

KEMAMPUAN ROSOT KARBONDIOKSIDA 15 JENIS TANAMAN KOLEKSI DI KEBUN RAYA BOGOR

CARBONDIOXIDE SINK ABILITY OF 15 PLANT SPECIES COLLECTION IN BOGOR BOTANICAL GARDEN

Masfiro Lailati

Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor
sekarang peneliti pada
UPT BKT Kebun Raya Cibodas LIPI
Jln. Raya Cibodas 19 SDL Cipanas, Cianjur, Jawa Barat
Pos-el : msf6y6tea_14@yahoo.com

ABSTRACT

The increasing number of industries and motor vehicles has an impact in the increased concentration of carbondioxide in the atmosphere. This has been causing green house effects (global warming). Therefore, the availability is essential for absorbing carbondioxide in large capacity, both in forest areas as well as in large cities. The objective of this research is to measure carbondioxide sink ability of fifteen (15) species of local plants and to determine the effective in absorbing carbondioxide. Leaf of local plants collection samples were collected from the Bogor Botanical Garden. Carbohydrate analysis was done in the Laboratory Biokimia BB-BIOGEN Bogor; while stomata examination was done in Laboratory Kayu Solid IPB. The data obtained were analyzed using carbohydrate mole comparison and linear regression. The highest sink ability was found for canary (12,638.453 g/hour) and the lowest was found for sandalwood (1.379 g/hour). Sink ability of the other species ranged between 131.244 g/hour and 11,461.506 g/hour.

Keywords: carbondioxide, sink, leaf, urban forest

ABSTRAK

Peningkatan jumlah industri dan kendaraan bermotor menyebabkan meningkatnya konsentrasi gas karbondioksida (CO₂) di atmosfer sehingga mengakibatkan terjadinya efek rumah kaca (pemanasan global). Oleh karena itu, diperlukan ruang terbuka hijau/pepohonan sebagai penyerap karbondioksida dalam kapasitas yang besar, tidak hanya di kawasan hutan tetapi juga di kota-kota besar. Penelitian dilakukan dengan tujuan mengukur kemampuan rosot karbondioksida 15 jenis tanaman koleksi yang efektif dalam menyerap karbondioksida. Penelitian dilakukan di Kebun Raya Bogor untuk pengambilan daun, analisis karbohidrat di Laboratorium Biokimia BB-BIOGEN Bogor, dan pengamatan stomata di Laboratorium Kayu Solid IPB. Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan perbandingan mol karbohidrat dan regresi linier. Dari hasil analisis diperoleh urutan jenis tanaman yang memiliki daya rosot tertinggi yaitu kenari 12.638,453 g/jam dan terendah adalah cendana 1,379 g/jam, sedangkan jenis yang lain memiliki daya rosot antara 131,244 g/jam dan 11.461,506 g/jam.

Kata kunci: karbondioksida, rosot, daun, hutan kota

PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah industri, kendaraan bermotor, dan berbagai kegiatan lainnya telah menyebabkan meningkatnya konsentrasi gas karbondioksida (CO₂) di atmosfer. Soedomo¹ menyatakan pada

tahun 1988 konsentrasi karbondioksida di atmosfer sekitar 351 ppm, dan telah naik menjadi 381 ppm pada 2005,² diprediksi akan meningkat lagi menjadi hampir 800 ppm pada 2100.³ Bersama gas pencemaran lain, gas karbon di udara membentuk

lapisan yang menahan panas bumi, akibatnya suhu udara makin panas. Hal ini kemudian mengakibatkan perubahan iklim dan pergeseran musim di seluruh bumi.⁴ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) menyimpulkan bahwa temperatur udara global akibat gas rumah kaca telah meningkat 0,6°C (1° Fahrenheit) sejak tahun 1861. IPCC juga memprediksi peningkatan temperatur rata-rata global akan meningkat 1,4–5,8°C (2,5–10,4° Fahrenheit) pada 2100.⁵ Kenaikan temperatur ini akan menimbulkan banyak dampak negatif bagi kehidupan di permukaan bumi.

Untuk mengurangi konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer, keberadaan hutan sebagai resor karbon (*carbon sink*) sangat diperlukan. Hutan merupakan penyerap karbondioksida yang cukup penting, selain fitoflankton, ganggang, dan rumput laut di samudra. Penyerapan karbon di hutan dan tanah hutan sangat potensial untuk mengurangi konsentrasi CO₂ di atmosfer, yaitu sekitar 0,4 Pg C/year (0,4 miliar ton karbon/tahun) di tanah hutan dan 1–3 Pg C/year (1–3 miliar ton karbon/tahun) total dalam bioma hutan.⁶ Hutan akan menyerap karbondioksida melalui proses fotosintesis yang kemudian menghasilkan oksigen yang sangat diperlukan oleh manusia dan hewan.⁷ Akan tetapi, dengan menurunnya luasan hutan akibat pembalakan liar (*illegal logging*), kebakaran hutan dan konversi lahan menyebabkan fungsi hutan sebagai resor karbon juga berkurang. IPCC menyebutkan akibat laju kerusakan hutan dan konversi pada hutan hujan tropis menjadi lahan pertanian mengakibatkan emisi 1,6–1,7 Pg C/year (1,6–1,7 miliar ton karbon/tahun) ke atmosfer.⁸

Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak pemanasan global tersebut antara lain melalui kegiatan penanaman kembali pada lahan-lahan yang telah gundul ataupun pengembangan ruang terbuka hijau (RTH) di kota-kota besar dengan membangun hutan kota, taman kehati, ataupun penanaman pohon lainnya. Untuk itu, diperlukan ketepatan dalam memilih jenis-jenis tanaman hutan kota yang mempunyai kemampuan tinggi dalam menyerap karbondioksida di udara. Penelitian resor karbondioksida terhadap 15 jenis tanaman koleksi Kebun Raya

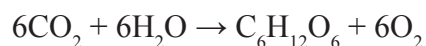
Bogor telah dilakukan dengan tujuan untuk mengukur kemampuan resor karbondioksida pada jenis tanaman koleksi yang diteliti dan memilih jenis tanaman yang memiliki kemampuan resor karbondioksida yang efektif.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Kebun Raya Bogor untuk mengambil sampel daun. Uji karbohidrat dianalisis di Laboratorium Biokimia Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik (BB-BIOGEN) Bogor sedangkan pengamatan stomata dilakukan di Laboratorium Kayu Solid Departemen Hasil Hutan Fakultas Kehutanan IPB. Penelitian dilakukan pada bulan Juni–Agustus 2007. Sampel daun diambil dari 15 jenis tanaman koleksi yang tumbuh di Kebun Raya Bogor yang meliputi daun muda, dewasa, dan tua (Tabel 1).

Data yang diambil meliputi jumlah daun per pohon; pengukuran luas daun per sampel 30 gram; jumlah, gambar, dan kerapatan stomata bawah daun per jenis pohon; massa karbohidrat daun per jenis pohon, daun diambil pada pukul 05.00 dan 10.00 karena untuk mengetahui perbedaan serapan karbondioksida pada waktu yang berbeda; dan data sekunder (penunjang) meliputi tahun tanam tanaman, serta diameter dan tinggi pohon.

Metode yang digunakan bersifat eksperimental, yaitu penghitungan daya resor karbondioksida dengan menggunakan uji karbohidrat melalui perbandingan mol (persamaan Avogadro)⁹ yakni:



$$\text{Massa CO}_2 = 6\text{Mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \times \text{Mr CO}_2$$

Massa CO₂ = 1,47 x massa C₆H₁₂O₆, kemudian dianalisis dengan mengonversikan massa karbohidrat yang didapat ke daya resor karbondioksida per luas daun sampel, per luas daun per jam, per helai daun per jam, per pohon per jam, dan per pohon per tahun. Penentuan hubungan kerapatan, panjang, dan lebar stomata dengan daya resor karbondioksida dengan analisis regresi linear.

Tabel 1. Massa Karbohidrat dan Massa Karbondioksida

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Famili	Massa Karbohidrat Sampel (g)		Selisih Massa Karbohidrat (g)	Massa CO ₂ (g)
				05:00	10:00		
1.	Kenari	<i>Canarium asperum</i> Benth.	Burseraceae	3.109	8.356	5.246	7.695
2.	Rasamala	<i>Altingia excelsa</i> Noronha	Hammamelidaceae	2.153	6.007	3.854	5.652
3.	Kamper	<i>Dryobalanops aromatica</i> Gaertn.f.	Dipterocarpaceae	2.513	5.434	2.921	4.284
4.	Meranti merah	<i>Shorea pinanga</i> Scheff.	Dipterocarpaceae	3.150	5.325	2.175	3.190
5.	Resak	<i>Vatica puniciflora</i> (Korth.) Blume	Dipterocarpaceae	4.311	6.286	1.974	2.896
6.	Kapuk randu	<i>Ceiba pentandra</i> L. Gaertn.	Bombacaceae	2.646	4.545	1.899	2.785
7.	Nangka	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lamk.	Moraceae	3.567	4.850	1.283	1.882
8.	Tanjung	<i>Mimusops elengi</i> Linn.	Sapotaceae	5.228	6.494	1.265	1.855
9.	Pulai	<i>Alstonia scholaris</i> (L.) R.Br.	Apocynaceae	3.617	4.241	0.624	0.916
10.	Gadog	<i>Bischofia javanica</i> Blume.	Euphorbiaceae	2.000	2.621	0.621	0.911
11.	Kiburahol	<i>Stelechocarpus burahol</i> Hook.f & Thomson.	Annonaceae	6.020	6.543	0.523	0.767
12.	Ketapang	<i>Terminalia cattapa</i> Linn.	Combretaceae	2.244	2.760	0.516	0.757
13.	Pakel	<i>Mangifera foetida</i> Lour.	Anacardiaceae	4.629	4.863	0.234	0.343
14.	Gaharu	<i>Aquilaria malaccensis</i> Lamk.	Thymelaeaceae	5.000	5.166	0.167	0.244
15.	Cendana	<i>Santalum album</i> Linn.	Santalaceae	3.829	3.870	0.041	0.060

