

	Halaman
HALAMAN DEPAN.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
INTISARI.....	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Gas Rumah Kaca (GRK) dan Efek Rumah Kaca (ERK).....	6
2.2 Karbon.....	8
2.2.1 Jenis Karbon yang Dihasilkan dari Kegiatan Transportasi.....	9
2.2.1.1 Karbon Monoksida (CO).....	9
2.2.1.2 Karbon Dioksida (CO ₂).....	10
2.2.1.3 Hidrokarbon (HC).....	11
2.3 Perubahan Lingkungan Oleh Emisi Karbon.....	12
2.3.1 Perubahan Iklim.....	12
2.3.1.1 Dampak Perubahan Iklim.....	13
2.3.2 Pencemaran Udara.....	15
2.4 Carbon Sink.....	18
2.4.1 Definisi.....	19
2.4.2 Carbon Sink Berupa Organ Daun.....	19
2.5 Proses-Proses dalam Siklus Karbon.....	22
2.5.1 Fotosintesis.....	22
2.5.2 Respirasi.....	25
2.6 Faktor Internal Serapan Karbon Oleh Vegetasi.....	26
2.6.1 Jenis (Spesies).....	26
2.6.2 Deskripsi Jenis Pohon yang Dipilih sebagai Sampling Unit.....	27
BAB III METODE PENELITIAN.....	36
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	36
3.2 Bahan, Alat Penelitian, dan Cara Kerja.....	36
3.2.1 Bahan Penelitian.....	36
3.2.2 Alat Penelitian.....	36
3.2.3 Cara Kerja.....	37
3.3 Hipotesis dan Rancangan Penelitian.....	38



UNIVERSITAS
GADJAH MADA

**KAJIAN SERAPAN KARBON OLEH DAUN BEBERAPA JENIS POHON DI RUAS JALAN PAJAJARAN
KEBUN RAYA BOGOR**

SARAH WIDYATAMI, Dr. Erny Poedjirahajoe, M.P.

Universitas Gadjah Mada, 2008 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

3.3.1 Hipotesis.....	38
3.3.2 Rancangan Penelitian.....	38
3.4 Prosedur Pelaksanaan Penelitian.....	38
3.4.1 Penentuan Lokasi Penelitian.....	38
3.4.2 Pengumpulan Data.....	39
3.4.2.1 Data Primer.....	39
3.4.2.2 Data Sekunder.....	39
3.4.3 Pengambilan Sampel.....	40
3.4.4 Pengukuran Karbon (C Organik) Daun.....	43
3.5 Analisis Hasil.....	43
 BAB IV DESKRIPSI WILAYAH DAN OBYEK PENELITIAN.....	 44
4.1 Letak dan Geografis.....	44
4.2 Keadaan Topografi, Iklim, dan Geologi.....	45
4.3 Keadaan Penduduk dan Pemanfaatan Lahan.....	46
4.4 Sarana dan Prasarana Transportasi.....	47
4.5 Flora dan Fauna.....	50
 BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....	 55
5.1 Kondisi Lalu lintas di Sekitar Lokasi Penelitian.....	55
5.2 Kondisi Lingkungan pada Lokasi Penelitian.....	58
5.3 Kondisi Vegetasi di Lokasi Penelitian.....	65
5.4 Kandungan Karbon (C Organik) dalam Daun Pohon Sampel.....	72
5.4.1 Analisis Laboratorium Kandungan Karbon dalam Daun.....	72
5.4.2 Analisis Statistik Kandungan Karbon dalam Daun.....	77
 BAB VI PENUTUP.....	 82
6.1 Kesimpulan.....	82
6.2 Saran.....	82
 DAFTAR PUSTAKA.....	 83
LAMPIRAN	

	Halaman
Tabel 4.1	Jumlah Penduduk Kota Bogor per Kecamatan Menurut Jenis Kelamin Tahun 2003..... 46
Tabel 4.2	Sub Terminal Kota Bogor..... 49
Tabel 5.1	Volume Lalu lintas di Ruas Jalan Pajajaran..... 55
Tabel 5.2	Kondisi Intensitas Radiasi Matahari di Lokasi Penelitian..... 59
Tabel 5.3	Kondisi Suhu dan Kelembaban Udara di Lokasi Penelitian..... 61
Tabel 5.4	Rata-Rata Curah Hujan Tahun 2007 di Stasiun Kebun Raya Kec. Bogor Tengah..... 62
Tabel 5.5	Kandungan Karbon dalam Udara Ambien..... 65
Tabel 5.6	Jenis Pohon yang Dipilih Sebagai Unit Sampling..... 68
Tabel 5.7	Identifikasi Daun dari Jenis Pohon Sampel dalam Lokasi Penelitian..... 70
Tabel 5.8	Kandungan Karbon dalam Daun Beberapa Jenis Pohon Sampel..... 73
Tabel 5.9	Hubungan antara Jenis, Umur, Strata Tajuk, dan Jarak Pencemar dengan Kandungan Karbon dalam Daun..... 75
Tabel 5.10	Hasil Uji ANOVA..... 77
Tabel 5.11	Hasil Uji Regresi Linear Ganda..... 79

Gambar 1.1	Emisi CO ₂ berbagai Negara.....	1
Gambar 2.1	Efek Rumah Kaca.....	7
Gambar 2.2	Atom-atom karbon yang saling berikatan.....	8
Gambar 2.3	Carbon sink.....	18
Gambar 2.4	Anatomi daun.....	20
Gambar 5.1	Arus Kendaraan Sistem Dua Arah per Jam di Ruas Jalan Pajajaran.....	56
Gambar 5.2	Kondisi Suhu dan Kelembaban Udara di Lokasi Penelitian.....	61
Gambar 5.3	Grafik Rata-Rata Curah Hujan Tahun 2007 di Stasiun Kebun Raya Kec. Bogor Tengah.....	63
Gambar 5.4	Persentase Jenis Pohon dalam Petak Ukur.....	67
Gambar 5.5	Grafik Sebaran Umur Tiap-tiap Jenis Terseleksi.....	67
Gambar 5.6	Rata-Rata Kandungan C dan BO dalam Daun Sampel Berbagai Jenis.....	74

**KAJIAN SERAPAN KARBON
OLEH DAUN BEBERAPA JENIS POHON
DI RUAS JALAN PAJAJARAN KEBUN RAYA BOGOR**

Oleh:

Sarah Widyatami¹

Erny Poedjirahajoe²

INTISARI

Semakin berkembangnya kegiatan transportasi dan pembakaran energi fosil berdampak pada peningkatan komposisi gas-gas rumah kaca di atmosfer yang berkontribusi terhadap terjadinya pemanasan global. Isu pengurangan emisi gas rumah kaca ini telah dibahas di dalam Protokol Kyoto tahun 1997 dan saat ini telah sampai pada KTT Bali 2007. Hal ini tidak terlepas dari peran hutan, khususnya pohon sebagai *carbon sink*. Dalam beberapa dekade, pohon dapat menyimpan karbon dalam bentuk bahan organik di dalam organ tubuhnya seperti batang, akar, cabang, dan daun melalui proses fotosintesis. Kemampuan pohon dalam menyerap karbon ini dipengaruhi oleh faktor umur, jenis, strata tajuk, dan jarak sumber pencemar.

Setelah dilakukan analisis terhadap 9 jenis pohon di Kebun Raya Bogor pada ruas jalan Pajajaran yang terbagi ke dalam 16 sampel dengan 3 kali ulangan pada strata tajuk bawah diperoleh bahwa jenis *Litsea glutinosa* dan pohon dari genus *Polyalthia* memiliki kemampuan penyerapan karbon yang baik dengan persentase >54 % atau >540.000 ppm. Hal ini dipengaruhi oleh faktor jenis yang bervariasi yang memunculkan variasi morfologi daun yang memiliki kemampuan menyerap dan menyimpan karbon berbeda-beda pula. Semakin luas permukaan daun, maka semakin banyak karbon yang dapat tersimpan di dalamnya. Sementara itu semakin licin permukaan daun, maka akan semakin memudahkan masuknya karbon ke dalam stomata, sehingga semakin banyak pula karbon yang dapat tersimpan dalam organ daun. Penyerapan karbon efektif pada tingkat umur muda. Semakin tua pohon, maka akan semakin menurun kemampuannya dalam menyerap karbon. Hal ini juga dipengaruhi oleh semakin menurunnya produktivitas pohon, terutama daun untuk berfotosintesis.

Hasil analisis statistik berupa uji *One Way ANOVA* menunjukkan bahwa faktor jenis dan umur berpengaruh signifikan pada taraf 5 % terhadap besarnya kandungan karbon dalam daun. Sedangkan, uji regresi linear menunjukkan bahwa hubungan linearitas antara *dependent variable* (serapan karbon oleh daun) dengan *independent variable* (jenis, umur, dan jarak pencemar) dijelaskan oleh persamaan $y = 54,480 - 0,094 x_1 - 0,405 x_2$. Artinya, setiap penambahan umur suatu jenis pohon sebesar 1 tahun akan menurunkan kandungan C organik sebesar 0,094 % dan setiap penambahan panjang jarak sumber pencemar sebesar 1 meter akan menaikkan kandungan C organik sebesar 0,405 %. Bias data pada penelitian ini bisa disebabkan oleh banyak faktor seperti pergerakan angin, sumber pencemar serta faktor internal pohon. Namun demikian, 42,3 % keragaman y dapat diterangkan oleh fungsi linear gabungan dari umur dan jarak sumber pencemar.

Kata kunci: Gas rumah kaca, pemanasan global, hutan, karbon, *carbon sink*, jenis (spesies), daun

¹Mahasiswa Jurusan KSDH, Fakultas Kehutanan, UGM

²Dosen Pembimbing, Staf Pengajar Jurusan KSDH, Fakultas Kehutanan, UGM

**STUDY OF CARBON SEQUESTRATION
ON VARIOUS KINDS OF FOLIAGE
ON PAJAJARAN STREET-BOGOR BOTANICAL GARDEN**

Written by:

Sarah Widyatami¹

Erny Poedjirahajoe²

ABSTRACT

The increasement of transportation activity and fossil energy incineration causes the composition of green house gasses in atmosphere raise which impacts global warming. Issue of green house gasses decrease has been discussed in Kyoto Protocol 1997 and KTT Bali 2007. This Problem is related to the function of forest, especially tree as carbon sink. For some decades, the tree can save carbon in form of organic matter on its organs such as stem, root, branch, and foliage through photosynthesis process. The capability of tree to sequestrates carbon influenced by age, species, canopy stage, and the distance of polluter source.

