kendaraan pertahun
 T = periode waktu proyeksi

3. Menghitung potensi serapan CO₂ dari tutupan kanopi pohon pada keadaan eksisting Kebun raya Bogor menggunakan ArcView 3.2 dan CITYgreen 5.0. Hasil perhitungan masih dalam bentuk serapan karbon yang selanjutnya dikonversi menjadi serapan CO₂. Satu ton serapan karbon setara dengan 3,66 ton CO₂ (Johnson dan Coburn (2010))
4. Membuat Skenario terhadap Kebun Raya Bogor untuk mengetahui karakter tutupan kanopi mana yang paling berpotensi menyerap Karbondioksida. Hasil dari skenario akan digunakan sebagai bahan masukan untuk mengembangkan Ruang Terbuka Hijau (RTH) dalam menyerap CO₂

Skenario pertama :

Pohon-pohon di Kebun raya Bogor saat ini diasumsikan pohon berumur muda. Luas tutupan kanopi pohon sama dengan luas tutupan kanopi pohon pada keadaan eksisting Kebun Raya Bogor yaitu seluas 44,43 Ha.

Skenario kedua :

Skenario pertama ditambah dengan ruang-ruang kosong yang diasumsikan telah ditanami pohon berumur muda. Ruang kosong yang dimaksud adalah hamparan rumput yang tidak tertutup kanopi pohon eksisting. Hamparan rumput seluas 31,05 Ha sehingga luas tutupan kanopi pada skenario ini menjadi 75,49 Ha.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Emisi Karbondioksida (CO₂) yang Dikeluarkan Kendaraan Bermotor di Kota Bogor tahun 2010

Jarak tempuh kendaraan perhari dari masing-masing jenis kendaraan diperoleh dengan mengalikan rata-rata konsumsi bahan bakar perhari dari masing-masing jenis kendaraan dengan efisiensi bahan bakar dari masing-masing jenis kendaraan. Hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada table 1. Selanjutnya ditentukan besaran emisi CO₂ yang dikeluarkan dari jumlah kendaraan bermotor melalui rumus Guttikunda (2008) sehingga didapatkan hasil seperti yang terdapat pada table 2.

Prediksi Jumlah Kendaraan Bermotor serta Emisi CO₂ hingga 30 tahun mendatang

Jika penambahan kendaraan bermotor pertahunnya dari tahun 2000 hingga 2010 terus berlanjut dan tidak ada kebijakan penekanan jumlah kendaraan, maka diprediksi jumlah kendaraan pada 30 tahun mendatang akan mencapai 576.654 unit dari jumlah saat ini (BPS Kota Bogor 2010) sebesar 178.851 unit. Hal ini berarti jumlah emisi CO₂ pada 30 tahun mendatang adalah sebesar 527.5677,07 ton. Kenaikan emisi CO₂ hingga 30 tahun mendatang dapat dilihat pada Gambar 1.

Berdasarkan data dari Health and Safety Information (1989) menyebutkan bahwa durasi dalam menghirup CO₂ dapat mempengaruhi kesehatan manusia, sehingga jika jumlah emisi CO₂ yang dihirup manusia terlalu besar dan lama dapat mengakibatkan gangguan kesehatan. Dengan demikian dibutuhkan ruang terbuka hijau untuk menyerap emisi CO₂ yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor.

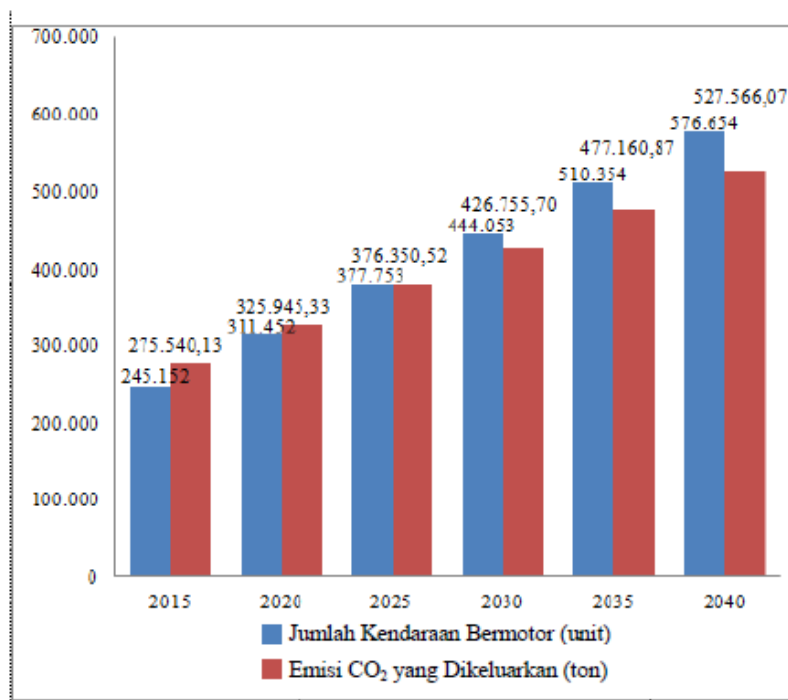
Potensi Serapan CO₂ dari Keadaan Pohon Eksisting di Kebun Raya Bogor menggunakan ArcView 3.2 serta Ekstensi CITYgreen 5.0

