

POTENSI SERAPAN KARBONDIOKSIDA BEBERAPA JENIS DAUN TANAMAN DI JALUR HIJAU JALAN RAYA PAJAJARAN, BOGOR

(Potential Carbondioxide Sequestration of Several Plant Leaves in Green Belt of Pajajaran Street, Bogor)

Mohamad Iqbal¹, Rachmad Hermawan², & Endes N. Dahlan²

¹Pusat Penelitian dan Pengembangan Perubahan Iklim dan Kebijakan,
Jl. Gunung Batu No. 5 Bogor, Indonesia; e-mail: iq_3650@yahoo.com

²Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata, Fakultas Kehutanan, IPB
Jl. Lingkar Akademik Kampus IPB Dramaga, Bogor, Indonesia;
e-mail: endesndahlan@gmail.com; rachmadhermawan@gmail.com

Diterima 10 Juli 2014 direvisi 22 November 2014 disetujui 23 Februari 2015

ABSTRACT

The increment of CO₂ concentration can effectively be controlled by the development of urban forest through selection of plants that have high potential CO₂ sequestration. This research aims to obtain data on the potential CO₂ sequestration by leaves of nine species of plants in green belt of Pajajaran Street, Bogor. Primary data was collected through field survey and laboratory analysis of leaf samples using the method of carbohydrates. Case and literature studies were conducted to obtain secondary data from the agency or the relevant literature, especially the results of studies with similar cases. Other data that were collected consisted of total leaves and leaf area. Results showed C. manghas has the potential CO₂ sequestration per leaf highest of 11.86 tonnes/ leaf/year. Additionally, F. elastica and S. macrophylla also has CO₂ sequestration rate are relatively well compared to other plant respectively of 3.83 tonnes/ leaf/year and 2.51 tonnes/ leaf/year. The inherent factors that determine the potential CO₂ sequestration is leaf width, leaf thickness, greenness of leaves, number of leaves and water content. While external factor among other places plant life, the availability of water and mineral nutrients, as well as the influence of light and temperature.

Keywords: Carbondioxide sequestration, carbohydrate method, urban forest, number of leaves, leaf area.

ABSTRAK

Peningkatan konsentrasi CO₂ secara efektif dapat dikendalikan dengan pembangunan hutan kota melalui pemilihan jenis tanaman perkotaan yang memiliki potensi serapan CO₂ tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan data potensi serapan CO₂ oleh daun pada sembilan jenis tanaman di jalur hijau Jalan Pajajaran, Bogor. Data primer dikumpulkan melalui survei lapangan dan analisis laboratorium sampel daun menggunakan metode karbohidrat. Studi kasus dan literatur untuk memperoleh data sekunder dari instansi atau literatur terkait, khususnya hasil studi dengan kasus serupa. Data lain yang dikumpulkan terdiri atas jumlah dan luas daun. Hasil analisis menunjukkan *C. manghas* memiliki potensi serapan CO₂ per daun tanaman paling tinggi yaitu sebesar 11,86 ton/daun/tahun. Selain itu, *F. elastica* dan *S. macrophylla* juga memiliki nilai serapan CO₂ yang relatif baik dibandingkan jenis tanaman lain yaitu masing-masing sebesar 3,83 ton/daun/tahun dan 2,51 ton/daun/tahun. Adapun faktor inheren tanaman yang menentukan besarnya potensi serapan CO₂ adalah luas daun, ketebalan daun, kehijauan daun, jumlah daun dan kadar air. Sedangkan faktor luar (eksternal) antara lain tempat hidup tanaman, ketersediaan air dan hara mineral, serta pengaruh cahaya dan suhu.

Kata kunci: Serapan CO₂, metode karbohidrat, hutan kota, jumlah daun, luas daun.

I. PENDAHULUAN

Global warming atau pemanasan global telah menjadi isu hangat sejak beberapa tahun terakhir. Isu ini muncul karena dampak yang ditimbulkannya sangat besar seperti perubahan iklim yang menyebabkan antara lain kenaikan permukaan air laut,

punahnya flora dan fauna tertentu dan sebagainya. Pemanasan global terjadi karena kadar Gas Rumah Kaca (GRK) di atmosfer semakin meningkat. Menurut Kiran dan Kinnary (2011), karbondioksida (CO₂) merupakan kontributor paling signifikan terhadap emisi GRK karena secara langsung berkaitan dengan kegiatan ekonomi manusia.

Dalam beberapa tahun terakhir peningkatan gas CO₂ di kota tidak hanya disebabkan karena peningkatan populasi tetapi juga disebabkan oleh lalu lintas kendaraan (Wallace *et al.*, 2009).

Saat ini, berbagai pertemuan, baik di tingkat nasional maupun internasional telah dilakukan untuk membahas persoalan pemanasan global. Salah satunya adalah pertemuan antar negara dalam *United Nations Framework Conference on Climate Change Conference of the Parties* (UNFCCC COP 19) yang diadakan pada tahun 2013 di Warsawa diakhiri dengan kesepakatan terhadap mekanisme kerugian dan kerusakan yang dirancang untuk membantu negara-negara berkembang dalam mengatasi dampak perubahan iklim.

Berbagai kebijakan telah dilakukan pemerintah Indonesia sebagai salah satu negara berkembang untuk mengurangi pemanasan global yaitu dengan melakukan penanaman 100 juta pohon. Penanaman ini dapat dilakukan di tiap pekarangan rumah milik masyarakat maupun di jalan protokol perkotaan. Jalan protokol yang sering dilalui kendaraan bermotor menjadi wilayah yang sangat rentan terhadap polusi udara di perkotaan. Menurut Martuti (2013), untuk mengurangi semakin tingginya polusi dari kendaraan bermotor, perlu adanya tanaman dengan daun yang berfungsi sebagai penyerap dan penjerap bahan pencemar dan debu di udara yang dihasilkan kendaraan bermotor. Melihat hal tersebut, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui potensi serapan CO₂ oleh daun pada jenis tanaman di pinggir jalan sehingga dapat dilakukan penetapan jenis tanaman yang cocok untuk ditanam di areal perkotaan.