HASIL DAN PEMBAHASAN

Massa Karbohidrat dan Massa Karbondioksida

Massa karbohidrat yang dihasilkan oleh suatu tanaman menunjukkan adanya penyerapan karbondioksida pada tanaman. Semakin besar karbohidrat yang dihasilkan maka penyerapan karbondioksida juga semakin besar. Massa karbohidrat yang dihasilkan oleh 15 tanaman pada saat pengukuran pukul 05.00 lebih rendah dibandingkan dengan pengukuran pukul 10.00. Pada pukul 10.00, massa karbohidrat yang dihasilkan lebih besar karena fotosintesis telah terjadi dan senyawa organik (karbohidrat/pati) yang terbentuk bertambah sehingga setiap jenis tanaman mengalami peningkatan seiring dengan semakin tingginya intensitas cahaya yang diterima dan penyerapan karbondioksida yang mengakibatkan peningkatan fotosintesis di daun. Hasil penghitungan massa karbohidrat dan massa karbondioksida pada tiap-tiap jenis tanaman disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1 memperlihatkan adanya perbedaan selisih massa karbohidrat 15 jenis tanaman, yang menunjukkan tiap jenis tanaman mempunyai produktivitas berbeda dalam menghasilkan kar-

bohidrat. Selama fotosintesis berlangsung pada selang waktu 05.00–10.00, kenari menghasilkan karbohidrat tertinggi 5,246 g sedangkan cendana memiliki massa karbohidrat terendah yakni 0,041g. Bahkan, produksi massa karbohidrat kenari masih tertinggi apabila dibandingkan dengan jenis tanaman koleksi lain yang diteliti oleh Purwaningsih¹⁰ terhadap 25 jenis tanaman koleksi Kebun Raya Bogor. Penelitian ini melaporkan bahwa produksi selisih massa karbohidrat tertinggi yakni sebesar 3,288 g dihasilkan oleh *Cananga odorata* dan selisih massa karbohidrat terendah dihasilkan oleh *Filicium decipiens* sebesar 0,039 g. Sementara itu, Mayalanda¹¹ yang meneliti 21 jenis tanaman di Hutan Penelitian Darmaga melaporkan selisih massa karbohidrat tertinggi adalah *Strombosia zeylanica* yakni sebesar 1,437 g dan terendah *Hopea mangarawan* 0,006 g. Hal ini bisa disebabkan kondisi Hutan Penelitian Darmaga belum begitu tercemar polutan udara (karbondioksida) jika dibandingkan di Kebun Raya Bogor yang letaknya berada di tengah kota dan dikelilingi jalan-jalan utama di kota Bogor.

Massa karbondioksida yang dihasilkan berbanding lurus dengan massa karbohidrat karena dalam proses fotosintesis jumlah C dalam CO₂ berbanding lurus dengan jumlah C terikat

dalam gula selama fotosintesis sehingga massa karbondioksida merupakan 1,47 kali dari massa karbohidrat.

Massa karbondioksida yang dihasilkan mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya waktu pengamatan karena proses fotosintesis dan penyerapan karbondioksida yang dilakukan terus-menerus oleh tanaman.

Daya Rosot Karbondioksida per Luas Daun

Massa karbondioksida tidak selalu berbanding lurus dengan daya rosot karbondioksida per cm^2 luasan daun karena sangat bergantung pada luasan 30 g daun sampel yang diuji. Semakin besar luasan daun sampel, semakin kecil daya rosot karbondioksida per cm^2 daun. Sebaliknya,

Tabel 2. Daya Rosot Karbondioksida per Luas Daun per Jam

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Luas Daun Contoh (cm^2)	Daya Rosot $\text{g CO}_2 \times 10^{-4}/\text{cm}^2/\text{jam}$
1.	Kenari	<i>Canarium asperum</i> Benth.	1865.70	10.311
2.	Rasamala	<i>Altingia excelsa</i> Noronha.	1604.35	8.808
3.	Meranti merah	<i>Shorea pinanga</i> Scheff.	1105.78	7.212
4.	Kamper	<i>Dryobalanops aromatica</i> Gaertn.	1841.24	5.817
5.	Resak	<i>Vatica punciflora</i> (Korth.) Blume.	1307.41	5.537
6.	Nangka	<i>Arthocarpus heterophyllus</i> Lamk.	1061.10	4.434
7.	Kapuk randu	<i>Ceiba pentandra</i> L. Gaertn.	1704.37	4.085
8.	Tanjung	<i>Mimusops elengi</i> Linn.	1431.94	3.239
9.	Pulai	<i>Alstonia scholaris</i> (L.) R.Br.	1185.01	1.932
10.	Gadog	<i>Bischofia javanica</i> Blume.	1210.32	1.881
11.	Ketapang	<i>Terminalia cattapa</i> Linn.	1269.49	1.490
12.	Kiburahol	<i>Stelechocarpus burahol</i> Blume Hook.f & Thomson.	1565.02	1.226
13.	Pakel	<i>Mangifera foetida</i> Lour.	1007.895	0.850
14.	Gaharu	<i>Aquilaria malaccensis</i> Lamk.	1504.4	0.406
15.	Cendana	<i>Santalum album</i> Linn.	974.765	0.155