Hasil analisis CITYgreen 5.0 (Gambar 2) menunjukkan bahwa luasan tutupan kanopi pohon di Kebun Raya Bogor adalah 44,43 Ha. Luasan tersebut menghasilkan serapan karbon sebesar 36,78 ton/tahun sehingga jika dikonversi menjadi serapan CO₂ menjadi 134,61 ton/tahun. Besarnya serapan CO₂ tersebut hanya mampu menyerap

Tabel 1. Rata-rata Jarak Tempuh Perhari dari Masing-masing Jenis Kendaraan

Jenis	Konsumsi Bahan Bakar (liter/hari)	Efisiensi (km/liter)	Jarak Tempuh (km/hari)
Sepeda Motor	0,5	40	20
Mobil Penumpang :			
a. Angkot	8,00	4	32
b. Mobil Pribadi	4,00	5	20
Mobil Barang :			
a. Truk	10,00	3	30
b. Tangki	10,00	3	30
c. Pick Up	6,00	4	24
d. Box	6,00	4	24
Bis transpakuan	10,00	3	30

Sumber : Hasil Pengolahan Data



Sumber : Hasil Pengolahan Data

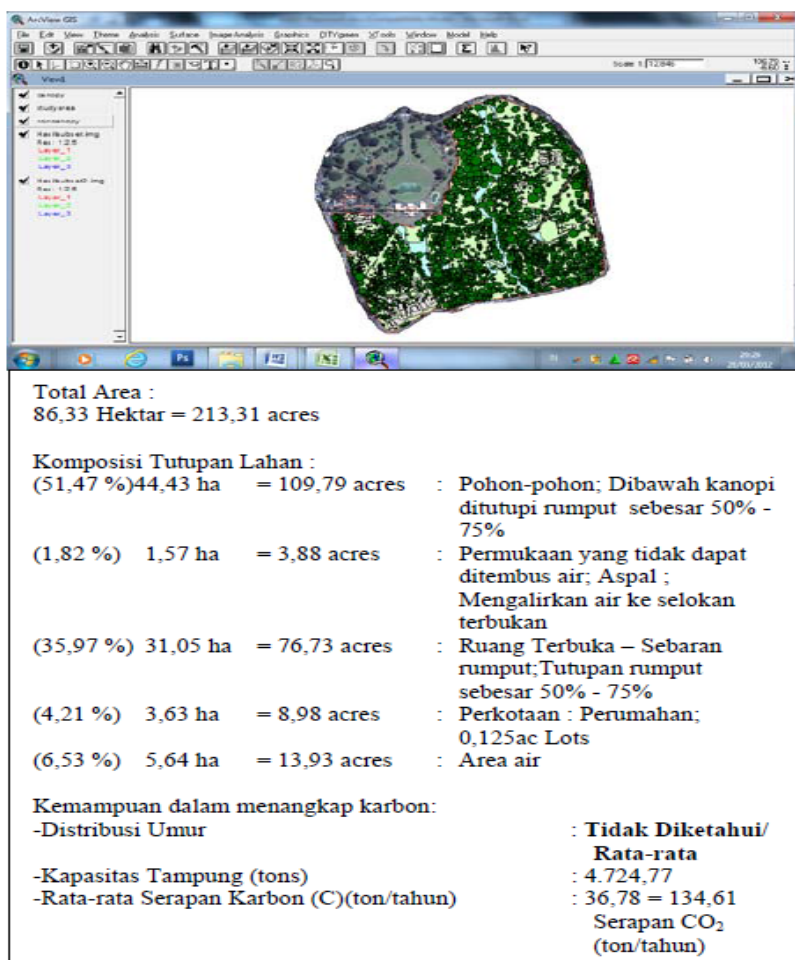
Gambar 1. Grafik Prediksi Jumlah Kendaraan bermotor serta emisi CO₂ yang dikeluarkannya hingga 30 tahun mendatang