Pengukuran potensi serapan CO₂ oleh daun pada jenis tanaman telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Satu di antaranya penelitian di ruang terbuka hijau (RTH) kota Kupang, menghasilkan simpulan bahwa daun pada jenis tanaman hutan kota mampu menyerap gas CO₂ sebesar 1,31 ton/tahun (Rozari & Suwari, 2012). Selain itu, di lokasi yang berbeda terdapat juga penelitian yang dilakukan oleh Kiran dan Kinnary (2011), hasilnya memperlihatkan bahwa potensi serapan CO₂ oleh daun pada jenis tanaman perkotaan di pinggir jalan kota Vadodara, India adalah sebesar 73,59 ton/tahun.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan data besaran potensi serapan CO₂ oleh daun pada sembilan jenis tanaman perkotaan di

jalur hijau Jalan Pajajaran, Bogor. Penelitian ini dimaksudkan untuk melengkapi simpulan-simpulan yang sudah ada, terutama mengenai mekanisme potensi serapan CO₂ dalam kaitannya dengan jenis-jenis tanaman tertentu.

II. METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

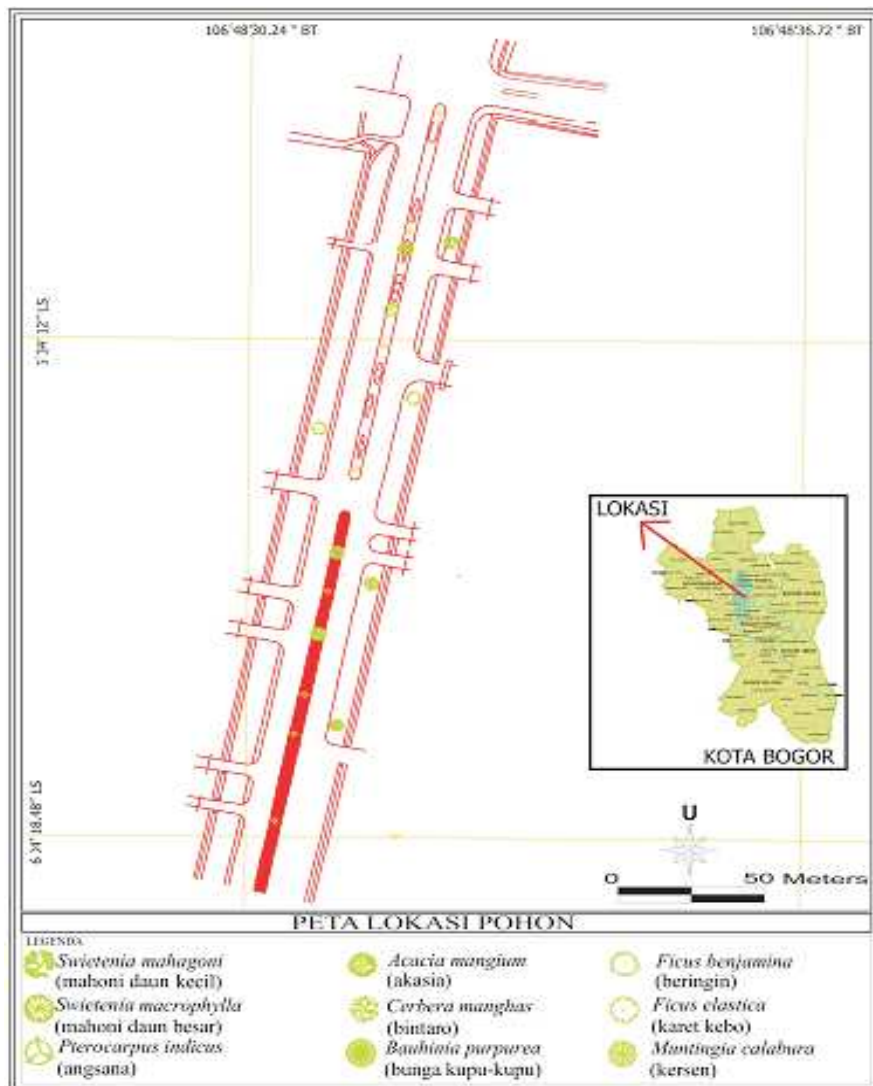
Pengambilan sampel daun dilakukan di sekitar Warung Jambu, Jalan Pajajaran, Kecamatan Bogor Utara, Kelurahan Bantar Jati, Bogor. Adapun letak masing-masing tanaman sampel berdasarkan koordinat disajikan pada Gambar 1. Untuk pengujian sampel daun dilakukan di laboratorium Balai Besar Litbang Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian. Penelitian dilaksanakan dari bulan Juli sampai dengan Agustus 2010.

B. Jenis dan Sumber Data

Penelitian ini menggunakan metode *sampling* tanpa pemanenan (*nondestructive sampling*) dilakukan dengan tahapan pengumpulan data primer dan data sekunder yang selanjutnya dilakukan analisis data. Data primer diperoleh dengan menentukan lokasi penelitian, dilanjutkan dengan menentukan jenis dan individu tanaman, menghitung jumlah daun dan luas daun per tanaman serta mengukur diameter dan tinggi tiap jenis tanaman. Data sekunder diperoleh dari studi pustaka dan pengumpulan data dari instansi terkait. Analisis data dilakukan untuk menghitung kemampuan daun pada tiap jenis tanaman di Jalan Pajajaran Bogor dalam menyerap CO₂.