Tabel 3. Daya Rosot Karbondioksida per Helai Daun per Jam

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Luas Daun/Helai (cm^2)	Daya Rosot $\text{gCO}_2 \times 10^{-2}/\text{Helai Daun}/\text{Jam}$
1.	Kenari	<i>Canarium asperum</i> Benth.	186.57	19.237
2.	Meranti merah	<i>Shorea pinanga</i> Scheff.	100.53	7.250
3.	Resak	<i>Vatica punciflora</i> (Korth.) Blume.	108.95	6.033
4.	Kapuk randu	<i>Ceiba pentandra</i> L. Gaertn.	131.11	5.355
5.	Ketapang	<i>Terminalia cattapa</i> Linn.	317.37	4.728
6.	Rasamala	<i>Altingia excelsa</i> Noronha.	28.15	2.479
7.	Nangka	<i>Arthocarpus heterophyllus</i> Lamk.	48.23	2.139
8.	Pulai	<i>Alstonia scholaris</i> (L.) R.Br.	107.73	2.081
9.	Kamper	<i>Dryobalanops aromatica</i> Gaertn.f.	29.70	1.727
10.	Tanjung	<i>Mimusops elengi</i> Linn.	32.54	1.054
11.	Gadog	<i>Bischofia javanica</i> Blume.	52.62	0.990
12.	Pakel	<i>Mangifera foetida</i> Lour.	111.99	0.952
13.	Kiburahol	<i>Stelechocarpus burahol</i> Blume Hook.f & Thomson.	62.60	0.767
14.	Gaharu	<i>Aquilaria malaccensis</i> Lamk.	23.14	0.094
15.	Cendana	<i>Santalum album</i> Linn.	7.22	0.011

semakin kecil luasan sampel daun, semakin besar pula daya rosot karbondioksida per cm^2 karena luasan merupakan faktor pembagi. Hasil analisis daya rosot karbondioksida per cm^2 disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2 memperlihatkan bahwa kenari memiliki daya rosot karbondioksida per luas daun tertinggi yakni sebesar $10,311 \times 10^{-4} \text{ g/cm}^2/\text{jam}$ dengan luasan sampel daun sebesar $1.865,68 \text{ cm}^2$. Massa karbondioksida jenis ini juga tertinggi, lebih besar jika dibandingkan dengan jenis lainnya, sedangkan besar luasan daun sampel jenis yang lain relatif sama. Sebaliknya, cendana memiliki daya rosot terendah $0,155 \times 10^{-4} \text{ g/cm}^2/\text{jam}$ dengan luasan daun juga terendah $974,765 \text{ cm}^2$.

Massa karbondioksida per daun tidak selalu memiliki daya rosot karbondioksida per cm^2 daun yang besar. Meranti merah yang memiliki massa karbondioksida $3,190 \text{ g}$ lebih rendah jika dibandingkan dengan kamper ($4,284 \text{ g}$) tetapi karena luasan daun meranti merah yang rendah ($1.105,78 \text{ cm}^2$), daya rosot mengalami peningkatan yang signifikan sebesar $7,212 \times 10^{-4} \text{ g/cm}^2/\text{jam}$ dibandingkan kamper ($5,817 \times 10^{-4} \text{ g/cm}^2/\text{jam}$) dengan luasan daun $1.841,24 \text{ cm}^2$. Jenis angka juga memiliki massa karbondioksida $1,882 \text{ g}$ lebih rendah daripada kapuk randu ($2,785 \text{ g}$) tetapi daya rosotnya lebih besar ($4,434 \times 10^{-4} \text{ g/cm}^2/\text{jam}$) karena luasan daun sampelnya lebih rendah ($1.061,1 \text{ cm}^2$) dibandingkan dengan kapuk randu ($4,085 \times 10^{-4} \text{ g/cm}^2/\text{jam}$) dengan luasan daun $1.704,376 \text{ cm}^2$. Terdapat 8 jenis (pakel, kiburahol, pulai, ketapang, gadog, cendana, tanjung, dan gaharu) dari 15 jenis tanaman yang diteliti, digolongkan mempunyai daya rosot rendah di bawah rata-rata.

Daya Rosot Karbondioksida per Helai Daun

Daya rosot karbondioksida per helai daun tidak selalu berbanding lurus dengan daya rosot karbondioksida per cm^2 , karena yang lebih menentukan adalah luasan tiap helai daun. Ukuran tiap helai daun berbeda-beda pada masing-masing tanaman (Tabel 3.). Semakin besar ukuran luas daun maka semakin besar pula kapasitas penyerapan karbondioksidanya.

Tabel 3 memperlihatkan bahwa kenari merupakan jenis dengan daya rosot tertinggi

sebesar $19,237 \times 10^{-2} \text{ g/helai/jam}$ dengan luasan daun $186,57 \text{ cm}^2/\text{helai}$, kemudian meranti merah sebesar $7,250 \times 10^{-2} \text{ g/helai/jam}$ ($100,53 \text{ cm}^2/\text{helai}$). Namun, rasamala dengan daya rosot karbondioksida per cm^2 tertinggi kedua setelah kenari, daya rosot per helai daun/jam menjadi lebih kecil yakni $2,479 \times 10^{-2} \text{ g}$ karena luas helai daun rasamala yang lebih kecil ($28,15 \text{ cm}^2/\text{helai}$) jika dibandingkan dengan meranti merah sehingga rosot tidak menunjukkan peningkatan yang signifikan. Sebaliknya, pada ketapang dengan daya rosot karbondioksida per cm^2 yang rendah ($1,490 \times 10^{-4} \text{ g/cm}^2/\text{jam}$) tetapi karena luasan per helai daun tertinggi yakni sebesar $317,37 \text{ cm}^2/\text{helai}$, maka daya rosot karbondioksida per daun menjadi lebih besar yakni $4,728 \times 10^{-2} \text{ g/helai/jam}$.