After analyze 9 species of trees on Pajajaran street-Bogor Botanical Garden which divides into 16 samples with 3 times repetition on bottom canopy stage, I got result that *Litsea glutinosa* and genus *Polyalthia* have best capability in sequestrating carbon with percentage >54 % or >540.000 ppm. It is influenced by various species factor which bring up the variation of foliage morphology that have different capability in sequestrating and saving carbon. The wider foliage, the more carbon which can save in. While the more glossy the surface of foliage, the easier carbon to enter into stomata, and the more carbon that can save in. The sequestration of carbon will be effective on earlier age. The older the tree, the less carbon that can save in. It is also influenced by the decrease of tree productivity, especially foliage to do photosynthesis.

The result of statistic analysis by using *One Way ANOVA* shows that species and age factors influence significantly on level 5 % to number of carbon in foliage. While, linear regression analysis shows that the linearity relation between dependent variable (number of carbon in foliage) and independent variable (species, age, and distance of polluter source) is explained by $y = 54,480 - 0,094 x_1 - 0,405 x_2$. It means, increasement on each age of a species 1 year will increase C organic 0,405 %. Error of data on this research can be caused by many factors such as the wind distribution, polluter source, and internal factor of tree. However, 42,3 % variation of y can be explained by both linear function of age and polluter source distance.

Keywords: Green house gasses, global warming, forest, carbon, carbon sink, species, foliage

¹Mahasiswa Jurusan KSDH, Fakultas Kehutanan, UGM

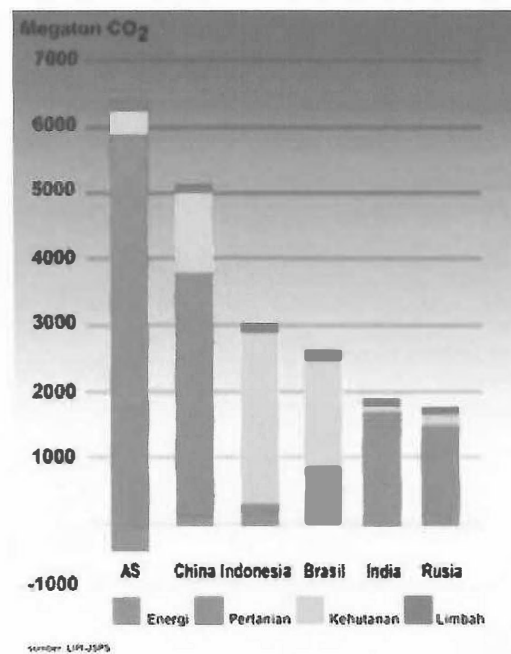
²Dosen Pembimbing, Staf Pengajar Jurusan KSDH, Fakultas Kehutanan, UGM

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Semakin berkembangnya populasi dan kegiatan manusia, terutama semenjak munculnya revolusi industri hingga saat ini, memberikan pengaruh yang sangat besar terhadap terjadinya perubahan iklim. Kegiatan industri, pembakaran energi fosil serta pembakaran biomassa merupakan kegiatan-kegiatan yang dapat meningkatkan jumlah Gas Rumah Kaca (GRK) seperti Karbondioksida (CO_2), Metana (CH_4), Nitro-oksida (N_2O), Sulfurheksafluorida (SF_6), klorofluorocarbon (CFC) serta Hidrofluorocarbon (HFC) di atmosfer.



(Wordpress, 2008)

Gambar 1.1 Rata-rata Jumlah Emisi CO_2 di berbagai Negara

Masalah perubahan iklim global (*global warming*) ini telah dibahas banyak negara dan selanjutnya dihasilkan Protokol Kyoto pada tahun 1997 yang merupakan upaya untuk menurunkan emisi GRK dengan pemberlakuan pengurangan emisi sebesar 60 % baik bagi negara Annex I (negara maju) maupun Non Annex I (negara berkembang). Kerja sama tersebut saat ini lebih dikenal dengan istilah *Carbon trade*.

Di Indonesia sendiri, kepedulian terhadap pelestarian lingkungan ini telah lama ada. Kebun Raya Bogor merupakan salah satu Ruang Terbuka Hijau (RTH) yang dikembangkan sebagai upaya penghijauan di kota Bogor. Kebun Raya ini adalah kebun botani yang memiliki keanekaragaman jenis yang tinggi yang berperan dalam upaya konservasi plasma nutfah. Dalam perkembangannya, Kebun Raya Bogor tidak hanya berfungsi untuk penghijauan dan pelestarian plasma nutfah, tetapi juga sebagai penjaring dan penyerap partikel debu dan bahan pencemar lainnya seperti beberapa senyawa karbon yang marak dibicarakan masyarakat dunia akhir-akhir ini dalam KTT Bali 2007 yang merupakan kelanjutan dari Protokol Kyoto 1997.

Pada saat terjadi kerusakan hutan akibat kebakaran serta pembakaran energi fosil terjadi pelepasan karbon ke atmosfer. Emisi karbon di atmosfer ini dapat diserap oleh tumbuh-tumbuhan melalui proses fotosintesis dan diubah menjadi materi organik sebagai penyusun biomassa pohon melalui proses fotosintesis. Melalui proses ini, hutan dapat menstabilkan kadar karbon di atmosfer selama beberapa dekade sesuai dengan daur hidup pohon-pohon penyusun hutan tersebut. Kapasitas penyerapan karbon suatu hutan sangat dipengaruhi oleh daur (umur) tumbuhan, tipe hutan, jenis dan tingkat pertumbuhan tanaman serta kualitas tapak fungsi. Emisi karbon sebagian akan terserap masuk ke dalam stomata dan sebagian lagi akan terjepit/menempel pada permukaan daun, khususnya daun yang

permukaannya kasar. Hal ini menunjukkan bahwa daun dengan morfologi yang berbeda dari jenis yang berbeda, akan berbeda pula kemampuan penyerapan karbonnya.

Kontribusi pohon sebagai penyerap karbon (carbon sink) menyebabkan banyak pembangunan Ruang Terbuka Hijau (RTH) terutama di daerah perkotaan yang tingkat pencemarannya tergolong tinggi. Dibutuhkan sejumlah RTH, minimal 10% dari luas kota untuk mengimbangi pencemaran yang ada (Fandeli, 2007).

Salah satu komponen yang penting dalam konsep tata ruang adalah menetapkan dan mengaktifkan jalur hijau dan hutan kota, baik yang akan direncanakan maupun yang sudah ada namun kurang berfungsi. Selain itu jenis pohon yang ditanam perlu menjadi pertimbangan, karena setiap jenis tanaman mempunyai kemampuan penyerapan karbon yang berbeda-beda. Sebagaimana diketahui jenis-jenis pohon tertentu, misalnya Damar (*Agathis alba*), daun Kupu-kupu (*Bauhinia purpurea*), Lamtoro gung (*Leucaena leucocephala*), Akasia (*Acacia auriculiformis*), dan Beringin (*Ficus benyamina*) telah teruji baik dalam menyerap karbon yang ada di atmosfer (Fandeli dkk, 2004). Oleh karena itu akan lebih efektif jika perencanaan pembangunan ruang terbuka hijau memperhatikan faktor tersebut guna mengurangi pencemaran yang ada secara maksimal.

Kebun Raya Bogor yang memiliki keanekaragaman jenis tumbuhan yang tinggi serta kaya akan jenis-jenis baru yang jarang bahkan tidak pernah dijumpai di tempat lain dapat dijadikan sarana untuk menemukan jenis-jenis baru yang baik dalam menyerap karbon sehingga nantinya diharapkan dapat memperkaya referensi pemerintah daerah, khususnya Dinas Tata kota dan Pertamanan kota Bogor dalam pemilihan penanaman jenis-jenis yang efektif menyerap zat pencemar, khususnya karbon. Komponen umur (daur) pohon, jarak pohon dari sumber pencemar, tinggi daun dari tanah (strata tajuk), kondisi lingkungan serta

tingkat pencemaran di sekitar tempat penelitian merupakan faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam penentuan jenis pohon yang efektif menyerap karbon ini.

Letak strategis Kebun Raya Bogor yang berada di tengah-tengah kota yang dikelilingi jalan-jalan utama dengan kegiatan transportasi yang padat, setidaknya dapat meminimalisir polutan penyebab pencemaran udara di kota Bogor. Melalui organ daun dari pohon-pohon yang ada di sini diharapkan dapat membantu mengurangi bahan pencemar di udara akibat semakin meningkatnya kegiatan masyarakat kota Bogor terutama dalam bidang transportasi. Oleh karena itu, dibutuhkan kajian terhadap kepadatan lalu lintas sekitar daerah penelitian untuk menentukan besarnya tingkat pencemaran yang ada dan seberapa besar pohon-pohon dengan jenis dan umur yang berbeda ini dapat menyerap polutan karbon tersebut sehingga nantinya diperoleh data mengenai jenis tanaman baru yang efektif dalam menyerap dan memfiksasi karbon dan tingkat umur paling baik dalam penyerapan karbon.

1.2 Perumusan Masalah

Pada penelitian yang sudah ada diketahui bahwa organ-organ pohon seperti akar, batang, ranting serta daun merupakan tempat penyimpan karbon dalam bentuk bahan organik. Dalam penelitian ini yang diambil adalah sampel daun mengingat daun merupakan organ tempat berlangsungnya fotosintesis dimana dalam proses inilah karbon dalam bentuk CO_2 diserap oleh pohon. Untuk itu, perlu diketahui besarnya kemampuan daun dalam menyerap karbon.

Antara jenis yang satu dengan jenis lainnya pada tingkat umur yang berbeda pula tentunya akan berbeda kemampuannya dalam menyerap karbon. Hal ini tentunya dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal atau lingkungan. Ini menunjukkan adanya hubungan antara

jenis dan umur pohon dengan kemampuannya dalam menyerap karbon, sehingga dapat diketahui jenis-jenis yang efektif dalam menyerap karbon pada tingkat umur tertentu.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan sebagai berikut.

1. Mengetahui besarnya kandungan karbon dalam daun beberapa jenis pohon di sepanjang ruas jalan Pajajaran Kebun Raya Bogor.
2. Mengetahui pengaruh faktor internal dan eksternal pohon seperti jenis, umur, dan jarak dari sumber pencemar terhadap besarnya kandungan karbon dalam daun.
3. Mengetahui jenis pohon yang efektif menyerap karbon serta menemukan jenis baru yang baik dalam menyerap karbon.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai berikut.

1. Memberikan informasi kepada pembaca mengenai perbedaan besarnya serapan karbon oleh daun dari beberapa jenis pohon serta jenis pohon yang baik dalam menyerap karbon.
2. Memberikan referensi baru bagi pemerintah daerah, khususnya Dinas Tata Kota dan Pertamanan kota Bogor dalam pemilihan penanaman pohon yang memiliki kemampuan penyerapan karbon tinggi.
3. Sebagai referensi bagi penelitian-penelitian yang lain serta pembandingan bagi penelitian yang telah dilakukan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gas Rumah Kaca (GRK) dan Efek Rumah Kaca (ERK)

Gas rumah kaca (GRK) adalah gas-gas yang diemisikan dari berbagai kegiatan manusia, yang memiliki kemampuan untuk meneruskan gelombang pendek dan mengubahnya menjadi gelombang yang lebih panjang. Selain itu, GRK juga memiliki kemampuan meneruskan sebagian gelombang panjang dan memantulkan gelombang panjang lainnya (Ariadi, 2007).