emisi sebesar 0,06% dari 225.134,96 ton emisi CO₂ yang dikeluarkan kendaraan bermotor saat ini.

Sementara itu daya simpan karbon (C) dari keadaan eksisting kebun Raya Bogor sebesar 4.724,77 ton/tahun. Nilai daya simpan tersebut lebih besar dari nilai daya serapnya. Berdasarkan hasil analisis CITYgreen, diketahui bahwa tipe pohon di KRB termasuk tipe pohon tua. Semakin tua umur pohon tersebut, semakin besar pula kapasitas simpan karbonnya, yang ditunjukkan dengan semakin besarnya diameter batang dan tajuk pohon tersebut.

Skenario terhadap Kebun Raya Bogor

Skenario ini dibuat untuk mengetahui karakter tutupan kanopi pohon yang mana yang paling berpotensi untuk menyerap karbondioksida (CO₂). Hasil skenario



Sumber : Hasil Pengolahan Data

Gambar 2. Hasil Analisis CITYgreen 5.0 dari keadaan eksisting KRB

digunakan sebagai bahan masukan dalam mengembangkan RTH untuk menyerap CO₂.

1. Skenario pertama (pohon-pohon di KRB saat ini diasumsikan pohon berumur muda)

Spesifikasi pohon berumur muda dalam CITYgreen 5.0 memiliki rata-rata diameter <10 inchi (25,4 cm). Luas tutupan kanopi pada skenario ini sama dengan luas tutupan kanopi pada kondisi eksisting, yaitu 44,43 Ha. Hasil Analisis terhadap skenario pertama dapat dilihat pada Gambar 3.

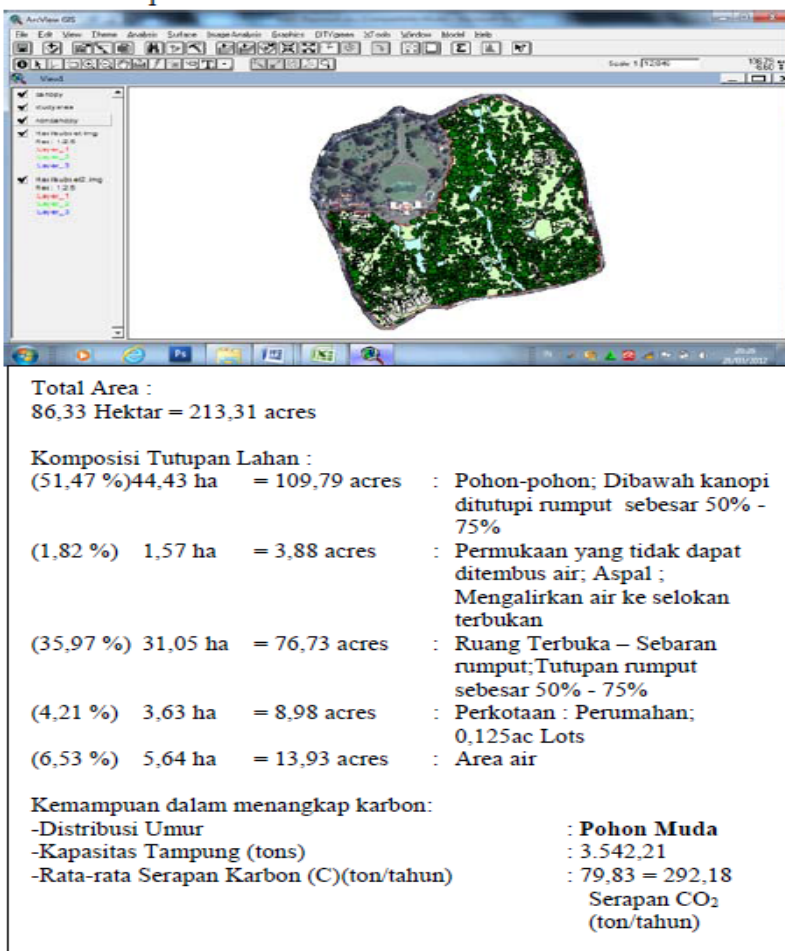
Tutupan kanopi seluas 44,43 Ha menghasilkan serapan karbon sebesar 79,83 ton/tahun atau 1,85 ton/tahun/hektar.