Cendana merupakan jenis dengan daya rosot karbondioksida per helai daun terendah sebesar $0,011 \times 10^{-2} \text{ g/helai/jam}$, juga memiliki luasan daun terendah $7,22 \text{ cm}^2/\text{helai}$. Kemampuan rosot karbondioksida per helai daun sangat dipengaruhi oleh ukuran daun masing-masing jenis. Ukuran daun yang besar memiliki kapasitas menyerap karbondioksida yang lebih besar dibandingkan dengan daun yang berukuran lebih kecil.

Faktor-faktor yang memengaruhi laju fotosintesis secara tidak langsung juga berpengaruh pada daya rosot karbondioksida. Salah satunya yaitu tahap pertumbuhan yang merupakan saat berkembangnya daun. Kemampuan daun dalam berfotosintesis meningkat pada awal perkembangan daun kemudian mulai menurun. Laju fotosintesis persatuan luas daun mencapai puncak pada saat menjelang tercapainya luas daun maksimal. Artinya, daya rosot karbondioksida pada tanaman yang masih muda akan lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman yang sudah dewasa, terutama yang sudah tidak berkembang lagi (sudah mencapai tingkat pertumbuhan maksimum).¹²

Dari segi jarak tanaman sampel yang diambil daunnya dari sumber polutan (jalan raya) relatif hampir berjarak sama karena Kebun Raya Bogor letaknya dikelilingi oleh empat jalan utama di Kota Bogor.¹³ Jadi diasumsikan penerimaan/penyerapan polutan terhadap ke-15 jenis tanaman tersebut sama ditambah lagi polutan karbondioksida yang diterima langsung dari

kendaraan yang melewati jalan-jalan yang ada di dalam Kebun Raya.

Daya Rosot Karbondioksida per Pohon dan per Tahun

Kemampuan daya rosot karbondioksida per pohon bergantung juga pada jumlah total daun pada setiap jenis tanaman. Semakin banyak jumlah daun, kemampuan serapan karbondioksida juga semakin besar. Jumlah daun ke-15 jenis tanaman berbeda-beda bergantung pada tingkat pertumbuhan tiap-tiap jenis tanaman (Tabel 4).

Selain itu, umur tanaman juga memengaruhi tingkat pertumbuhan terutama pada jumlah daun. Umur dikelompokkan dalam tiga kategori, yaitu < 50 tahun, 50–100 tahun, dan > 100 tahun. Tanaman yang berumur < 50 tahun adalah pakel, kenari, nangka, dan cendana; yang berumur 50–100 tahun adalah kiburahol, pulai, kapuk randu, ketapang, kamper, meranti merah, resak, gadog, dan gaharu; sedangkan tanaman yang berumur > 100 tahun adalah rasamala dan tanjung. Tanaman yang diteliti kebanyakan yang berumur 50–100 tahun.

Kemampuan rosot karbondioksida per pohon dapat dilihat pada Tabel 4. Tabel 4 memperlihatkan bahwa kenari merupakan jenis dengan daya rosot tertinggi sebesar 12.638,453 g/pohon/jam karena jumlah daunnya yang cukup

besar (65.700 helai). Sementara itu, jenis dengan daya rosot terendah yakni cendana sebesar 1,379 g/pohon/jam karena jumlah daunnya sedikit (12.320 helai), sedangkan jenis lainnya antara 131 dan 7.102 g/pohon/jam.

Jumlah helai daun sangat memengaruhi tingkat penyerapan karbondioksida pada tanaman. Jumlah daun yang banyak akan meningkatkan kapasitas penyerapan karbondioksida karena lebih banyak daun yang mampu berfotosintesis dan membentuk karbohidrat/pati dan begitu juga sebaliknya jumlah daun yang sedikit maka kapasitas penyerapannya juga sedikit.

Jika dikelompokkan dari umur tanaman, pada kisaran umur <50 tahun, kenari merupakan jenis dengan daya rosot tertinggi. Pada tanaman dengan kisaran umur 50–100 tahun, kapuk randu merupakan jenis dengan kemampuan daya rosot tertinggi (11.461,506 g/pohon/jam). Tanaman yang kisaran umurnya >100 tahun adalah rasamala dan tanjung. Daya rosot rasamala lebih besar daripada tanjung, rasamala dengan (7.102,573 g/pohon/jam) dan jumlah daun yang tinggi (286.500 helai) dibandingkan dengan tanjung (1.575,023 g/pohon/jam) dengan jumlah daun yang lebih rendah (149.400 helai). Kedua jenis ini mengalami peningkatan yang cukup signifikan karena memiliki jumlah daun per pohonnya yang tergolong tinggi. Sementara itu, daya rosot