Dalam Protokol Kyoto disebutkan enam jenis GRK, yaitu karbondioksida (CO_2), nitroksida (N_2O), metana (CH_4), sulfurheksafluorida (SF_6), perfluorokarbon (PFC) dan hidrofluorokarbon (HFC). Secara alami, efek rumah kaca telah terjadi sejak adanya atmosfer bumi dan efek inilah yang telah memungkinkan suhu bumi menjadi lebih hangat dan layak dihuni. Para ahli mengatakan tanpa adanya atmosfer dan efek rumah kaca, suhu bumi akan 33°C lebih dingin dibandingkan saat ini.

Efek rumah kaca (ERK) merupakan suatu fenomena dimana gelombang pendek radiasi matahari menembus atmosfer dan berubah menjadi gelombang panjang mencapai permukaan bumi. Setelah mencapai permukaan bumi, sebagian gelombang tersebut dipantulkan kembali ke atmosfer. Namun tidak seluruh gelombang panjang yang dipantulkan itu dilepaskan ke angkasa luar. Sebagian gelombang panjang dipantulkan kembali oleh lapisan gas rumah kaca di atmosfer ke permukaan bumi.



Gambar 2.1. Efek Rumah Kaca

Proses ini dapat berlangsung berulang kali, sementara gelombang yang masuk juga terus bertambah. Akibatnya terjadi akumulasi panas di atmosfer. Kondisi ini sama persis seperti yang terjadi di rumah kaca yang digunakan dalam kegiatan pertanian dan perkebunan.

Perkembangan populasi dan aktivitas manusia terutama sejak revolusi industri di pertengahan abad XIX, telah meningkatkan emisi GRK dengan laju yang sangat tinggi dan akibatnya efek rumah kaca yang terjadi di atmosfer semakin kuat.

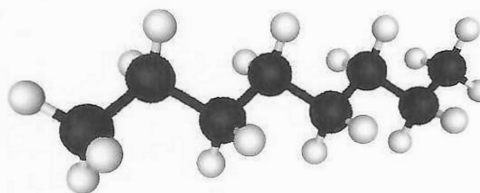
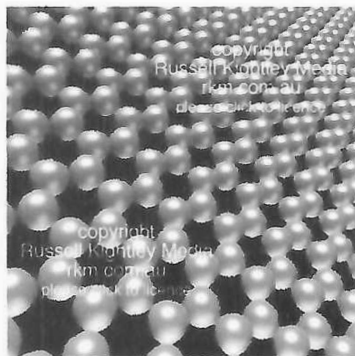
GRK dihasilkan dari berbagai kegiatan manusia. Di Indonesia, hal ini dapat dibedakan atas beberapa hal, yaitu pemanfaatan energi yang berlebihan, kerusakan hutan, serta pertanian dan peternakan. Pemanfaatan energi yang berlebihan, terutama energi fosil, merupakan sumber utama emisi GRK. Hutan yang semakin rusak, baik karena kejadian alam maupun pembalakan liar akan menambah jumlah GRK yang



diemisikan ke atmosfer dan akan menurunkan fungsi hutan sebagai penghambat

perubahan iklim. Demikian pula halnya dengan kegiatan peternakan dan pertanian yang merupakan penyumbang gas metana yang kekuatannya 21 kali lebih besar daripada gas karbondioksida (Panjiwibowo dkk, 2003).

2.2 Karbon



Gambar 2.2. Atom-atom karbon yang saling berikatan

Karbon merupakan unsur kimia yang mempunyai simbol C dan nomor atom 6 pada tabel periodik. Karbon merupakan unsur non-logam, bervalensi 4, dan memiliki beberapa alotrop, termasuk grafit dan intan. Menurut Center for International Forestry Research (CIFOR), karbon atau zat arang adalah salah satu unsur yang terdapat dalam bentuk padat maupun cairan di dalam perut bumi, di dalam batang pohon atau dalam bentuk gas di udara (atmosfer).

Berdasarkan Wikipedia Indonesia (2007), karbon terdapat di dalam semua makhluk hidup dan merupakan dasar kimia organik. Unsur ini juga memiliki keunikan dalam kemampuannya untuk membentuk ikatan kimia dengan sesama karbon maupun banyak jenis unsur lain, membentuk hampir 10 juta jenis senyawa yang diketahui.

2.2.1 Jenis Karbon yang Dihasilkan dari Kegiatan Transportasi

2.2.1.1 Karbon Monoksida (CO)

Karbon monoksida dengan rumus kimia CO, adalah gas yang tak berwarna, tak berbau, mudah terbakar dan sangat beracun. Gas CO merupakan hasil utama pembakaran tidak sempurna karbon dan senyawa lain yang mengandung karbon. Karbon monoksida dihasilkan pada pembakaran tidak sempurna. Sebagai contoh, 4 sampai 7 persen dari gas buangan kendaraan bermotor dan gas dari cerobong asap merupakan CO. Senyawa ini sangatlah beracun karena dapat berikatan kuat dengan hemoglobin dan menghambat proses pengangkutan oksigen ke jaringan-jaringan tubuh. Karbon monoksida berikatan 200 kali lebih kuat dengan hemoglobin daripada oksigen dan oleh karenanya sangat sulit untuk melepaskannya ketika telah berikatan dengan darah (Wikipedia Indonesia, 2007).

Menurut Sudrajad (2005), asap kendaraan merupakan sumber utama karbon monoksida di berbagai perkotaan. Data mengungkapkan bahwa 60% pencemaran udara di Jakarta disebabkan karena benda bergerak atau transportasi umum yang berbahan bakar solar terutama berasal dari Metromini. Formasi CO merupakan fungsi dari rasio kebutuhan udara dan bahan bakar dalam proses pembakaran di dalam ruang bakar mesin diesel. Percampuran yang baik antara udara dan bahan bakar terutama yang terjadi pada mesin-mesin yang menggunakan Turbocharge merupakan salah satu strategi untuk meminimalkan emisi CO.

Karbon monoksida yang meningkat di berbagai perkotaan dapat mengakibatkan turunnya berat janin dan meningkatkan jumlah kematian bayi serta kerusakan otak. Karena itu strategi penurunan kadar karbon monoksida akan

tergantung pada pengendalian emisi seperti penggunaan bahan katalis yang mengubah bahan karbon monoksida menjadi karbon dioksida dan penggunaan bahan bakar terbarukan yang rendah polusi bagi kendaraan bermotor

Keracunan karbon monoksida pada umumnya mengakibatkan kematian karena senyawa ini tidak memiliki tanda-tanda bahaya. Karbon monoksida tidak berbau dan tidak berwarna, serta reaksinya berlangsung sangat cepat. Ketika 10 sampai 30 persen dari molekul hemoglobin bercampur dengan karbon monoksida, timbul gejala pening dan sakit kepala, disertai dengan kaburnya penglihatan dan rasa mual. Persentasi karbon monoksida yang lebih tinggi lagi mengakibatkan hilangnya kesadaran, melemahnya aktivasi jantung, koma bahkan kematian. Penanganannya dengan memberikan campuran antara oksigen dan karbon dioksida maupun transfusi darah bila perlu (Tugaswati, 2007).

2.2.1.2 Karbon Dioksida (CO₂)

Wikipedia Indonesia (2007) menyebutkan bahwa karbon dioksida adalah gas atmosfer yang terdiri dari satu atom karbon dan dua atom oksigen. Karbon dioksida merupakan gas tanpa warna yang apabila dihirup pada dosis yang tinggi menghasilkan rasa asam dalam mulut dan rasa menyengat di hidung dan tekak. Kesan ini disebabkan oleh gas melarut dalam selaput mukus dan air liur, membentuk larutan cair asam karbonat. Molekul karbon dioksida (O=C=O) terdiri dari dua ikatan ganda dan mempunyai bentuk linear (lurus). Ia tidak mempunyai dipolar elektrik. Apabila teroksidasi sepenuhnya, CO₂ tidak aktif dan tidak mudah terbakar.

Kandungan karbon dioksida dalam udara segar adalah kurang dari 1% (sekitar 350 ppm). Apabila dihirup dalam kepekatan tinggi (sekitar 5% dari isi padu), zat ini

Pembakaran sempurna dari bahan bakar menghasilkan karbon dioksida. Proses ini berlangsung ketika oksigen berada dalam keadaan yang cukup. Ketika pembakaran berlangsung tidak sempurna, karbon monoksida juga diproduksi. Sesungguhnya, oksidasi dari senyawa karbon tidak hanya terjadi pada mobil kita ataupun pembakaran arang tetapi juga terjadi pada tubuh kita. Dalam kasus ini produk dari reaksi metabolisme dalam tubuh, terutama respirasi sebagian besar berupa CO_2 yang kita hembuskan saat bernafas.

Karbon dioksida merupakan sebagian kecil komponen dari atmosfer kita, walaupun aktivasi dari gunung berapi dan pembakaran bahan bakar fosil memproduksinya dalam jumlah yang cukup besar. Walaupun begitu, CO_2 di udara juga diperlukan dalam proses fotosintesis karbohidrat oleh tanaman. Sebagian juga diubah menjadi karbonat padat, melalui proses pelarutan dengan air dan membentuk asam karbonat, lalu berinteraksi dengan kation, sebagai contoh, dengan Ca^{2+} dan terbentuk senyawa kalsium karbonat yang tidak larut. (Tugaswati, 2007).

2.2.1.3 Hidrokarbon (HC)

Dalam bidang kimia, hidrokarbon adalah sebuah senyawa yang terdiri dari unsur karbon (C) dan hidrogen (H). Seluruh hidrokarbon memiliki rantai karbon dan atom-atom hidrogen yang berikatan dengan rantai tersebut. Istilah tersebut digunakan juga sebagai pengertian dari hidrokarbon alifatik.

Sebagai contoh, metana (gas rawa) adalah hidrokarbon dengan satu atom karbon dan empat atom hidrogen (CH_4). Etana adalah hidrokarbon (lebih terperinci, sebuah alkana) yang terdiri dari dua atom karbon bersatu dengan sebuah ikatan

tinggal, masing-masing mengikat tiga atom karbon: C_2H_6 . Propana memiliki tiga atom C (C_3H_8) dan seterusnya (C_nH_{2n+2}). Petroleum, gas asli dan arang batu merupakan sumber asli hidrokarbon.