C. Pengambilan Sampel

Penentuan sampel daun pada sembilan jenis tanaman menggunakan metode *proportional allocation* (Dahlan, 2007). Adapun kriteria pemilihan jenis didasarkan pada faktor jarak tanam/letak tanaman yang saling berdekatan. Jenis-jenis tanaman tersebut adalah akasia (*Acacia mangium*), angkana (*Pterocarpus indicus*), beringin (*Ficus benjamina*), bunga kupu-kupu (*Bauhinia purpurea*), kersen (*Muntingia calabura*), karet kebo (*Ficus elastica*), mahoni daun besar (*Swietenia macrophylla*), mahoni daun kecil (*Swietenia mahagoni*) dan bintaro (*Cerbera manghas*).



Gambar 1. Peta lokasi tanaman sampel di Jalan Pajajaran, Bogor.
 Figure 1. Location map of sample plants in green belt of Pajajaran Street, Bogor.

Pengambilan sampel daun untuk analisis karbohidrat dilakukan secara *random* (acak) dengan mempertimbangkan aspek umur daun dan letak/posisi daun. Aspek umur daun yaitu daun muda, dewasa dan tua, sedangkan aspek letak/posisi daun terdiri dari tajuk bagian atas dan bagian bawah. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan data analisis karbohidrat yang lebih akurat karena daun yang diambil mewakili semua kelas umur dan letak/posisi. Sampel daun yang diambil untuk kemudian diuji sebanyak 30 g.

Daun tiap jenis tanaman yang telah terkumpul sebanyak 30 g kemudian diukur luas tiap daunnya dan dijumlahkan hingga mendapatkan luas total keseluruhan per 30 g sampel daun. Pengambilan sampel daun dilakukan pada empat tahapan waktu, yaitu pada pukul 05.00 WIB, 12.00 WIB, 17.00 WIB

dan 20.00 WIB. Pada pukul 05.00 WIB diasumsikan belum terjadi proses fotosintesis, sedangkan pada pukul 12.00 WIB dan 17.00 WIB telah terjadi proses fotosintesis selama sehari dan pada pukul 20.00 diasumsikan tidak terjadi lagi proses fotosintesis.

D. Analisis Data

Pengukuran potensi serapan CO₂ oleh daun dilakukan dengan metode pengukuran karbohidrat, sedangkan massa CO₂ diketahui dari konversi massa karbohidrat hasil fotosintesis (Harjadi, 1979). Massa karbohidrat hasil fotosintesis dianalisis dengan metode Somogyi Nelson. Mengikuti cara Dahlan (2007), analisis data dilakukan menggunakan beberapa persamaan sebagai berikut:

1. Kadar karbohidrat (% KH kering) di-hitung dengan menggunakan rumus:

$$\% \text{ KH kering} = \frac{\frac{A}{S} \times \frac{100}{0,2} \times \frac{20}{1} \times 100\%}{1.000.000} \quad (1)$$

Keterangan (*Remark*):

A : nilai absorpsi karbohidrat

S : rata-rata standar karbohidrat

$$\frac{100}{0,2} \text{ dan } \frac{20}{1} : \text{faktor pengenceran}$$

2. KA (kadar air tiap jenis daun dalam %):

$$\frac{\text{Bobot basah daun} - \text{bobot kering daun}}{\text{Bobot basah daun}} \dots (2)$$

3. Persen KH basah dihitung dengan rumus:

$$\frac{100\% \text{ KA}}{100} \times \% \text{ KH kering} \dots (3)$$

4. Massa karbohidrat daun basah dihitung dengan rumus:

$$\frac{\text{Massa } C_6H_{12}O_6}{x \text{ bobot basah daun (30 g)}} = \% \text{ KH basah} \quad (4)$$

5. Massa CO₂ dihitung dengan rumus (Harjadi, 1979):

$$\text{Massa CO}_2 = \text{Massa } C_6H_{12}O_6 \times 1,47 \dots (5)$$

Rumus tersebut didapat dari persamaan reaksi fotosintesis:



Dari persamaan tersebut dapat dilihat 1 mol C₆H₁₂O₆ setara dengan 6 mol CO₂, sehingga perhitungannya adalah:

- a. Mol C₆H₁₂O₆ = Massa C₆H₁₂O₆ / Mr C₆H₁₂O₆
- b. Massa CO₂ = 6 x Mol C₆H₁₂O₆ x Mr CO₂
= Massa C₆H₁₂O₆ x 1,47

Keterangan (*Remark*):

Mr : Massa molekul relatif

Ar : Atom relatif

Ar C = 12, Ar H = 1, Ar O = 16

6. Potensi serapan CO₂ per luas daun (D) menggunakan rumus (Sutrian, 1992):

$$D = \frac{\text{Massa CO}_2}{\text{Luas daun total (30 g sampel daun) (L)}} \dots (6)$$

7. Potensi serapan CO₂ per luas daun per jam (Dt)

$$Dt = \frac{D}{\Delta t} \dots (7)$$

8. Potensi serapan CO₂ per lembar daun (Di)

$$Di = Dt \times \text{luas rata-rata per lembar daun} \dots (8)$$

9. Potensi serapan CO₂ per daun tanaman (Dm)

$$Dm = (L \times \sum d) / Q \dots (9)$$

10. Potensi serapan CO₂ per daun tanaman per jam (Dn)

$$Dn = Dt \times \sum d \times \text{luas rata-rata per lembar daun} \dots (10)$$