Tabel 4. Daya Rosot Karbondioksida per Pohon dan per Tahun

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Σ Total Daun/	Daya Rosot g	Rosot ton
			Pohon	CO ₂ /Pohon/ Jam	CO ₂ /Pohon/ Tahun
1.	Kenari	<i>Canarium asperum</i> Benth.	65700	12638.453	38.964
2.	Kapuk randu	<i>Ceiba pentandra</i> L. Gaertn.	214032	11461.506	35.336
3.	Meranti merah	<i>Shorea pinanga</i> Scheff.	152561	11060.846	34.101
4.	Rasamala	<i>Altingia excelsa</i> Noronha.	286500	7102.573	21.897
5.	Resak	<i>Vatica puniciflora</i> (Korth.) Blume.	66220	3994.956	12.316
6.	Kiburahol	<i>Stelechocarpus burahol</i> Blume Hook.f & Thomson.	363825	2791.421	8.606
7.	Tanjung	<i>Mimusops elengi</i> Linn.	149400	1575.023	4.856
8.	Kamper	<i>Dryobalanops aromatica</i> Gaertn.f.	31968	552.237	1.703
9.	Ketapang	<i>Terminalia cattapa</i> Linn.	10108	477.945	1.474
10.	Gaharu	<i>Aquilaria malaccensis</i> Lamk.	466000	437.952	1.350
11.	Nangka	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lamk.	16800	359.276	1.108
12.	Gadog	<i>Bischofia javanica</i> Blume.	24780	245.257	0.756
13.	Pulai	<i>Alstonia scholaris</i> (L.) R.Br.	9946	207.001	0.638
14.	Pakel	<i>Mangifera foetida</i> Lour.	13783	131.244	0.405
15.	Cendana	<i>Santalum album</i> Linn.	12320	1.379	0.004

karbondioksida per tahun (Tabel 4), nilainya berbanding lurus dengan nilai daya rosot per pohonnya, kenari memiliki daya rosot tertinggi yakni sebesar 38,964 ton/pohon/tahun sedangkan yang terendah cendana yakni sebesar 0,004 ton/pohon/tahun.

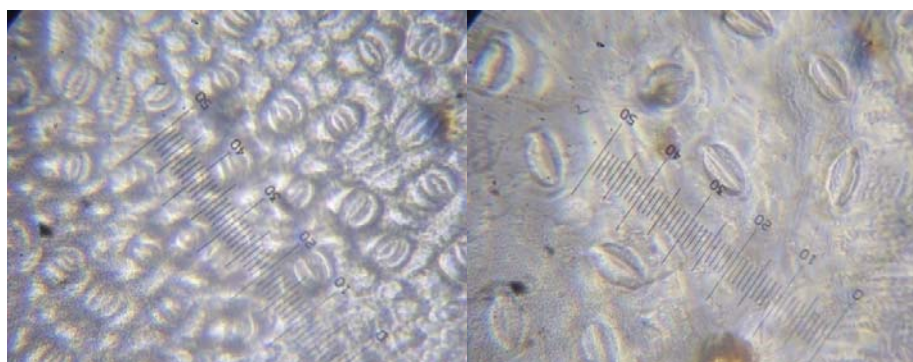
Pengukuran Stomata

Stomata adalah bukaan pada permukaan daun tanaman dan tempat pertukaran karbondioksida yang diserap dari udara untuk fotosintesis serta oksigen dan uap air yang akan dikeluarkan secara bersama melalui difusi.¹⁴ Stomata pada daun sangat berperan penting dalam proses pertumbuhan tanaman. Stomata pada umumnya membuka saat matahari terbit dan menutup saat hari gelap,

sehingga memungkinkan masuknya karbondioksida yang diperlukan untuk fotosintesis pada siang hari.¹⁵

Untuk mengetahui pengaruh stomata terhadap penyerapan karbondioksida, dilakukan pengamatan stomata terhadap 15 jenis tanaman yang diteliti. Contoh stomata yang diamati disajikan pada Gambar 1 dan pengukuran stomata daun dapat dilihat pada Tabel 5.

Stomata umumnya terdapat pada permukaan bawah daun (*Abaxial surface*).¹⁵ Stomata yang diamati pada semua jenis tanaman yang diteliti berada di bawah permukaan daun. Frekuensi stomata dinyatakan dalam kerapatan stomata yaitu jumlah stomata per satuan luas (mm^2) atau indeks stomata (persentase semua sel epidermis yang ada



Gambar 1. Stomata Daun Cendana (Rapat) dan Meranti Merah (Jarang)

Tabel 5. Pengukuran Stomata Daun

No	Nama Lokal	Ukuran Stomata (μm)			Kerapatan (stomata / mm^2)	Kerapatan (stomata / cm^2)
		Panjang	Lebar	Jarak antar stomata		
1.	Cendana	18.750	15.625	18.750	106	10553
2.	Nangka	28.125	15.625	9.375	93	9347
3.	Pakel	25.000	21.875	14.063	84	8442
4.	Ketapang	21.875	15.625	15.625	81	8141
5.	Kenari	25.000	18.750	9.375	72	7236
6.	Rasamala	40.625	25.000	12.500	72	7236
7.	Resak	18.750	15.625	21.875	69	6935
8.	Kapuk randu	31.250	15.625	15.625	66	6633
9.	Pulai	25.000	18.750	6.250	60	6030
10.	Kamper	18.750	15.625	12.500	60	6030
11.	Kiburahol	21.875	12.500	25.000	54	5427
12.	Gadog	31.250	21.875	34.375	51	5126
13.	Gaharu	25.000	18.750	21.875	48	4824
14.	Meranti merah	40.625	18.750	25.000	45	4523
15.	Tanjung	31.250	25.000	53.125	24	2412