Pada mesin, emisi Hidrokarbon (HC) terbentuk dari bermacam-macam sumber. Tidak terbakarnya bahan bakar secara sempurna, tidak terbakarnya minyak pelumas silinder adalah salah satu penyebab munculnya emisi HC. Emisi HC pada bahan bakar HFO yang biasa digunakan pada mesin-mesin diesel besar akan lebih sedikit jika dibandingkan dengan mesin diesel yang berbahan bakar Diesel Oil (DO). Emisi HC ini berbentuk gas metan (CH_4). Jenis emisi ini dapat menyebabkan leukemia dan kanker (Sudrajat, 2005).

2.3. Perubahan Lingkungan oleh Emisi Karbon

2.3.1 Perubahan Iklim

Menurut Soerjani dkk, iklim didefinisikan sebagai kondisi rata-rata suhu udara, curah hujan, tekanan udara, arah angin, kelembaban udara serta parameter iklim lainnya dalam jangka waktu yang panjang antara 30-100 tahun (*intercentenial*). Jadi berbeda dengan cuaca yang merupakan kondisi sesaat, iklim adalah rata-rata kondisi cuaca dalam jangka waktu yang sangat panjang. Perubahan iklim adalah terjadinya perubahan kondisi rata-rata parameter iklim. Perubahan ini tidak terjadi dalam waktu singkat (mendadak), tetapi secara perlahan dalam kurun waktu yang cukup panjang antara 50-100 tahun. Perubahan iklim terjadi akibat proses pemanasan global, yaitu meningkatnya suhu rata-rata permukaan bumi akibat akumulasi panas yang tertahan di atmosfer. Akumulasi panas itu sendiri terjadi akibat adanya efek rumah kaca di atmosfer bumi.

hasil-hasil pembakaran (fosil, gas alam, dsb). Bila pada tahun 1860 konsentrasi gas CO₂ sekitar 290 ppmv (parts per million by volume), tahun 1970 menjadi sekitar 320 ppmv. Dengan kenaikan 25% jumlah CO₂ menyebabkan kenaikan suhu antara 0,5-1°C (Soerjani dkk, 1987).

Perubahan pada jumlah energi yang masuk karena adanya asap atau debu yang melayang-layang di udara, energi dari matahari yang menuju ke permukaan bumi diserap, dipantulkan dan atau dihamburkan. Di samping itu, asap dan debu juga dapat berfungsi lain, misalnya menyerap dan memancarkan kembali energi gelombang panjang yang keluar dari permukaan. Demikian seterusnya sehingga keseimbangan tersebut berubah. Hal tersebut menunjukkan bahwa kegiatan manusia dapat menyebabkan perubahan iklim meskipun dalam skala kecil dengan secara langsung memasukkan energi ke dalam udara maupun dengan cara yang menyebabkan terjadinya perubahan permukaan bumi dan perubahan komposisi atau kualitas udara.

Lebih lanjut yang juga penting untuk dipahami adalah sifat unsur cuaca dan iklim sendiri yang dapat mempercepat atau memperlambat berlangsungnya perubahan tersebut. Angin juga mempengaruhi persebaran polutan/asap. Dalam udara tak mantap maka polutan lebih mudah tersebar dibanding dalam udara mantap (Yuniarto, 2007).

2.3.1.1 Dampak Perubahan Iklim

Dalam skala global, perubahan iklim akan mengakibatkan terjadinya pencairan lapisan es. Pencairan ini tidak hanya terjadi di daerah kutub tetapi juga di

beberapa puncak gunung yang selama ini dipercaya ditutupi lapisan es abadi. Sejak dekade 1960-an, lapisan es yang menyelimuti bumi ini telah berkurang sebanyak 10 persen.

Mencairnya lapisan es memberikan dampak berupa peningkatan volume air di permukaan bumi secara keseluruhan, terutama volume air laut. Selain itu, peningkatan suhu juga akan mengakibatkan meningkatnya pemuatan air yang akan berakibat pada peningkatan volume. Peningkatan volume air laut pada akhirnya akan mengakibatkan peningkatan tinggi muka air laut.

Perubahan iklim juga akan mengakibatkan terjadinya pergeseran musim. Di beberapa tempat, musim kemarau akan semakin panjang sementara musim hujan memendek. Akibatnya akan timbul bencana kekeringan. Kekeringan akan memberikan dampak turunan seperti kegagalan panen serta krisis air bersih.

Berdasarkan Panjiwibowo dkk, musim kemarau yang panjang mengakibatkan terjadinya musim hujan yang pendek namun dengan intensitas yang sangat tinggi. Kondisi ini menyebabkan bencana banjir, badai dan tanah longsor. Dampak lain yang diperkirakan terjadi akibat perubahan iklim adalah tak menentukannya pola curah hujan.

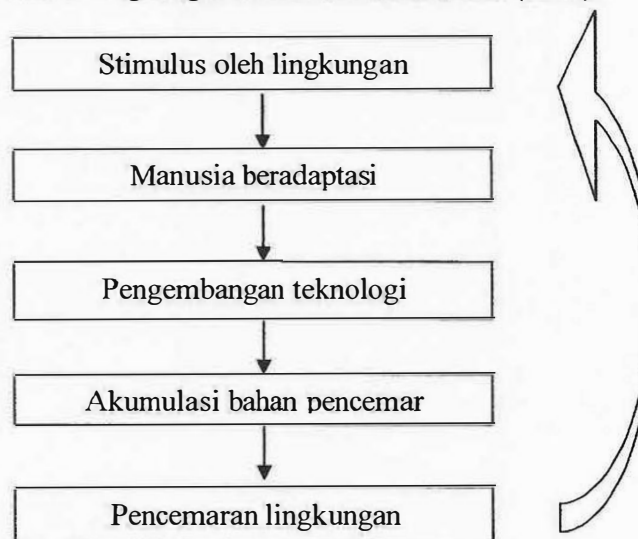
Sektor kehutanan pun akan menerima dampak dari perubahan iklim ini. Ketidakmampuan beberapa jenis flora dan fauna untuk beradaptasi akan mengakibatkan terjadinya perubahan komposisi ekologi hutan. Spesies yang tidak mampu beradaptasi akan punah sementara spesies yang lebih kuat akan berkembang tak terkendali. Selain itu, panjang serta keringnya musim kemarau telah memacu peningkatan terjadinya kebakaran hutan. Dampak lain dari perubahan iklim di Indonesia adalah meningkatnya frekuensi penyakit tropis, seperti malaria dan demam

2.3.2. Pencemaran Udara

Kebutuhan manusia semakin lama semakin bertambah. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, manusia selalu meningkatkan ilmu dan teknologi dan memanfaatkan perkembangan ilmu dan teknologi tersebut. Kendaraan bermotor merupakan salah satu produk teknologi yang diciptakan manusia untuk memenuhi kebutuhannya. Kendaraan bermotor memerlukan bahan bakar, biasanya bensin. Hasil pembakaran bensin ini mengeluarkan gas buang berupa karbondioksida, karbon monoksida, oksida-oksida nitrogen, hidrokarbon yang tidak terbakar, timbal yang berupa gas atau partikel, dll.

Gas buang yang keluar dari kendaraan bermotor ada yang bersifat racun seperti karbon monoksida dan senyawa-senyawa timbal. Adanya kendaraan bermotor yang dapat memenuhi kebutuhan manusia, juga akan mengakibatkan tercemarnya udara di lingkungan kendaraan bermotor itu beroperasi.

Siklus perubahan lingkungan menurut Mustafa, dkk (1991):



produk hasil teknologi yang berdampak negatif pada lingkungan. Lama kelamaan bahan pencemar tersebut terakumulasi dalam lingkungan sehingga terjadi pencemaran lingkungan.

Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup No.02/MENKLH/1998, yang dimaksud dengan pencemaran udara adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat energi dan/atau komponen lain ke dalam udara dan/atau berubahnya tatanan (komposisi) udara oleh kegiatan manusia atau proses alam, sehingga kualitas udara menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya.

Apabila pembebasan bahan atau zat-zat yang masuk ke dalam udara atmosfer tersebut secara potensial tidak mampu mengubah stabilitas dan kualitas udara atmosfer, maka hal tersebut tidak dapat dikatakan sebagai pencemaran udara. Penentuan suatu lingkungan sudah terkena pencemaran udara yaitu dengan melihat angka batas yang disebut dengan Nilai Ambang Batas (NAB). Bila angka batas ini terlampaui maka lingkungan tersebut dikatakan kena pencemaran udara (Hermawan dalam Dianawati, 2001).

Menurut Ebenezer, dkk (2006), udara tercemar adalah perbedaan komposisi udara aktual dengan kondisi udara normal dimana komposisi udara aktual tidak mendukung kehidupan manusia. Bahan atau zat pencemar udara dapat berbentuk gas dan partikel. Dalam bentuk gas dapat dibedakan dalam golongan belerang (sulfur dioksida, hidrogen sulfida, sulfat aerosol), golongan nitrogen (nitrogen oksida, nitrogen monoksida, amoniak, dan nitrogen dioksida), golongan

Karbon (karbon dioksida, karbon monoksida, hidrokarbon), dan golongan gas yang berbahaya (benzene, vinyl klorida, uap air raksa). Jenis pencemaran udara berbentuk partikel dibedakan menjadi 3. Pertama, mineral anorganik berupa air raksa dan timah. Kedua, bahan organik terdiri dari ikatan hidrokarbon, klorinasi alkana, benzena. Ketiga, makhluk hidup terdiri dari bakteri, virus, telur cacing.

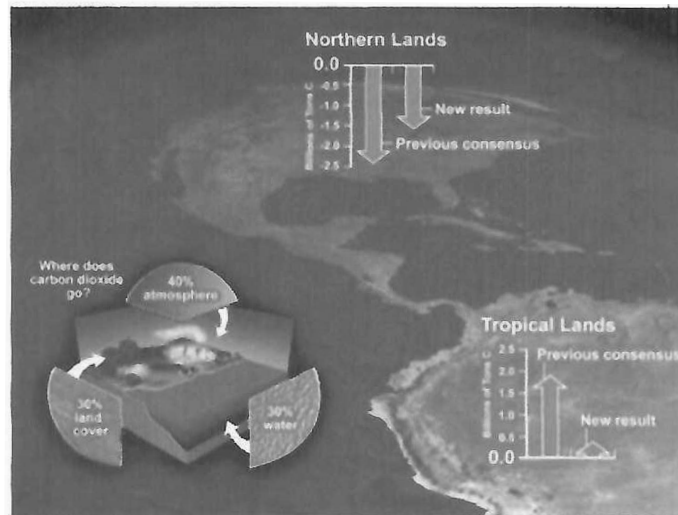
Pencemaran udara dapat ditimbulkan oleh sumber-sumber alami maupun kegiatan manusia. Beberapa gangguan fisik seperti polusi suara, panas, radiasi atau polusi cahaya dianggap sebagai polusi udara. Sifat alami udara mengakibatkan dampak pencemaran udara dapat bersifat langsung dan lokal, regional, maupun global. Pencemaran udara biasanya terjadi di kota-kota besar dan juga daerah padat industri yang menghasilkan gas-gas yang mengandung zat di atas batas kewajaran. Rusaknya atau semakin sempitnya lahan hijau atau pepohonan di suatu daerah juga dapat memperburuk kualitas udara di tempat tersebut. Semakin banyak kendaraan bermotor dan alat-alat industri yang mengeluarkan gas yang mencemarkan lingkungan akan semakin parah pula pencemaran udara yang terjadi. Untuk itu diperlukan peran serta pemerintah, pengusaha dan masyarakat untuk dapat menyelesaikan permasalahan pencemaran udara yang terjadi (Godam, 2006).