11. Potensi serapan CO₂ per daun tanaman per tahun (Dy)

$$Dy = \{Dn \times 5,36\} + \{Dn \times (12,07 - 5,36) \times 0,46\} \times 365 \quad (11)$$

Keterangan (*Remark*):

L = luas daun total (30 g bobot basah sampel daun)

$\sum d$ = jumlah daun per tanaman

Q = jumlah daun per 30 g bobot basah daun

Δt = selisih waktu pengambilan sampel yang dimulai pukul 05.00 sampai pukul 17.00

12,07 = nilai rata-rata lama penyinaran maksimum per hari (jam/hari)

5,36 = nilai rata-rata penyinaran aktual per hari di Bogor (jam/hari)

0,46 = perbandingan antara rata-rata laju foto-sintesis pada hari mendung dengan hari cerah (Sitompul & Guritno, 1995)

365 = jumlah hari dalam satu tahun

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Massa Karbohidrat dan Massa CO₂

Penelitian ini mengukur potensi serapan CO₂ oleh daun pada sembilan jenis tanaman sampel yang mewakili jumlah dan jenis tanaman yang terdapat di sekitar Warung Jambu, Jalan Pajajaran, Bogor. Penentuan individu tanaman berdasarkan pada tanaman yang jaraknya saling berdekatan, berpenampilan sehat, tidak tertekan, tidak terserang hama penyakit serta memiliki kelas umur yang relatif sama. Hasil inventarisasi di lokasi penelitian menunjukkan jenis tanaman didominasi oleh tanaman akasia dan mahoni daun besar. Adapun lokasi penelitian dibagi menjadi tiga bagian (Gambar 1) yaitu bagian pertama adalah jalur kanan atau pedestrian kanan jalan yang terdiri dari bintaro, karet kebo, kersen dan akasia. Bagian kedua adalah jalur tengah atau median jalan terdiri dari angkana, mahoni daun besar, mahoni daun kecil dan bunga kupu-kupu. Bagian ketiga adalah jalur kiri atau pedestrian kiri jalan yang hanya terdapat tanaman beringin.

Pengukuran potensi serapan CO₂ oleh daun pada sembilan jenis tanaman dilakukan dengan uji

karbohidrat. Persentase karbohidrat yang dihasilkan selama proses fotosintesis dapat digunakan untuk mengetahui massa CO₂ yang diserap oleh suatu jenis tanaman melalui metode analisis karbohidrat dengan menggunakan alat spektrofotometer dengan panjang gelombang 500 µm (HITACHI 150-20 Spectrophotometer 150-2-data processor). Nilai massa karbohidrat yang dihasilkan menunjukkan adanya penyerapan CO₂ pada tanaman tersebut. Hasil penghitungan massa karbohidrat dari hasil fotosintesis sembilan jenis tanaman berbeda untuk setiap jenis dan waktu pengambilan daun sampel tersaji pada Tabel 1.

Hasil penghitungan massa CO₂ bersih menunjukkan bahwa tanaman bintaro merupakan tanaman yang paling banyak menggunakan CO₂ untuk proses fotosintesis selama 12 jam (06.00-18.00) yaitu sebesar 10,26 g. Menurut Ferrini *et al.* (2011), ekstraksi CO₂ dari udara memisahkan atom karbon (C) dari atom oksigen (O₂), dan oksigen kembali ke udara sehingga tanaman menyimpan sejumlah besar karbon ke dalam struktur mereka. Hal ini menunjukkan bahwa massa CO₂ yang didapat memiliki nilai yang berbanding lurus dengan massa karbohidrat karena dalam proses fotosintesis jumlah C dalam CO₂ berbanding lurus dengan jumlah C terikat dalam gula selama fotosintesis.

Berdasarkan karakteristik morfologinya, tanaman bintaro memiliki daun berwarna hijau tua dengan panjang daun rata-rata 25 cm dan lebar 3-5 cm, warna hijau tua pada daun menunjukkan

bahwa kandungan klorofil yang terdapat dalam kloroplas berjumlah banyak. Menurut Permasari dan Su-listyaningsih (2013), kandungan hijau daun/klorofil yang lebih besar menunjukkan bahwa tanaman akan melakukan proses fotosintesis dengan lebih efisien sehingga kadar CO₂ yang diserap oleh daun semakin tinggi. Tanaman mahoni merupakan tanaman yang tumbuh dengan baik di tempat terbuka dan terkena cahaya matahari secara langsung, baik di dataran tinggi maupun dataran rendah (Soerianegara & Lemmens, 1994). Hal inilah yang menyebabkan tanaman ini banyak ditanam di pinggir jalan dan lingkungan rumah atau halaman perkantoran sebagai tanaman peneduh. Penelitian ini menunjukkan bahwa tanaman mahoni, baik mahoni daun besar maupun mahoni daun kecil mempunyai massa CO₂ paling rendah dibandingkan jenis tanaman yang lain. Hal ini mungkin disebabkan tanaman sampel yang digunakan dalam penelitian ini kurang mendapatkan intensitas cahaya matahari sehingga proses fotosintesis menjadi kurang optimal. Menurut Pertamawati (2010), proses fotosintesis akan optimal apabila tanaman mendapatkan intensitas cahaya matahari lebih tinggi daripada cahaya dengan intensitas lebih rendah.