Setelah dikonversi ke potensi serapan CO₂, dengan skenario ini KRB mampu menyerap CO₂ sebesar 292,18 ton/tahun. Peningkatan ini disebabkan penggunaan pohon berusia muda, yang masih dalam masa pertumbuhan sehingga nilai serapan CO₂ pada skenario ini lebih besar daripada nilai serapan CO₂ pada kondisi eksisting.

Tabel 2. Emisi CO₂ yang dikeluarkan dari Jumlah Kendaraan bermotor tahun 2010

Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan Tahun 2010 (unit)	Jarak Tempuh Kendaraan (km/tahun)	Faktor Emisi CO ₂ (g/km)	Emisi CO ₂ (ton)
Sepeda Motor	128.281	7.300	40	37.458,05
Mobil Penumpang :				
a. Angkot	3.413	35.040	200	23.918,30
b. Mobil Pribadi	38.617	7.300	200	56.380,82
Mobil Barang :				
a. Truk	2.591	32.850	850	72.347,20
b. Tangki	136	32.850	850	3.797,46
c. Pick Up	4.584	26.280	200	24.093,50
d. Box	1.199	26.280	200	6.301,94
Bis Transpakuan	30	32.850	850	837,68
Jumlah	178.851			225.134,96

Sumber : Hasil Pengolahan Data



Sumber : Hasil Pengolahan Data

Gambar 3. Hasil Analisis CITYgreen 5.0 dari scenario pertama

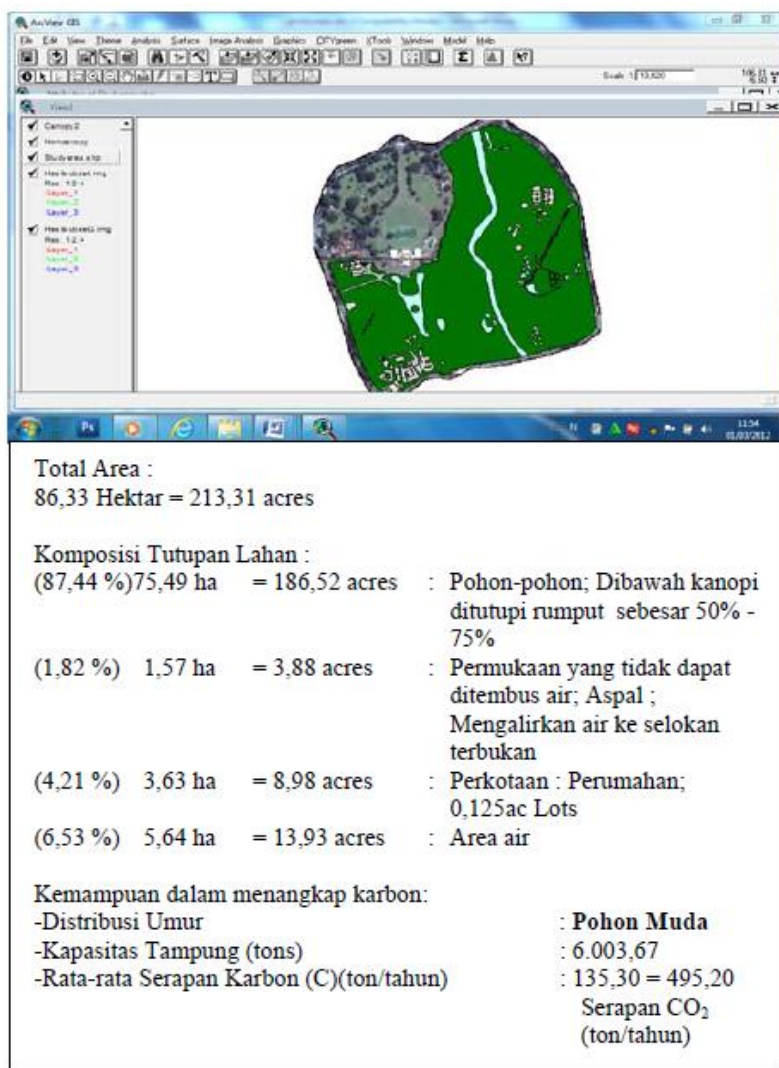
Dengan scenario pertama ini, pada tahun 2040 (30 tahun mendatang) diperkirakan KRB hanya mampu menyerap emisi CO₂ sebesar 0,055% dari 527.566,07 ton emisi yang dihasilkan. Nilai serapan ini sangatlah kecil untuk mengurangi emisi CO₂ yang dikeluarkan kendaraan bermotor.