Pencemar udara dibedakan menjadi pencemar primer dan pencemar sekunder. Pencemar primer adalah substansi pencemar yang ditimbulkan langsung dari sumber pencemaran udara. Karbon monoksida adalah sebuah contoh dari pencemar udara primer karena ia merupakan hasil dari pembakaran. Pencemar sekunder adalah substansi pencemar yang terbentuk dari reaksi pencemar-pencemar primer di atmosfer. Pembentukan ozon dalam smog fotokimia adalah sebuah contoh

Atmosfer merupakan sebuah sistem yang kompleks, dinamik, dan rapuh.

Belakangan ini pertumbuhan keprihatinan akan efek dari polusi udara dalam konteks global dan hubungannya dengan pemanasan global, perubahan iklim dan penipisan ozon di stratosfer semakin meningkat. Pencemaran udara dapat terjadi dimana-mana, misalnya di dalam rumah, sekolah, dan kantor. Pencemaran ini sering disebut pencemaran dalam ruangan (indoor pollution). Sementara itu pencemaran di luar ruangan (outdoor pollution) berasal dari emisi kendaraan bermotor, industri, perkapalan, dan proses alami oleh makhluk hidup. Sumber pencemar udara dapat diklasifikasikan menjadi sumber diam dan sumber bergerak. Sumber diam terdiri dari pembangkit listrik, industri dan rumah tangga. Sedangkan sumber bergerak adalah aktifitas lalu lintas kendaraan bermotor dan transportasi laut (Sudrajad, 2005).

2.4 Carbon Sink



(The University Corporation for Atmospheric Research/UCAR, 2008)

Gambar 2.3. Carbon sink

2.4.1 Definisi

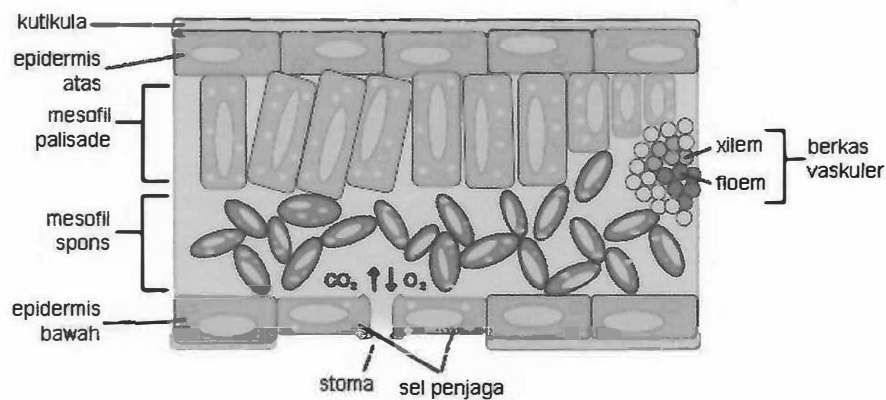
Carbon sink adalah sistem alami yang menyerap dan menyimpan karbon dari atmosfer. Carbon sink meliputi tanaman (vegetasi), lautan, dan tanah. Tanaman menyerap karbon dari atmosfer untuk digunakan dalam proses fotosintesis, sebagian dari karbon ini kemudian ditransfer ke tanah sebagai bahan organik. Lautan merupakan sistem penyimpan karbon dioksida utama. Hewan-hewan laut juga memanfaatkan gas karbondioksida hasil fotosintesis sementara gas karbondioksida lainnya terlarut dalam air laut. Menurut Fraser dan Thompson (2007), gabungan dari daratan dan lautan dapat menyerap sebagian emisi gas karbondioksida dari aktivitas manusia.

Carbon sink adalah istilah yang kerap digunakan di bidang perubahan iklim. Istilah ini berkaitan dengan fungsi hutan sebagai penyerap (sink) dan penyimpan (reservoir) karbon. Emisi karbon ini umumnya dihasilkan dari kegiatan pembakaran bahan bakar fosil pada sektor industri, transportasi dan rumah tangga (Suryatmojo, 2004).

2.4.2 Carbon Sink Berupa Organ Daun

Daun merupakan salah satu organ tumbuhan yang tumbuh dari batang, umumnya berwarna hijau dan terutama berfungsi sebagai penangkap energi dari cahaya matahari melalui fotosintesis. Daun merupakan organ terpenting bagi tumbuhan dalam melangsungkan hidupnya karena tumbuhan adalah organisme autotrof, ia harus memasok kebutuhan energinya sendiri melalui konversi energi cahaya menjadi energi kimia (Anonim, 2007).

Daun merupakan organ utama yang melakukan fotosintesis pada tumbuhan. Permukaan atas daun tertutup selapis sel tunggal yang menyusun epidermis atas. Di bawah sel-sel epidermis atas tersusun satu atau lebih barisan sel yang membentuk lapisan palisade. Setiap sel penuh dengan kloroplas dan sel-sel inilah yang melakukan fotosintesis paling banyak di dalam daun (Kimball dalam Tjitrosomo, 1994).



Gambar 2.4. Skema anatomi daun

Menurut Kimball dalam Tjitrosomo, di bawah lapisan palisade terdapat lapisan bunga karang. Walau hanya berisi sedikit kloroplas, fungsi utamanya agaknya sebagai penyimpan sementara molekul-molekul makanan yang dihasilkan sel-sel lapisan palisade. Selain itu juga membantu dalam pertukaran gas di antara daun dan sekitarnya. Selama siang hari, sel-sel ini mengeluarkan oksigen dan uap air ke ruang udara yang mengitarinya. Ruang-ruang udara ini saling berhubungan dan akhirnya ke bagian luar daun melalui pori-pori yang khusus yang dinamai stomata. Pada kebanyakan tumbuhan, stomatanya terutama terdapat di epidermis bawah.

Bentuk daun sangat beragam, namun biasanya berupa helaian, bisa tipis atau tebal. Gambaran dua dimensi daun digunakan sebagai pembeda bagi bentuk-

bentuk daun. Bentuk dasar daun membulat, dengan variasi cuping menjari atau

menjadi elips dan memanjang. Bentuk ekstremnya bisa meruncing panjang. Daun juga bisa bermodifikasi menjadi duri (misalnya pada kaktus), dan berakibat daun kehilangan fungsinya sebagai organ fotosintetik. Daun tumbuhan sukulen atau xerofit juga dapat mengalami peralihan fungsi menjadi organ penyimpan air.

Warna hijau pada daun berasal dari kandungan klorofil pada daun. Klorofil adalah senyawa pigmen yang berperan dalam menyeleksi panjang gelombang cahaya yang energinya diambil dalam fotosintesis. Sebenarnya daun juga memiliki pigmen lain, misalnya karoten (berwarna jingga), xantofil (berwarna kuning), dan antosianin (berwarna merah, biru, atau ungu, tergantung derajat keasaman). Daun tua kehilangan klorofil sehingga warnanya berubah menjadi kuning atau merah (dapat dilihat dengan jelas pada daun yang gugur).

Fungsi daun bagi tumbuh-tumbuhan menurut Lakitan (1993) yaitu sebagai alat untuk:

1. Pengambilan bahan fotosintesis (resorpsi), terutama yang berupa gas CO₂.
2. Pengolahan zat-zat makanan (asimilasi).
3. Penguapan air (transpirasi).
4. Pernafasan (respirasi).

Daun yang lengkap menurut Tjitrosoepomo dalam Makatita (2003) punya bagian-bagian sebagai berikut:

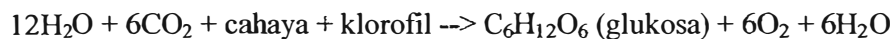
1. Upih daun / pelepah daun.
2. Tangkai daun (petiolus).
3. Helaian daun (lamina).

2.5 Proses-Proses dalam Siklus Karbon

2.5.1. Fotosintesis

Fotosintesis adalah suatu proses biokimia yang dilakukan tumbuhan, alga, dan beberapa jenis bakteri untuk memproduksi energi terpakai (nutrisi) dengan memanfaatkan energi cahaya. Hampir semua makhluk hidup bergantung dari energi yang dihasilkan dalam fotosintesis. Akibatnya fotosintesis menjadi sangat penting bagi kehidupan di bumi. Fotosintesis juga berjasa menghasilkan sebagian besar oksigen yang terdapat di atmosfer bumi. Organisme yang menghasilkan energi melalui fotosintesis (*photos* berarti cahaya) disebut sebagai fototrof. Fotosintesis merupakan salah satu cara asimilasi karbon karena dalam fotosintesis karbon bebas dari CO₂ diikat (difiksasi) menjadi gula sebagai molekul penyimpan energi. Cara lain yang ditempuh organisme untuk mengasimilasi karbon adalah melalui kemosintesis, yang dilakukan oleh sejumlah bakteri belerang (Wikipedia Indonesia, 2007).

Tumbuhan bersifat autotrof, artinya dapat mensintesis makanan langsung dari senyawa anorganik. Tumbuhan menggunakan karbon dioksida dan air untuk menghasilkan gula dan oksigen yang diperlukan sebagai sumber energi untuk pertumbuhan dan perkembangan. untuk menjalankan proses ini berasal dari fotosintesis. Persamaan reaksi yang menghasilkan glukosa adalah sebagai berikut:



Tumbuhan menangkap cahaya menggunakan pigmen yang disebut klorofil. Pigmen inilah yang memberi warna hijau pada tumbuhan. Klorofil mengandung organel yang disebut kloroplas. Kloroplas inilah yang menyerap cahaya yang akan digunakan dalam fotosintesis. Meskipun seluruh bagian tubuh tumbuhan

yang berwarna hijau mengandung kloroplas, namun sebagian besar energi dihasilkan

di daun. Di dalam daun terdapat lapisan sel yang disebut mesofil yang mengandung setengah juta kloroplas setiap milimeter perseginya. Cahaya akan melewati lapisan epidermis tanpa warna dan yang transparan, menuju mesofil, tempat terjadinya sebagian besar proses fotosintesis. Permukaan daun biasanya dilapisi oleh kutikula dari lilin yang bersifat anti air untuk mencegah terjadinya penyerapan sinar matahari ataupun penguapan air yang berlebihan (Lakitan, 1993).