Peningkatan dan penurunan massa karbohidrat tanaman bintaro antara pukul 05.00-20.00 WIB dengan tenggang waktu untuk peningkatan pada pukul 05.00-17.00 WIB dan mulai mengalami penurunan pukul 20.00 WIB. Hal ini karena pada waktu tersebut tidak akan terjadi lagi proses foto-

Tabel 1. Massa karbohidrat tanaman perkotaan

Table 1. Carbohydrate mass of urban plant

No	Jenis (<i>Species</i>)	Massa karbohidrat (<i>Carbohydrate mass</i>) (g)				θ (cm)	H (m)	V (m ³)	Massa CO ₂ bersih (<i>Net CO₂ mass</i>) (g)
		05.00	12.00	17.00	20.00				
1	<i>C. manghas</i>	0,50	1,39	1,41	1,29	29	20	1,320	10,26
2	<i>S. macrophylla</i>	0,78	1,47	0,99	1,37	28	20	1,231	6,83
3	<i>A. mangium</i>	0,88	1,45	1,46	1,29	27	15	0,858	6,50
4	<i>M. calabura</i>	1,24	1,52	1,02	1,03	25	20	0,981	6,17
5	<i>B. purpurea</i>	0,64	1,00	0,98	0,65	25	20	0,981	4,77
6	<i>P. indicus</i>	1,09	1,24	1,40	1,24	25	15	0,736	2,48
7	<i>F. benjamina</i>	1,05	1,28	1,19	0,70	24	15	0,678	2,22
8	<i>F. elastica</i>	0,72	0,99	0,88	1,11	23	20	0,831	0,84
9	<i>S. mahagoni</i>	0,82	0,88	0,83	0,79	22	20	0,760	0,66

Keterangan (*Remarks*):

θ = diameter tanaman (*plant diameter*) (cm); H = tinggi tanaman (*plant height*) (m); V = volume tanaman (*plant volume*) (m³).

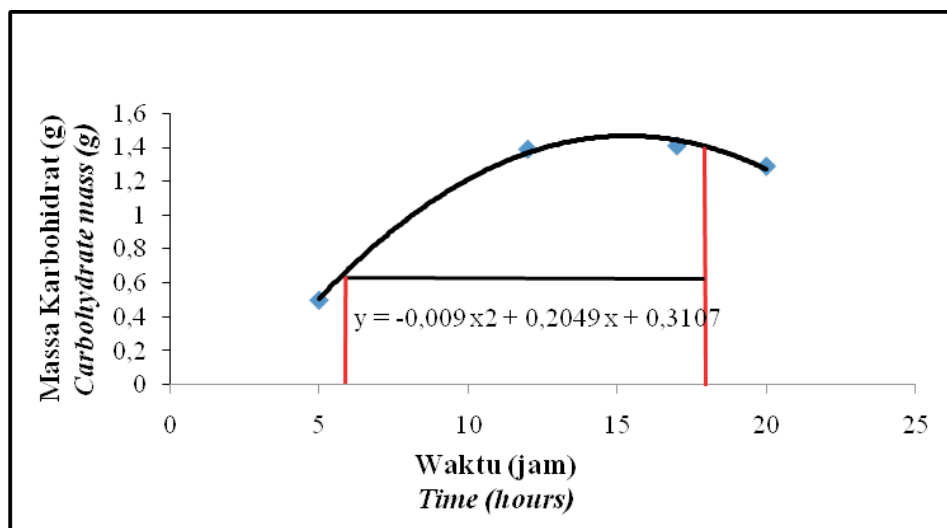
sintesis. Menurut Pertamawati (2010), semakin tinggi intensitas cahaya dan suhu maka fotosintesis semakin meningkat. Hal ini dapat dibuktikan melalui persamaan kuadrat $y = -0,009x^2 + 0,2049x + 0,3107$ (Gambar 2) yang memperlihatkan adanya kurva berbentuk parabola terbalik.

B. Potensi Serapan CO₂ per Luas Daun

1. Potensi serapan CO₂ tanaman merupakan kemampuan tanaman dalam menyerap sejumlah massa CO₂ per satuan waktu. Potensi serapan CO₂ per luas daun merupakan kemampuan tanaman menyerap sejumlah massa CO₂ per luas total daun dari 30 g sampel daun. Luas sampel daun per

tanaman dihitung dengan rumus persamaan 1. Potensi serapan CO₂ tanaman per luas daun yang diteliti dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 menunjukkan bahwa tanaman bintaro memiliki potensi serapan CO₂ per luas daun paling tinggi di antara jenis tanaman lainnya yaitu sebesar $100,70 \times 10^{-4} \text{ g/cm}^2$, sedangkan potensi serapan CO₂ per luas daun paling rendah adalah tanaman mahoni daun kecil dengan nilai sebesar $5,99 \times 10^{-4} \text{ g/cm}^2$. Nilai ini lebih rendah dari penelitian Mayalanda (2007) terhadap mahoni daun kecil yang mempunyai nilai potensi serapan CO₂ sebesar $0,61 \times 10^{-4} \text{ g/cm}^2$, hal ini diduga karena perbedaan lokasi dan tempat tumbuh.



Gambar 2. Kurva persamaan kuadrat bintaro (*C. manghas*).
Figure 2. Curve quadratic equation of *C. manghas*.