2. Skenario kedua (scenario pertama ditambah ruang kosong yang diasumsikan ditanami pohon muda)
Pada scenario kedua, luas tutupan kanopi menjadi 75,49 Ha. Serapan karbon yang dihasilkan dari analisis CITYgreen 5.0 pada scenario kedua adalah 135,30 ton/tahun yang setara

dengan emisi CO₂ sebesar 495,2 ton/tahun. Scenario ini mampu meningkatkan potensi serapan CO₂ dari keadaan eksisting KRB sebesar 360,59 ton atau 267,88%. Hal ini disebabkan oleh luasan tutupan kanopi yang semakin luas dan penggunaan pohon berusia muda. Dengan scenario kedua ini, pada tahun 2040 diperkirakan KRB mampu menyerap emisi CO₂ sebesar 0,094% atau senilai dengan 495,20 ton dari 527.566,07 ton CO₂ yang diemisikan. Hasil analisis scenario kedua dapat dilihat pada gambar 4.

Berdasarkan hasil analisis dari keadaan eksisting Kebun Raya Bogor, skenario pertama dan skenario kedua tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa dalam hal serapan karbon (C), pohon berumur muda lebih berpotensi daripada pohon berumur tua. Namun, dalam hal simpanan karbon dari hasil analisis tersebut dinyatakan bahwa pohon berumur tua kapasitas simpannya lebih besar daripada pohon berumur muda. Hal tersebut dikarenakan umur pohon dapat berpengaruh terhadap besarnya kapasitas karbon (C), sehingga umur pohon berbanding lurus dengan diameter batang dan tajuk pohon. Oleh karena itu, semakin bertambah umur pohon maka akan semakin besar diameter batang dan tajuk pohon tersebut. Secara umum biomassa pada tiap bagian pohon pun akan meningkat dengan semakin besarnya diameter pohon. Semakin besar diameter batang dan tajuk pohon maka total biomassa pohon pun akan semakin besar sehingga jumlah karbon (C) yang disimpan dalam pohon berumur tua lebih besar daripada karbon (C) yang diserapnya.

Selain itu berdasarkan hasil analisis dari kondisi eksisting KRB, scenario pertama dan kedua menyatakan bahwa karakter tutupan kanopi pohon yang paling berpotensi dalam menyerap CO₂ adalah pada scenario kedua. Hal tersebut dikarenakan, selain tutupan kanopi pohon pada skenario kedua lebih luas, skenario kedua juga menggunakan pohon



Sumber : Hasil Pengolahan Data

Gambar 4. Hasil Analisis CITYgreen 5.0 dari scenario pertama

berumur muda. Oleh karena itu, untuk mengembangkan ruang terbuka hijau di daerah perkotaan dalam hal serapan karbondioksida (CO₂), tidak bisa dilihat dari luasan atau kuantitasnya saja, tetapi juga kualitas dari komponen ruang terbuka hijau (pohon) juga harus diperhatikan. Maka dari itu, agar emisi karbondioksida (CO₂) yang diserap lebih besar, sebaiknya menggunakan pohon berumur muda yang mempunyai tajuk yang rindang dan dari jenis yang memiliki intensitas fotosintesis yang tinggi serta jumlah stomata yang banyak, sehingga karbondioksida (CO₂) yang diserap lebih banyak.