di stomata).¹⁴ Dari 15 jenis tanaman, kerapatan stomata setiap jenis tanaman yang diteliti bervariasi antara 24 dan 105 stomata/mm² atau 2.412 dan 10.553 stomata/cm² (Tabel 5). Mayalanda,¹¹ yang menghitung stomata 21 jenis tanaman di Hutan Penelitian Darmaga, mencatat kerapatan stomata yang jauh lebih tinggi antara 12.208 dan 62.898 stomata/cm². Pada permukaan daun terdapat banyak stomata (12–281/mm²)¹⁶ dan daun-daun tumbuhan *dicotyledonaea* mengandung sejumlah stomata, jelasnya yaitu pada tiap cm² dari daun tumbuhan terdapat sekitar 1.000 sampai 100.000 stomata.¹⁷ Kerapatan stomata tertinggi pada tanaman cendana 106 stomata/mm² (seperti yang terlihat pada Gambar 1) dan yang terendah adalah tanjung 24 stomata/mm² sedangkan jenis lainnya antara 45 dan 93 stomata/mm². Kerapatan stomata dipengaruhi oleh faktor ekologis dan fisiologis seperti ekspansi sel, tingkat kelembaban, dan ukuran sel.¹⁴

Tabel 5 memperlihatkan kerapatan stomata cendana merupakan yang tertinggi (10.553 stomata/cm²) tetapi daya rosot karbondioksida paling rendah (0,155 x 10⁻⁴ g/cm²/jam), pakel dengan daya rosot tergolong rendah (0,850 x 10⁻⁴ g/cm²/jam) kerapatan stomatanya tinggi (8.442 stomata/cm²), kenari dengan daya rosot tertinggi (10,311 x 10⁻⁴ g/cm²/jam) memiliki kerapatan stomata 7.236/cm², kapuk randu dengan daya rosot yang tergolong sedang (4,085 x 10⁻⁴ g/cm²/jam) juga memiliki kerapatan stomata yang tergolong sedang (6.633 stomata/cm²), sedangkan daya rosot meranti merah (7.212 x 10⁻⁴ g/cm²/jam) tergolong tinggi memiliki kerapatan stomata rendah (4.523 stomata/cm²). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa jumlah dan kerapatan stomata tidak selalu

berbanding lurus dengan daya rosot karbondioksida suatu jenis tanaman.

Hasil analisis regresi dan uji korelasi menyatakan bahwa tidak ada hubungan yang kuat antara parameter yang diamati dan daya rosot karbondioksida. Dari Tabel 6 dapat disimpulkan bahwa kerapatan, panjang, dan lebar stomata pada daun kurang berpengaruh nyata terhadap rosot karbondioksida atau memiliki hubungan yang tidak kuat. Hasil analisis ini mendukung hasil penelitian yang sama terhadap jenis berbeda yang dilakukan Purwaningsih¹⁰ dan Mayalanda.¹¹ Beberapa studi menunjukkan adanya hubungan terbalik antara kerapatan stomata dan CO₂ untuk berbagai taksa.¹⁴

Pemilihan Jenis Tanaman untuk Hutan Kota

Peran serta Indonesia dalam mengurangi pemanasan global dunia dengan mendukung program REDD (*reducing emissions from deforestation and degradation*) sebagaimana tertuang dalam Bali Road Map. Salah satu upayanya, yaitu dengan melakukan program Gerakan Penanaman Satu Miliar Pohon dari tahun 2010 sampai sekarang, setelah sebelumnya tahun 2009 berhasil merealisasikan gerakan penanaman *one man one tree* mencapai 251,6 juta pohon.¹⁸ dan program Gerakan Nasional Rehabilitasi Hutan dan Lahan (GNRH) pada 2008 sebanyak satu miliar bibit pohon guna merehabilitasi 1,5 juta ha lahan.¹⁹ Melalui program tersebut, pemerintah mendorong agar setiap daerah memperluas ruang terbuka hijau, baik berupa jalur hijau, taman kota, maupun hutan kota.

Tabel 6. Analisis Regresi Antara Parameter dan Daya Rosot Karbondioksida

Hubungan	Persamaan Linear	Koefisien Determinasi (R ²)	Koefisien Korelasi (r)
Kerapatan stomata vs daya rosot CO ₂	$y = 0,0005 - 0,00000001 x$	0,54%	- 0,073
Lebar stomata vs daya rosot CO ₂	$y = 0.000070 + 0.000017 x$	4%	0,2
Panjang stomata vs daya rosot CO ₂	$y = - 0.000131 + 0.000019 x$	18,3%	0,428
Panjang dan lebar stomata vs daya rosot CO ₂	$y = -0.000047 + 0.000022 x_1 - 0.000009 x_2$	19%	0,436
Panjang, lebar, dan kerapatan stomata vs daya rosot CO ₂	$y = -0.000176 + 0.000023 x_1 - 0.000007 x_2 + 0.0000001 x_3$	19,5%	0,442

Keberadaan hutan kota sangat penting karena bermanfaat bagi kehidupan manusia. Agar program-program tersebut berhasil dengan baik diperlukan kecermatan dalam memilih jenis-jenis tanaman terutama yang mempunyai kemampuan tinggi dalam menyerap karbondioksida sebagai salah satu gas rumah kaca di udara. Selain itu, faktor-faktor lain yang perlu dipertimbangkan di antaranya site (tempat tumbuh) yang meliputi kecocokan iklim dan tanah; teknik silvikultur yang digunakan; dan kondisi sosial ekonomi masyarakat di sekitar kawasan hutan kota.