Tabel 2. Potensi serapan CO₂ per luas daun
Table 2. The CO₂ sink ability per leaf area

No	Jenis (<i>Species</i>)	Massa CO ₂ bersih (<i>Net CO₂ mass</i>) (g)	Luas daun total (<i>Leaf area</i>) (cm ²)	Ketebalan relatif daun (<i>Relative thickness</i>) (10 ⁻² g/cm ²)	Potensi serapan CO ₂ /luas daun (<i>The potential sequestration of CO₂/leaf area</i>) (10 ⁻⁴ g/cm ²)
1	<i>C. manghas</i>	10,26	1.018,50	1,89	100,70
2	<i>A. mangium</i>	6,50	1.578,90	0,56	41,16
3	<i>S. macrophylla</i>	6,83	2.233,50	0,93	30,56
4	<i>B. purpurea</i>	4,77	1.934,38	0,31	24,67
5	<i>M. calabura</i>	6,17	2.790,57	0,28	22,11
6	<i>F. elastica</i>	0,84	478,00	2,13	17,59
7	<i>F. benjamina</i>	2,22	2.355,05	1,72	9,44
8	<i>P. indicus</i>	2,48	3.276,09	1,80	7,56
9	<i>S. mabagoni</i>	0,67	1.113,84	0,70	5,99

Besarnya potensi serapan CO₂ per luas daun tidak hanya dipengaruhi oleh massa CO₂ maupun luas total (30 g sampel daun) tetapi juga dipengaruhi oleh jumlah daun yang diperoleh dalam 30 g sampel daun. Tanaman dengan luas helai daun tinggi belum tentu memiliki nilai potensi serapan CO₂ per luas daun yang tinggi juga karena luas daun yang dihitung adalah luas daun dalam 30 g sampel daun (persamaan 6). Besarnya potensi serapan CO₂ per luas daun pada tanaman bintaro disebabkan massa CO₂ yang dihasilkan paling tinggi di antara jenis lain (10,26 g). Selain itu, ketebalan daun juga dapat berpengaruh terhadap besarnya nilai potensi serapan CO₂ per luas daun. Tabel 2 menunjukkan bahwa ketebalan relatif daun bintaro tertinggi kedua adalah karet kebo yaitu $1,89 \times 10^{-2}$ g/cm², sedangkan mahoni daun kecil memiliki ketebalan daun yang relatif kecil dibandingkan jenis tanaman lainnya ($0,70 \times 10^{-2}$ g/cm²). Menurut Nurnasari dan Djumali (2012), ketebalan daun akan memengaruhi hasil fotosintat tanaman karena berhubungan dengan proses fotosintesis. Laju fotosintesis akan semakin besar seiring dengan semakin tebal ukuran daun sehingga pembentukan fotosintat sebagai hasil dari fotosintesis akan semakin besar.

C. Potensi Serapan CO₂ per Lembar Daun

Potensi serapan CO₂ per daun tidak selalu berbanding lurus dengan potensi serapan CO₂ per luas daun karena yang lebih menentukan adalah luas rata-rata per lembar daun. Ukuran tiap lembar daun berbeda-beda pada masing-masing tanaman. Ukuran luas daun rata-rata dari yang tertinggi

adalah beringin, bintaro, angkana, mahoni daun kecil, bunga kupu-kupu, mahoni daun besar, akasia, beringin dan kersen (Tabel 3). Semakin besar ukuran luas daun maka semakin besar pula kapasitas penyerapan CO₂-nya.

Tabel 3 menunjukkan bahwa bintaro memiliki potensi serapan CO₂ per lembar daun per jam paling tinggi yaitu $569,75 \times 10^{-4}$ g/lembar/jam, sedangkan tanaman dengan nilai potensi serapan CO₂ per lembar daun per jam terendah adalah beringin yaitu sebesar $10,02 \times 10^{-4}$ g/helai/jam. Besarnya luas per lembar daun belum tentu memiliki potensi serapan CO₂ per lembar daun per jam yang besar juga, seperti pada akasia yang memiliki luas rata-rata daun sebesar 16,62 cm² lebih rendah bila di-bandingkan dengan mahoni daun besar (22,33 cm²).

Karena memiliki potensi serapan CO₂ per luas daun per jam lebih tinggi yaitu sebesar $3,43 \times 10^{-4}$ g/cm²/jam maka potensi serapan CO₂ per lembar daun mengalami peningkatan sebesar $57,01 \times 10^{-4}$ g/lembar/ jam dibandingkan mahoni daun besar ($56,87 \times 10^{-4}$ g/lembar/jam) dengan potensi serapan CO₂ per luas daun per jam sebesar $2,55 \times 10^{-4}$ g/cm²/jam.

D. Potensi Serapan CO₂ per Daun Tanaman

Luas per lembar daun tanaman, jumlah lembar daun per tanaman dan potensi serapan CO₂ per luas daun per jam diperlukan untuk mengetahui potensi serapan CO₂ per daun tanaman. Data mengenai potensi serapan CO₂ per daun tanaman yang diteliti dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 3. Potensi serapan CO₂ per lembar daun per jam

Table 3. The CO₂ Sink ability per leaf area per hour

No	Jenis (<i>Species</i>)	Luas rata-rata daun (Average area of leaf) (cm ²)	Potensi serapan CO ₂ /lembar daun/jam (The potential sequestration of CO ₂ /leaf/hour) (10 ⁻⁴ g/helai/jam)
1	<i>C. manghas</i>	67,90	569,75
2	<i>F. elastica</i>	239,00	350,37
3	<i>A. mangium</i>	16,62	57,01
4	<i>S. macrophylla</i>	22,33	56,87
5	<i>B. purpurea</i>	23,59	48,50
6	<i>P. indicus</i>	36,81	23,19
7	<i>S. mahagoni</i>	26,52	13,23
8	<i>M. calabura</i>	5,57	10,26
9	<i>F. benjamina</i>	12,73	10,02

Tabel 4. Potensi serapan CO₂ per daun tanamanTable 4. The CO₂ sink ability per tree