SIMPULAN dan SARAN

Dari hasil analisis yang telah dilakukan sebelumnya, maka dapat disimpulkan beberapa hal berikut :

1. Tahun 2010 emisi CO₂ yang dikeluarkan kendaraan bermotor sebesar 225.134,96 ton, pada tahun 2040 diperkirakan akan mencapai 527.566,07 ton
2. Kondisi eksisting Kebun Raya Bogor mampu menyerap CO₂ sebesar 134,61 ton/tahun dan hanya mampu menyerap karbondioksida (CO₂) 0,06 % dari 225.134,96 ton emisi CO₂ yang dikeluarkan kendaraan bermotor pada tahun 2010.
3. Skenario pertama yaitu pohon-pohon di Kebun Raya Bogor saat ini diasumsikan pohon berumur muda dengan luas tutupan kanopi pohon sama dengan kondisi eksisting Kebun Raya Bogor yaitu seluas 44,43 ha. Skenario ini mampu meningkatkan potensi serapan

karbondioksida (CO₂) dari kondisi eksisting sebesar 117,06 % yakni dari 134,61 ton/tahun menjadi 292,18 ton/tahun dan pada tahun 2040 mampu menyerap emisi karbondioksida (CO₂) sebesar 0,055 % dari 527.566,07 ton. Skenario kedua yaitu skenario pertama ditambah dengan ruang-ruang kosong yang berisi hamparan rumput yang diasumsikan telah ditanami pohon berumur muda seluas 31,05 ha. Skenario ini mampu meningkatkan potensi serapan karbondioksida (CO₂) dari kondisi eksisting Kebun Raya Bogor sebesar 267,88 % yakni dari 134,61 ton/tahun menjadi 495,20 ton/tahun dan pada tahun 2040 mampu menyerap emisi karbondioksida (CO₂) sebesar 0,094 % dari 527.566,07 ton.

4. Pohon berumur muda lebih berpotensi dalam menyerap emisi CO₂ yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor di Kota Bogor daripada pohon berumur tua.

Setelah melihat simpulan dari hasil penelitian ini, maka terdapat beberapa saran atau usulan bagi pemerintah dan masyarakat Kota Bogor serta pihak-pihak terkait lainnya. Saran-saran tersebut diantaranya :

1. Mengembangkan ruang terbuka hijau di daerah perkotaan sebaiknya menggunakan pohon berumur muda yang mempunyai tajuk yang rindang dan dari jenis yang memiliki intensitas fotosintesis yang tinggi dan jumlah stomata yang banyak, karena pohon dengan karakter seperti itu akan menyerap karbondioksida (CO₂) lebih banyak.
2. Membuat atau menyediakan transportasi massal agar jumlah kendaraan bermotor di Kota Bogor berkurang, disamping adanya sosialisasi yang berisi ajakan terhadap pengguna kendaraan bermotor pribadi agar beralih untuk menggunakan kendaraan umum massal.

DAFTAR PUSTAKA

Garner, Matthew. Attwood, Angela. James, Alexandra. Sykes, Charlotte. Baldwin, David. Munafo, Marcus. 2011. 7.5% Carbondioxide Inhalation Increases Threat Processing in

Humans. University of Southampton: 1-3

Guttikunda, Sarath. 2008. Four Simple Equations for Vehicular Emissions Inventory. Simple Interactive Models for Better Air Quality 2: 1-13.

Johnson, Ian dan Coburn, Rebecca. 2010. Trees For Carbon Sequestration [Catatan Penelitian]. Prime Fact 981: 1-6.

Panie, Robert Leonard. 2009. Pendugaan Kebutuhan Luas Minimal Hutan Kota Di Kota Bekasi [Thesis]. Bogor: Program Pascajana, Institut Pertanian Bogor. 91 hal.

Purwaningsih, Sri. 2007. Kemampuan Serapan Karbondioksida pada Tanaman Hutan Kota di Kebun Raya Bogor [Skripsi]. Bogor: Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.

[BPS] Badan Pusat Statistik Kota Bogor. 2000. Bogor Dalam Angka Tahun 2000. Bogor: BPS Kota Bogor.

[BPS] Badan Pusat Statistik Kota Bogor. 2005. Bogor Dalam Angka Tahun 2005. Bogor: BPS Kota Bogor.

[BPS] Badan Pusat Statistik Kota Bogor. 2010. Bogor Dalam Angka Tahun 2010. Bogor: BPS Kota Bogor.

[Health and Safety Information].1989.Occupational Exposure Limits. The Health and Safety Executive Guidance Note EH40/89-Occupational Exposure Limits.1-4

[U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks]. 2004. Unit Conversions, Emissions Factors and Other Reference Data. U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks : 1-15.