Faktor yang mempengaruhi laju fotosintesis antara lain:

A. Faktor Genetik

1. Perbedaan antar spesies
2. Pengaruh umur daun

Kemampuan daun untuk berfotosintesis meningkat pada awal perkembangan daun, tetapi kemudian mulai turun, kadang sebelum daun tersebut berkembang penuh (*fully-developed*). Daun yang mulai mengalami senescence akan berwarna kuning dan hilang kemampuannya untuk berfotosintesis karena perombakan klorofil dan hilangnya fungsi kloroplas.

3. Pengaruh laju translokasi fotosintat (hasil fotosintesis dalam bentuk sukrosa).

B. Faktor Lingkungan

1. Ketersediaan air

Jika air berkurang, maka turgiditas sel penjaga stomata menurun sehingga stomata menutup dan serapan CO₂ terhambat.

2. Ketersediaan CO₂

CO₂ tersedia dalam jumlah besar di udara yaitu 335 ppm dan cenderung

3. Pengaruh cahaya

Ada perbedaan tanggapan terhadap peningkatan intensitas cahaya antara tumbuhan yang cocok untuk kondisi ternaung (*shade plants/indoor plants*) dengan tumbuhan yang biasa tumbuh pada kondisi tidak ternaung. Perbedaan tersebut adalah:

1. Tumbuhan cocok ternaung menunjukkan laju fotosintesis yang sangat rendah pada intensitas cahaya tinggi dibanding tumbuhan cocok terbuka.
2. Laju fotosintesis tumbuhan cocok ternaung mencapai titik jenuh pada intensitas cahaya lebih rendah dibanding tumbuhan cocok terbuka.
3. Laju fotosintesis tumbuhan cocok ternaung lebih tinggi dibanding tumbuhan cocok terbuka pada intensitas cahaya yang sangat rendah.
4. Titik kompensasi cahaya untuk tumbuhan cocok ternaung lebih rendah dibanding tumbuhan cocok terbuka.

5. Pengaruh suhu

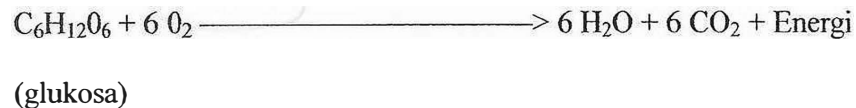
(Lakitan, 1993)

Fotosintesis bergantung pada cahaya dan ketersediaan CO_2 , serta suhu. Laju fotosintesis berbanding lurus dengan konsentrasi CO_2 di udara dan jumlah kloroplas, serta berbanding terbalik dengan tahanan daun terhadap difusi CO_2 . Iklim mempengaruhi laju fotosintesis melalui konsentrasi CO_2 ambien, radiasi matahari, lengas, suhu, dan ketersediaan hara. Meskipun demikian, variabilitas CO_2 tidak berakibat langsung terhadap variabilitas fotosintesis karena adanya pengaruh variabilitas cahaya, lengas, dan hara (Johan, 2007).

2.5.2. Respirasi

Respirasi yaitu suatu proses pembebasan energi yang tersimpan dalam zat sumber energi melalui proses kimia dengan menggunakan oksigen. Dari respirasi akan dihasilkan energi kimia ATP untuk kegiatan kehidupan, seperti sintesis makromolekul (anabolisme), gerak, pertumbuhan.

Contoh: Respirasi dengan substrat glukosa, reaksi sederhananya:



Reaksi pembongkaran glukosa menjadi $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + \text{Energi}$, melalui tiga tahap :

1. Glikolisis.
2. Daur Krebs.
3. Transpor elektron respirasi.

Respirasi juga akan meningkat dengan meningkatnya suhu karena peningkatan suhu akan memperbesar nisbah O_2 / CO_2 yang tersedia.

Faktor-faktor yang mempengaruhi respirasi menurut Lakitan (1993):

1. Ketersediaan substrat
2. Ketersediaan oksigen
3. Suhu

Biasanya 5-25 °C. Untuk kisaran suhu ini, laju respirasi akan meningkat lebih dari 2 kali lipat untuk setiap kenaikan suhu 10 °C.

4. Tipe dan umur tumbuhan

Laju respirasi tinggi pada saat perkecambahan dan tetap tinggi pada fase

turun dengan bertambahnya umur tumbuhan.

2.6. Faktor Internal Serapan Karbon oleh Vegetasi

2.6.1. Jenis (Spesies)

Spesies adalah kata dalam bahasa latin yang berarti "jenis" atau "penampakan". Linnaeus (1753), pendiri taksonomi modern, menjelaskan spesies individual berdasarkan bentuk fisiknya; kajian mengenai struktur atau bentuk (morfologi), masih tetap merupakan metode yang paling sering digunakan untuk mengelompokkan spesies (Campbell Reece-Mitchell, 2000).

Spesies atau jenis merupakan suatu takson yang dipakai dalam taksonomi untuk menunjuk pada satu atau beberapa kelompok individu (populasi) yang serupa dan dapat saling membuahi satu sama lain di dalam kelompoknya (saling membagi gen), tetapi tidak dapat dengan anggota kelompok yang lain. Spesies merupakan unit dasar untuk memahami biodiversitas (Ariyanti, 2002). Anggota-anggota dalam suatu spesies jika saling berkawin dapat menghasilkan keturunan yang fertil tanpa hambatan reproduktif.

Berdasarkan Camp (2006), "sp." merupakan singkatan dari spesies. "sp." digunakan ketika nama spesies sebenarnya tidak disebutkan. Bentuk jamaknya adalah "spp" yang mengindikasikan beberapa spesies. "spp" biasanya digunakan untuk menerangkan semua jenis individual dalam satu genus, misalnya *Polyalthia* spp. mengacu pada semua jenis pohon dalam genus *Polyalthia*.



1. *Vernicia montana*

Nama Inggris Tung
Nama Perdagangan: Wood oil tree

Klasifikasi

Kingdom : Plantae
Divisio Magnoliophyta
Kelas Magnoliopsida
Ordo Euphorbiales
Famili Euphorbiaceae
Subfamili: Crotonoideae
Genus Vernicia
Species *Vernicia montana* (Lour.) Fl. Cochinch

(National Herbarium, 2008)

Pada umumnya tanaman ini berupa perdu atau pohon, berumah satu atau terkadang berumah dua, mudah gugur atau meranggas. Tumbuhan jenis ini memiliki daun berseling, stipula menyegi tiga hingga melanset yang mudah luruh. Tipe perbungaan terminal, bentuk malai, bercabang dari pangkal serta bersifat unisexual.

Berdasarkan Kehati (2008), *Vernicia montana* berasal dari Burma (Myanmar), Vietnam utara, dan China, kemudian diintroduksi dan ditanam di wilayah tropis lain seperti Indo-china, Indonesia, Madagaskar, Malawi. Biasanya ditanam di areal dengan curah hujan tahunan 850—2000 mm dan rata-rata temperatur tahunan 15—27°C di daerah tropis pada ketinggian 800—2000 m. Tanaman ini tumbuh

Menurut Vossen dkk (2008), perbanyakan tanaman dilakukan secara vegetatif melalui seleksi klon untuk dijadikan anakan. Tanaman ini baik sebagai pupuk tapi beracun, karena itu penggunaannya harus hati-hati. Selain itu, tanaman ini juga menghasilkan minyak kastor untuk pelumas (Tjitrosoepomo, 1988).

2. *Litsea glutinosa*

Indonesia Huru batu, adem ati, kapu ketek, nyampu wingka,
nyampoh, wuru beling (Jawa), huru tangkalak, matang
kapas (Sunda)

Pilipina Puso-puso

Klasifikasi

Kingdom : Plantae (tumbuhan)
Subkingdom : Tracheobionta (berpembuluh)
Superdivisio : Spermatophyta (menghasilkan biji)
Divisio : Magnoliophyta (berbunga)
Kelas : Magnoliopsida (berkeping dua / dikotil)
Sub-kelas : Magnoliidae
Ordo : Laurales
Familia : Lauraceae
Genus : *Litsea*
Spesies : *Litsea glutinosa* (Lour.) C.D. Robins

(Wordpress, 2008)

Berupa pohon, tinggi dapat mencapai 10 meter. Batang berkayu dan bercabang-cabang. Daun tunggal, bentuk elips, warna hijau, dan berbulu halus. Perbungaan bentuk malai, mahkota bunga berwarna putih kekuningan. Buah bulat,

muda. Bagian yang dapat dimanfaatkan antara lain akar, kulit kayu, dan daun.

Batang berdiameter kecil berwarna abu-abu atau coklat muda, daun berukuran 7-15 x 3-7 cm yang tersusun spiral, bentuk daun oblong-oval atau ellips atau acuminate dan obtuse. Habitat alami spesies ini berada di New Kaledonia dan Sri Lanka. Saat ini *Litsea glutinosa* tersebar mulai dari India, Cina Selatan hingga Malaysia juga Australia serta Kepulauan Pasifik Barat.

3. *Bombax valetonii* (Kekabu hutan)

Nama umum : dangdeur leuweung, nun pa, ngui pa, krai, kekabu hutan,
kabu- kabu, randu alas.

Klasifikasi

Kingdom : Plantae
Divisio : Magnoliophyta
Kelas : Magnoliopsida
Ordo : Malvales
Familia : Bombacaceae
Genus : Bombax
Spesies : *Bombax valetonii* Hochr.

(World Agroforestry, 2008)

Di Indonesia, tanaman ini tersebar di daerah Sumatera, Sulawesi, dan Jawa Barat dengan kelimpahan relatif sedikit. Kekabu Hutan merupakan sejenis tumbuhan yang banyak terdapat di hutan Malaysia serta di negara-negara ASEAN yang lain. Sinonim dari jenis ini adalah *Bombax malabaricum* dan *Gossampinus malabaricum* Alst. Kayunya biasa digunakan sebagai bahan bangunan.

Bombax merupakan jenis pohon yang meranggas dengan tinggi mencapai 45 meter. Pohon ini memiliki tajuk datar, batang berduri, daun majemuk menjari dengan jumlah 4 hingga 5 dalam satu tangkai daun. Bunga tumbuh pada ujung-ujung cabang, muncul pada bulan November hingga Februari ketika daun-daun meranggas. Bunga memiliki kelopak berwarna hijau muda dan mahkota bunga yang berukuran 8 cm. Buah berukuran besar berbentuk kapsul.

4. *Cananga odorata* (Kenanga)

Nama Inggris : Ylang-ylang

Nama Indonesia : Kenanga

Klasifikasi

Kingdom Plantae

Divisio Tracheophyta

Kelas Magnoliopsida

Ordo Magnoliales

Familia Annonaceae

Genus *Cananga*

Spesies *Cananga odorata* (Lam.) Hook. f. & Thoms

(PROSEA, 2008)

Kenanga ada dua macam yaitu:

- (1) Berbentuk pohon dengan tinggi 10 - 40 m. Bunga menggantung dalam rangkaian 1 - 3 buah. Menghasilkan bunga yang bermahkota lebar dan berbau wangi, akan tetapi bunganya mudah gugur.