No	Jenis (Species)	Luas rata-rata per daun (The average area per leaf) (cm ²)	Jumlah daun (Number of leaves)	Potensi serapan CO ₂ /daun tanaman/jam (The potential sequestration of CO ₂ /leaves of plant/hour) (g/daun tanaman/jam)	Potensi serapan CO ₂ /daun tanaman/tahun (The potential sequestration of CO ₂ /leaves of plant/year) (ton/daun tanaman/tahun)
1	<i>C. manghas</i>	67,90	67.520	3.846,94	11,86
2	<i>F. elastica</i>	239,00	35.418	1.240,95	3,83
3	<i>S. macrophylla</i>	22,33	143.091	813,82	2,51
4	<i>B. purpurea</i>	23,59	98.100	475,79	1,47
5	<i>A. mangium</i>	16,62	51.503	293,60	0,90
6	<i>P. indicus</i>	36,81	117.315	272,06	0,84
7	<i>S. mahagoni</i>	26,52	201.540	266,71	0,82
8	<i>F. benjamina</i>	12,73	121.416	121,64	0,37
9	<i>C. manghas</i>	5,57	40.240	41,31	0,13

Tabel 5. Kadar air tiap jenis daun

Table 5. The water content of each type of leaf

No	Jenis (Species)	05.00	12.00	17.00	20.00	Rata-rata (Mean) (% KA)
		(% KA)	(% KA)	(% KA)	(% KA)	
1	<i>C. manghas</i>	79,00	71,67	72,33	73,67	74,17
2	<i>S. mahagoni</i>	68,33	62,33	67,33	68,00	66,50
3	<i>B. purpurea</i>	69,00	62,67	63,33	67,33	65,58
4	<i>F. benjamina</i>	67,67	64,33	65,00	64,67	65,42
5	<i>P. indicus</i>	59,33	57,33	58,00	58,33	58,25
6	<i>A. mangium</i>	64,00	50,33	56,67	57,33	57,08
7	<i>M. calabura</i>	56,33	52,67	57,67	58,33	56,25
8	<i>F. benjamina</i>	50,33	46,33	49,33	69,67	53,91
9	<i>S. macrophylla</i>	56,00	47,00	53,67	53,33	52,50

Keterangan (Remark): KA = Kadar air (Water content) (%).

Menurut Pertamawati (2010), semakin banyak jumlah daun maka proses fotosintesis akan optimal sehingga penyerapan CO₂ juga semakin meningkat. Dalam penelitian ini, tanaman yang memiliki jumlah daun per tanaman terbanyak bukan jenis tanaman dengan potensi serapan CO₂ paling tinggi, hal ini mungkin disebabkan terdapat faktor lain yang dapat memengaruhi potensi serapan CO₂ tiap daun seperti intensitas cahaya, kadar air dan ukuran luas daun.

Jumlah daun kesembilan jenis tanaman berbeda-beda tingkat pertumbuhannya. Urutan jumlah daun terbanyak dari sembilan jenis tanaman tersebut adalah mahoni daun kecil, mahoni daun besar, beringin, angkana, bunga kupu-kupu, bintaro, akasia, kersen dan beringin. Tabel 4 menunjukkan bahwa bintaro memiliki potensi serapan CO₂ paling tinggi yaitu 11,86 ton/daun tanaman/tahun dengan

jumlah daun per tanaman sebanyak 67.520 lembar dan memiliki luas per helai daun sebesar 67,90 cm², sedangkan jenis yang memiliki potensi serapan CO₂ per tanaman per tahun paling rendah adalah kersen yaitu sebesar 0,13 ton/daun tanaman/tahun.

E. Potensi Serapan CO₂ Tanaman Perkotaan Berdasarkan Kadar Air

Kadar air merupakan banyaknya air yang terdapat di dalam daun setelah dikering-udarkan. Tujuan pengukuran persen kadar air adalah untuk melihat pengaruh kadar air terhadap potensi serapan CO₂. Kadar air dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2. Nilai kadar air pada sembilan jenis tanaman hutan kota yang diteliti dapat dilihat pada Tabel 5.



Gambar 3. Tegakan dan daun bintaro (*C. manghas*).
 Figure 3. Stands and Leaves of *C. manghas*.

Nilai rata-rata kadar air tiap jenis daun menurut waktunya (Tabel 5) terlihat bahwa daun bintaro memiliki kadar air tertinggi yaitu sebesar 74,17%, sedangkan jenis daun yang memiliki nilai rata-rata kadar air terendah yaitu mahoni daun besar sebesar 52,50%. Kadar air berkaitan dengan stomata daun. Menurut Permanasari dan Sulistyaningsih (2013), tanaman yang memiliki kadar air tinggi dapat melebarkan stomata sehingga meningkatkan penyerapan CO₂ dan sebaliknya. Pada penelitian ini bintaro memiliki potensi serapan CO₂ per luas daun tertinggi yaitu sebesar 100,70 x 10⁻⁴ g/cm². Data ini mendukung pernyataan bahwa kadar air yang tinggi akan menyebabkan stomata terbuka sehingga penyerapan terhadap CO₂ meningkat dan sebaliknya. Tanaman bintaro yang diteliti dapat dilihat pada Gambar 3.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Telah berhasil diidentifikasi sembilan jenis tanaman perkotaan yang memiliki potensi serapan CO₂ oleh daun (ton/daun tanaman/tahun) adalah sebagai berikut: bintaro 11,86; karet kebo 3,83; mahoni daun besar 2,51; bunga kupu-kupu 1,47; akasia 0,90; angsana 0,84; mahoni daun kecil 0,82; beringin 0,37 dan kersen 0,13. Di antara jenis-jenis yang teridentifikasi bintaro memiliki potensi serapan CO₂ per daun tanaman paling tinggi. Selain memiliki kemampuan menyerap CO₂ yang baik,

tanaman bintaro juga tumbuh dan berkembang dengan cepat, baik di pinggir jalan raya maupun di pekarangan rumah warga. Dari segi estetika tanaman, tanaman bintaro memiliki daun yang rimbun sehingga sangat cocok untuk peneduh, bunga yang berwarna putih seperti melati yang apabila berbunga akan didominasi warna putih bersih sehingga cocok dijadikan sebagai penghias taman kota. Manfaat lain dari tanaman ini adalah bijinya mengandung minyak yang cukup tinggi berpotensi dikembangkan sebagai sumber energi alternatif pengganti bahan bakar minyak fosil.