Kebun raya mempunyai fungsi sebagai konservasi *exsitu* yakni memiliki peran strategis terhadap pelestarian jenis-jenis tanaman. Dalam hal ini, kebun raya berperan untuk memperbanyak jenis-jenis tanaman yang berpotensi sebagai penyerap polusi udara, karena keberadaannya di tengah kota sangat memungkinkan untuk dapat mengurangi emisi/polutan yang berbahaya bagi kehidupan. Selain ditanam di pinggiran kota, jenis-jenis tanaman yang memiliki daya rosot tinggi juga direkomendasikan untuk ditanam di pekarangan atau taman-taman di sekitar rumah penduduk agar lebih efektif dalam penyerapan polutan terutama karbondioksida.

KESIMPULAN

Jenis tanaman yang memiliki daya rosot karbondioksida tertinggi adalah kenari (*Canarium asperum* Benth) 12.638,453 g/phn/jam dan yang terendah cendana (*Santalum album* Linn.) 1,379 g/phn/jam. Selain mempunyai kemampuan yang tinggi dalam menyerap karbondioksida, kenari juga merupakan jenis tanaman identitas Kota Bogor yang berpotensi untuk dikembangkan. Jenis lain seperti kapuk randu, meranti merah, rasamala, resak, kiburahol, dan tanjung juga tergolong jenis yang baik dalam penyerapan karbondioksida di udara.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan, bantuan, masukan, dan saran yang diberikan Bapak Dr. Ir. H. Endes N. Dahlan, M.S. selaku dosen pembimbing, Bapak Dr. Ir. Iskandar Zulkarnaen Siregar, M.For.Sc., dan Dr. Ir. Juang Rata Matangaran, M.S. dari Fakultas Kehutanan

IPB. Pak Harun dan Pak Harto dari Kebun Raya Bogor dan Pak Hapid dari Laboratorium Biokimia BB-BIOGEN Bogor yang telah membantu penulis di lapangan dan di laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- ¹Soedomo, M. 2001. *Pencemaran Udara*. Bandung: ITB. 274 hlm.
- ²Wah. 2006. *Kadar Karbondioksida Terus Naik*. (<http://www.kompas.com/teknologi>, diakses 9 Desember 2007).
- ³White, A., M.G.R Cannell, A. D. Friend. 1999. *Climate Change Impacts on Ecosystems and The Terrestrial Carbon Sink: A New Assessment*. Global Environmental Change Journal 9 (1999) S21–S30.
- ⁴CIFOR. 2003. *Perdagangan Karbon*. Warta Kebijakan No. 8, Februari 2003.
- ⁵Anonim. 2007. *Pemanasan Global*. (<http://www.pirba.ristek.go.id/det.php?id=11>, diakses 7 Januari 2008).
- ⁶Lal, R. 2005. *Forest soils and carbon sequestration*. Forest Ecology and Management Journal 220 (2005) 242–258.
- ⁷Dahlan E. N. 2004. *Membangun Kota Kebun (Garden City) Bernuansa Hutan Kota*. Bogor: IPB Press. 226 hlm.
- ⁸IPCC. 2000. *Land Use, Land Use Change and Forestry. Special Report, Inter-Governmental Panel on Climate Change*. UK: Cambridge University Press. hlm. 127–180.
- ⁹Achmad, H. 2001. *Stoikiometri Energetika Kimia*. Bandung: PT Citra Aditya Bakti. 206 hlm.
- ¹⁰Purwaningsih S. 2007. *Kemampuan Serapan Karbondioksida pada Tanaman Hutan Kota di Kebun Raya Bogor*. Skripsi. Bogor: Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.
- ¹¹Mayalanda Y. 2007. *Kajian Daya Rosot Karbondioksida pada Beberapa Tanaman Hutan Kota di Hutan Penelitian Dramaga*. Skripsi. Bogor: Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.
- ¹²Lakitan, B. 1993. *Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta: Rajawali-Press.
- ¹³Subarna, A. 2006. *Sekilas Kebun Raya Bogor*. Bogor: Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Bogor-LIPI.
- ¹⁴Steinhorsdottir, M., B. Wohlfarth, Malin E. K., Maarten B., Paula J. R. 2013. *Stomatal Proxy Record of CO₂ Concentrations From The Last*

Termination Suggests an Important Role for CO₂ at Climate Change Transitions. Quaternary Science Reviews 68 (2013) 43–58.

- ¹⁵Lakitan, B. 2004. *Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan.* Jakarta: PT RajaGrafindo Persada. 206 hlm.
- ¹⁶Gardner F., Pearce R.B., Mitchell R.L. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya.* Jakarta: UI-Press. 428 hlm.
- ¹⁷Sutrian, Y. 1992. *Pengantar Anatomi Tumbuhan tentang Sel dan Jaringan.* Jakarta: PT Rineka Cipta. 234 hlm.
- ¹⁸Kementerian Kehutanan. 2012. *Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.16/Menhut-II/2012 tentang Panduan Penanaman Satu Milyar Pohon Tahun 2012.* Jakarta: Kementerian Kehutanan RI.
- ¹⁹Ant. 2008. Tanah Rakyat Dihutankan. *Bisnis Jakarta* 12: (2–3).