(2) Berbentuk perdu dengan tinggi 2 - 5 m, yaitu var. *fruticosa* (Craib) Sincl.

bunganya kurang menarik dan kurang wangi. Berbunga sepanjang tahun. Tidak pernah membentuk buah.

Tanaman Kenanga tersebar dari Burma sampai Australia bagian Utara, juga di India dan pulau-pulau di Pasifik sampai ke Hawaii. Kenanga dapat tumbuh baik di dataran rendah sampai 1200 m dpl, menghendaki iklim panas dengan curah hujan antara 300 - 500 mm sinar matahari yang cukup dengan suhu 25 - 30 °C (Yusuf dkk, 2008)

Kenanga diperbanyak dengan biji atau perbanyak vegetatif. Bijinya mudah tumbuh, sehingga dalam skala besar, bibit dapat diperoleh dengan mudah. Biji kenanga diperoleh dari kenanga yang berbentuk pohon, yang berupa perdu jarang sekali menghasilkan biji. Kenanga mudah pula diperbanyak secara cangkok.

Pada umumnya dijadikan sebagai sumber minyak atsiri untuk wewangian, kenanga juga menghasilkan kayu, yang berukuran besar dijadikan peti mati atau perkakas rumah. Kulit kayunya dapat dimanfaatkan sebagai serat untuk tali (di daerah-daerah Indonesia Timur), Bunga Kenanga dapat digunakan juga sebagai penghias dekorasi pada acara perayaan. Manfaat lain untuk aroma terapi yang efektif untuk melenyapkan bau badan yang sangat mengganggu.

5. *Ceiba pentandra* (Kapuk randu)

Nama Inggris : Kapokier

Nama Indonesia : Kapuk

Klasifikasi

Kingdom	: Plantae
Divisio	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Malvales
Familia	: Bombacaceae
Genus	: Ceiba
Spesies	: <i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.

(Tjitrosoepomo, 1988)

Kapuk merupakan pohon berumah dua dengan tinggi 18-70 m, dalam budidaya biasanya mencapai 18-30 m. Akar menyebar horizontal, panjang 10 m atau lebih, di permukaan atas tanah 40-80 cm. Batang dengan atau tanpa cabang, menggarpu atau tidak, berduri atau tidak. Cabang melingkar, dimorfik, 1 lingkaran biasanya 3 cabang, horizontal atau merayap. Daun majemuk menjari/alternate; panjang tangkai daun 7-25 cm; anak daun 5-11, memanjang - lanset, 5-16 cm x 2-4 cm, gundul. Bunga 2-15 pada fasikula aksiler, actinomorfik, bisexual; panjang pedicel 2.5-5 cm; kelopak menggenta. Buah elipsoid, seperti kulit, 7.5-30 cm x 3-7.5 cm, ketika masak berubah menjadi coklat, dengan banyak biji. Biji bulat telur, diameter 4-6 mm, coklat tua, putih, kuning muda atau berwarna seperti sutra (Brink dkk, 2008).

Asal dan penyebaran geografi Kapuk adalah di Amerika Tropik. Dari sana meyebar ke Afrika, sepanjang pantai barat dari Senegal ke Angola. Tanaman ini dibawa dari Afrika ke Asia untuk dibudidayakan. Kapok terlukis di relief Jawa tertanggal 1000 SM. Tanaman ini dibudidayakan di seluruh daerah tropik, terutama di Asia Tenggara, terutama di Indonesia dan Thailand.

hari di bawah 17°C. Kapuk menyukai curah hujan yang melimpah selama periode vegetatif dan lebih kering pada periode berbunga dan berbuah. Curah hujan sebaiknya sekitar 1500 mm per tahun. Di daerah yang lebih kering, persediaan air terdapat di dalam tanah. Untuk hasil yang bagus, tanaman ini sebaiknya ditanam di tanah yang bagus, dalam dan permeable (di Indonesia lempung vulkanik). Pohon ini mudah rusak oleh angin yang kuat. di Indonesia, daerah datar di sepanjang sisi jalan dan sungai dipilih untuk penanaman tanaman ini, selama lokasi tersebut cukup sinar matahari dan pengairan. Di Jawa dan Sulawesi kapuk juga ditanam di lereng pegunungan.

Kapuk diperbanyak dengan biji atau stek. Ketika tanaman muda mencapai tinggi 12-15 cm, mereka dapat di papas di cahaya matahari penuh. Tanaman yang tidak menerima banyak sinar matahari tumbuh tinggi dan kurus. Cangkang kulit Kapuk kaya akan potas dan abunya dapat digunakan sebagai pupuk (PROSEA, 2008).

6. *Cyathocalyx sumatranus* (Jambu hutan)

Klasifikasi ilmiah

Kingdom	Plantae
Divisio	Magnoliophyta
Kelas	Magnoliopsida
Ordo	Magnoliales
Familia	Annonaceae
Genus	<i>Cyathocalyx</i>
Spesies	<i>Cyathocalyx sumatranus</i> R. Scheffer

(PROSEA, 2008)

Pohon masih muda mencapai tinggi 5 meter dengan diameter batang 10

cm. Cyathocalyx memiliki bunga berwarna kuning kehijauan.

7. *Polyalthia lateriflora* (Banitan/Semukau)

Nama umum kra dang nga pa, kalak ucet, janglot, kluai mu sang, nian
khao, kalak.

Klasifikasi ilmiah

Kingdom	Plantae
Divisio	Tracheophyta
Kelas	Magnoliopsida
Ordo	Magnoliales
Familia	Annonaceae
Genus	<i>Polyalthia</i>
Spesies	<i>Polyalthia lateriflora</i> (Blume) King

(National Herbarium, 2008)

Kanopi atas mencapai tinggi 42 meter dan 33 cm diameter setinggi dada. Pohon ini tidak memiliki stipula, daun berseling. Bunga terletak pada batang, berwarna kuning dan memiliki kelopak yang panjang. Buah berwarna merah-ungu dengan ukuran panjang 24 mm.

Tumbuh pada hutan dataran rendah dengan ketinggian 333 m, biasanya pada hutan campuran dipterocarpaceae. Tanaman ini sering dijumpai tumbuh pada tanah berpasir dan tersebar di Thailand, Peninsular Malaysia, Sumatra, Jawa, Borneo (Sarawak, Sabah, Kalimantan Barat, dan Kalimantan Timur), Kepulauan Sunda Kecil, Ambon, Maluku, dan Papua Nugini (National Herbarium, 2008).

Nama umum Indonesia : Glodokan

Nama Inggris : False ashoka, ashoka tree

Klasifikasi ilmiah

Kingdom : Plantae (tumbuhan)

Subkingdom : Tracheobionta (berpembuluh)

Superdivisio : Spermatophyta (menghasilkan biji)

Divisio : Magnoliophyta (berbunga)

Kelas : Magnoliopsida (berkeping dua / dikotil)

Sub-kelas : Magnoliidae

Ordo : Magnoliales

Familia : Annonaceae

Genus : *Polyalthia*

Spesies : *Polyalthia longifolia* (Sonn.) Thwaites

(Scientific Commons, 2008)

Glodokan (*Polyalthia longifolia*) merupakan tumbuhan yang diduga berasal dari India dan Sri Lanka. Tinggi pohon sekitar 5 - 25 meter dengan batang berwarna coklat. Letak bunga terminalis berwarna krem atau hijau-kuning. Ditanam sebagai tanaman pagar, penahan angin, dan untuk fungsi estetika. Glodokan dapat tumbuh pada beragam jenis tanah, kelembaban udara sedang, dan bersifat toleran.

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian di Kebun Raya Bogor yang berada pada ruas jalan Pajajaran kota Bogor, Propinsi Jawa Barat. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2008.

3.2 Bahan, Alat Penelitian, dan Cara Kerja

3.2.1. Bahan penelitian

1. Daun dari pohon yang ada di Kebun Raya Bogor di sepanjang ruas jalan yang dijadikan sampel.
2. Bahan kimia untuk analisis kandungan Karbon (C) pada daun antara lain:
 - H_2SO_4 pa 98 %, BJ 1,84
 - $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 2 N
 - Larutan standar 5000 ppm C

3.2.2. Alat penelitian

A. Alat yang digunakan di lapangan

1. Tongkat kayu, tangga, gunting
2. Kantong plastik
3. Label
4. Pita ukur
5. Hagameter
6. Roll meter
7. Counter
8. Alat tulis

9. Kamera
10. Termo-higrometer
11. Termometer maksimum-minimum
12. Lux meter

B. Alat yang digunakan di laboratorium

1. Neraca analitik ketelitian empat desimal
2. Labu takar volume 100 ml
3. Dispenser skala 10 ml/pipet ukur 10 ml
4. Pipet volume 5 ml
5. Spektrofotometer *visibel*

3.2.3 Cara Kerja

Sampel daun dipanaskan pada suhu 105 °C untuk menghilangkan air selama 4 jam kemudian digrinder. Sampel daun yang telah halus dimasukkan ke dalam labu takar volume 100 ml. Tambahkan berturut-turut 5 ml larutan $K_2Cr_2O_7$ 2 N, kocok, dan 7 ml H_2SO_4 pa 98 %, kocok lagi, biarkan 30 menit jika perlu sekali-kali dikocok. Untuk standar yang mengandung 250 ppm C, pipet 5 ml larutan standar 5000 ppm C lalu masukkan ke dalam labu takar volume 100 ml, tambahkan 5 ml H_2SO_4 dan 7 ml $K_2Cr_2O_7$ 2 N dengan pengerjaan seperti di atas. Kerjakan pula blangko yang digunakan sebagai standar 0 ppm C. Masing-masing diencerkan dengan air bebas ion dan setelah dingin volume ditepatkan hingga tanda tera 100 ml, kocok bolak balik hingga homogen dan biarkan semalam. Esoknya diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 651 nm.

Perhitungan:

Kadar C organik (%) = ppm kurva x 100/mg contoh x fk

Keterangan:

ppm kurva = kadar contoh yang didapat dari kurva regresi hubungan antar kadar deret standar dengan pembacaannya setelah dikurangi blangko

fk = faktor koreksi kadar air = $100/(100 - \% \text{ kadar air})$

Kadar BO (%) = $100/58 \times \text{kadar C organik (\%)}$

100/58 adalah faktor Van Bemmelen

3.3 Hipotesis dan Rancangan Penelitian

3.3.1. Hipotesis

1. Terdapat perbedaan antara kandungan karbon (C) di antara jenis-jenis pohon sampel.
2. Terdapat pengaruh umur pohon terhadap kandungan karbon pada daun jenis pohon sampel.
3. Terdapat pengaruh jarak pohon dari sumber pencemar terhadap kandungan karbon pada daun jenis pohon sampel.

3.3.2. Rancangan penelitian

Analisis yang digunakan adalah analisis regresi linear berganda dan ANOVA.