Jenis karet kebo dan mahoni daun besar juga memiliki nilai potensi serapan CO₂ yang relatif lebih baik dibandingkan dengan jenis-jenis tanaman yang lain, di mana karet kebo dengan tajuknya yang lebar dipandang efektif menjadi pengisi ruang terbuka hijau (RTH) khususnya di kota Bogor. Mahoni daun besar sangat umum dijadikan sebagai tanaman peneduh karena memiliki batang tanaman yang dapat mencapai tinggi 30-40 m dan bercabang banyak sehingga kanopinya berbentuk payung dan sangat rimbun (Moghadamtousi *et al.*, 2013).

Adapun faktor inheren tanaman yang menentukan besarnya potensi serapan CO₂ adalah luas/lebar daun, ketebalan daun, warna/kehijauan daun dan jumlah daun. Faktor dari luar (eksternal) antara lain lokasi/tempat hidup tanaman, ketersediaan air, pengaruh cahaya dan suhu serta ketersediaan hara mineral.

B. Saran

Berdasarkan penelitian ini, perlu segera dilakukan penelitian yang sama untuk jenis-jenis tanaman lain di berbagai lokasi jalur hijau perkotaan sehingga dapat memberikan alternatif jenis tanaman yang baik untuk ditanam di jalur hijau perkotaan. Selain itu, dapat juga dilakukan penghitungan simpanan biomassa karbon pada bagian tanaman yang lain seperti akar, batang, cabang dan ranting sehingga akan menghasilkan kesimpulan yang lebih komprehensif. Upaya untuk mengatasi peningkatan gas CO₂ antropogenik seiring meningkatnya populasi manusia maka sebaiknya memilih jenis tanaman dengan daun yang mempunyai potensi serapan CO₂ tinggi seperti bintaro (*C. manghas*) selain tentu saja tetap menjadikan jenis tanaman lokal atau endemik sebagai prioritas dalam pemilihan jenis tanaman hutan kota.

DAFTAR PUSTAKA

- Dahlan, E.N. (2007). *Analisis kebutuhan hutan kota sebagai sink gas CO₂ antropogenik dari bahan bakar minyak dan gas di kota Bogor dengan pendekatan sistem dinamik*. (Disertasi). Program Studi Ilmu Pengetahuan Kehutanan, Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Ferrini, F. & Fini, A. (2011). Sustainable management techniques for trees in the urban areas. *Journal of Biodiversity and Ecological Sciences JBES*, 1(1), 1-20.
- Harjadi, M.M.S. (1979). *Pengantar agronomi*. Jakarta: Gramedia.
- Kiran, G.S. & Kinnary, S. (2011). Carbon sequestration by urban trees on roadsides of Vadodara city. *International Journal of Engineering Science and Technology (IJEST)*, 3(4), 3066-3070.
- Martuti, T.K.N. (2013). Peranan tanaman terhadap pencemaran udara di jalan protokol kota Semarang. *Jurnal biosaintifika*, 5(1), 36-42.
- Mayalanda, Y. (2007). *Kajian potensi serapan karbondioksida pada beberapa tanaman hutan kota di Hutan Penelitian Dramaga*. (Skripsi). Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Moghadamtousi, Z.S., Goh, H.B., Chan K.C., Shabab, T., & Kadir, A.H. (2013). Biological activities and phytochemicals of *Swietenia macrophylla* King. *Molecules*, 18, 10465-10483.
- Soerianegara, I. & Lemmens, R.H.M.J. (Eds.). (1994). *Major commercial timbers*. (Timber Trees, 5(1). Bogor: Prosea.
- Nurnasari, E. & Djumali. (2012). Respon tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) terhadap lima dosis zat pengatur tumbuh (ZPT) asam naftalen asetat (NAA). *Agrovigor*, 5(1), 26-33.
- Peraturan Pemerintah No. 63 tahun 2002 tentang Hutan Kota.
- Permanasari, I. & Sulistyarningsih, E. (2013). Kajian fisiologi perbedaan kadar lengas dan konsentrasi giberelin pada kedelai (*Glycine max* L.). *Jurnal Agroteknologi*, 4(1), 31-39.
- Pertamawati. (2010). Pengaruh fotosintesis terhadap pertumbuhan tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.) dalam lingkungan fotoautotrof secara in-vitro. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*, 12(1), 31-37.
- Rozari, P.D. & Suwari. (2012). Analisis kebutuhan luasan hutan kota berdasarkan penyerapan CO₂ antropogenik di kota Kupang. *Jurnal Bumi Lestari*, 12(2), 189-200.
- Sitompul, S.M. & Guritno, B. (1995). *Analisis pertumbuhan tanaman*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Sutrian, Y. (1992). *Pengantar anatomi tumbuhan-tumbuhan tentang sel dan jaringan*. Jakarta: Rineke Cipta.
- Wallace, J., Corr, D., De Luca, P., Kanaroglou, P., & Mc Carry, B. (2009). Mobile monitoring of air pollution in cities: the case of Hamilton, Ontario, Canada. *Journal of Environmental Monitoring*, 11, 998-103.