3.4 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

3.4.1. Penentuan lokasi penelitian

Dapat dilakukan setelah diadakan studi pendahuluan untuk memperoleh informasi untuk menetapkan lokasi sampel.

3.4.2. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini berupa data primer dan data sekunder.

3.4.2.1. Data Primer

Pengumpulan data primer melalui pengambilan sampel secara langsung di lapangan untuk kemudian diolah di laboratorium.

Data yang diperoleh di lapangan antara lain:

1. Jenis pohon
2. Tinggi pohon
3. Keliling pohon
4. Umur (daur) pohon
5. Jarak pohon dari sumber pencemar
6. Suhu dan kelembaban udara
7. Intensitas radiasi matahari
8. Volume kendaraan di sepanjang ruas jalan sampel

3.4.2.2. Data Sekunder

Data sekunder diambil melalui pengumpulan informasi-informasi, arsip, data-data hasil perhitungan dan sejenisnya yang dimiliki oleh instansi-instansi terkait. Data Sekunder yang diambil antara lain:

1. Data kualitas udara ambien di kota Bogor, khususnya di lokasi penelitian dari Bapedalda Bogor
2. Data kapasitas jalan yang dijadikan sampel dari DLLAJ kota Bogor

3. Data curah hujan dan jumlah hari hujan tahunan dari stasiun Klimatologi kota Bogor
4. Peta-peta yang mendukung
5. Data dari penelitian terdahulu

3.4.3. Pengambilan sampel

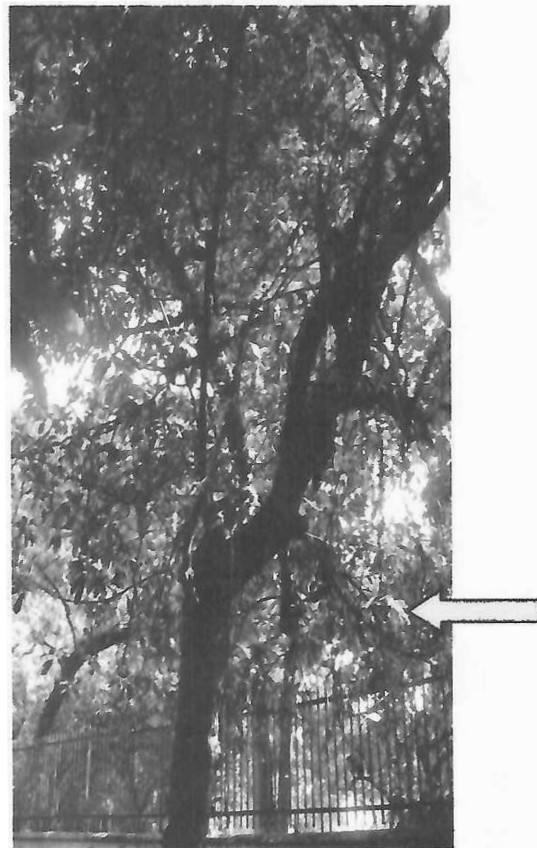
Pengambilan sampel dilakukan menggunakan *Systematic Sampling* yaitu strategi memilih anggota sampel yang hanya diperbolehkan melalui peluang dan suatu sistem untuk menentukan keanggotaan dalam sampel (Vockell dalam Sedarmayanti dan Hidayat, 2002). Sistem di sini adalah strategi yang direncanakan untuk memilih anggota setelah pemilihan secara acak. Dalam hal ini pemilihan sampel dilakukan di sepanjang jalur yang paling dekat dengan pagar pembatas menggunakan interval jarak dari sumber pencemar 1-17 meter (lebar jalur 17 meter) Dengan kata lain sampel yang diambil tersebar dalam petak ukur XX B, XX C, XX D di bagian timur kawasan Kebun Raya Bogor sepanjang ruas jalan Pajajaran.

Dari masing-masing pohon tersebut diambil sampel daun pada cabang pohon yang mengarah ke jalan masing-masing pada strata tajuk bawah dengan pengulangan sebanyak 3 kali. Pengambilan dilakukan pada strata tajuk bawah karena berdasarkan data-data dari penelitian terdahulu, strata tajuk bawah yang paling efektif menyerap bahan pencemar.

Berdasarkan penelitian Makatita (2003), semakin dekat daun dari badan jalan, maka semakin besar pula kandungan timbal (Pb) yang diserap oleh daun. Dengan kata lain, kandungan timbal lebih tinggi pada strata tajuk bawah dibanding strata tajuk tengah maupun atas. Begitu pula dalam penelitian Dianawati (2001),

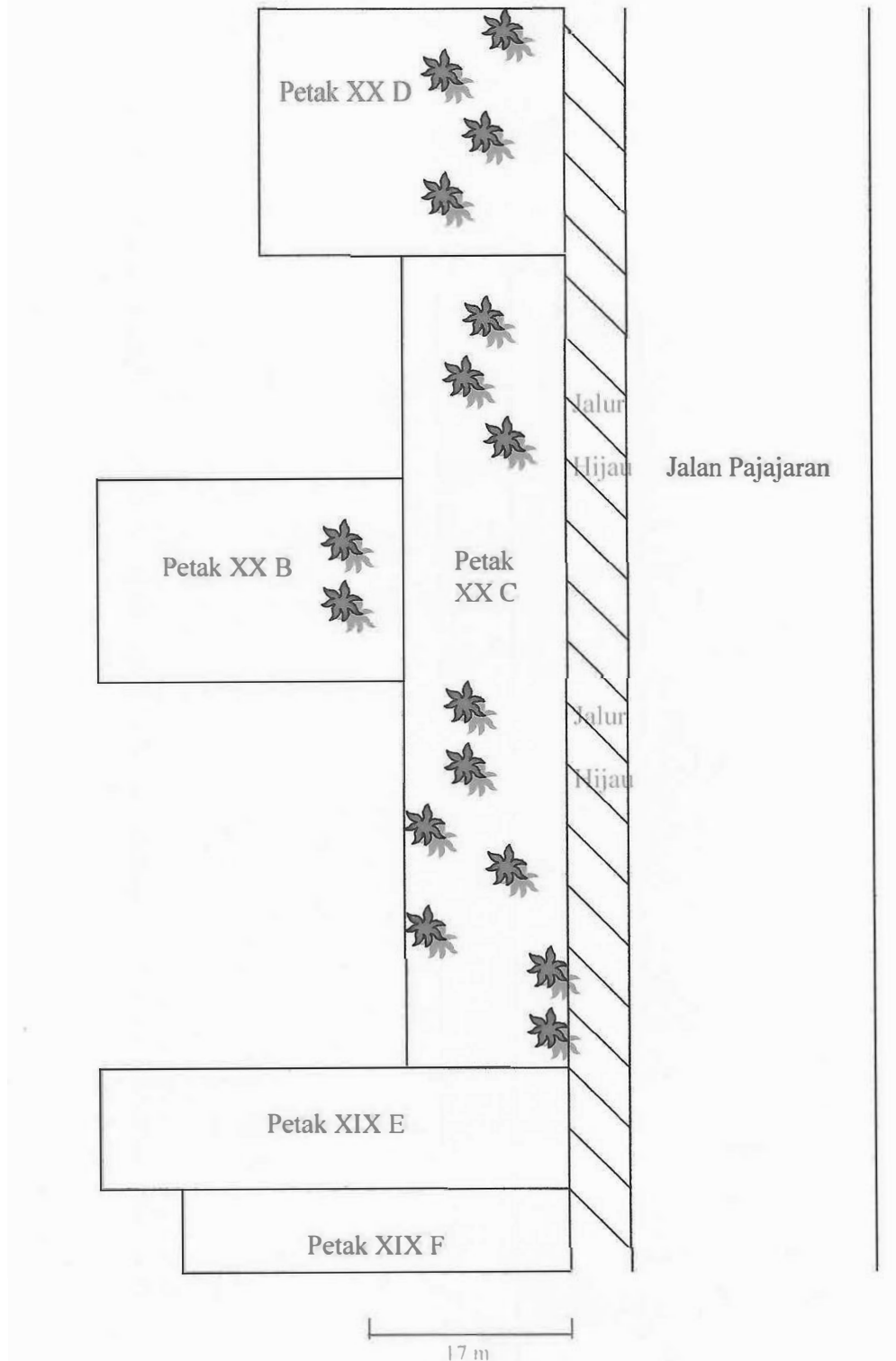
kandungan timbal (Pb) dalam daun pohon sampel baik pada kawasan arboretum Fakultas Kehutanan maupun Lembah UGM lebih tinggi pada strata tajuk bawah dibanding strata tajuk lainnya dengan selisih rata-rata sebesar 3 ppm -18 ppm.

Posisi pengambilan sampel:



Bagian daun
yang dijadikan sampel

Sketsa Lokasi Pengambilan Sampel:



Setelah daun diambil dari lokasi penelitian, dianalisis di laboratorium tanah

Fakultas Pertanian UGM menggunakan metode Walkley and Black.

3.5. Analisis Hasil

Untuk membuktikan hasil hipotesis secara pasti maka dilakukan analisis statistik.

Analisis statistik yang digunakan adalah analisis ANOVA untuk melihat beda nyata pada sumber variasi. Apabila ternyata ada beda yang signifikan pada masing-masing sumber variasi maka dilanjutkan dengan uji lanjut menggunakan uji Least-Significant Difference (LSD) untuk mencari kelompok sumber variasi mana saja yang berbeda secara signifikan.

Selain itu juga dilakukan analisis regresi linear berganda untuk mengetahui pengaruh variabel bebas yaitu jenis, umur serta jarak sumber pencemar terhadap variabel bergantung berupa serapan karbon oleh daun sehingga diperoleh persamaan yang menunjukkan seberapa linear hubungan kedua faktor tersebut.

Program komputer yang digunakan untuk analisis statistik adalah program olah data SPSS versi 15 for Windows yang akan menghasilkan persamaan regresi sebagai berikut:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n$$

Keterangan: y = dependent variable

x_n = independent variable

b_n = koefisien regresi



Kota Bogor berada pada ketinggian antara 180 - 320 meter di atas permukaan laut. Adapun kemiringan lahan kota Bogor bervariasi antara 0 – 45 %, lahan yang relatif datar terletak di bagian Selatan dan Barat. Ditinjau dari kondisi fisik untuk wilayah potensial diarahkan ke bagian Utara, Timur, dan Barat.

Kota Bogor dan sekitarnya mempunyai iklim tropis dan menurut klasifikasi Koppen termasuk type Alfa yang berarti daerah hutan tropika. Menurut klasifikasi Schmidt-Ferguson, Bogor termasuk tipe iklim A yang berarti daerah sangat basah. Evaporasi di daerah terbuka rata – rata sebesar 146.2 mm/ bulan.

Curah hujan rata-rata di wilayah Kota Bogor berkisar antara 3.000 sampai 4.000 mm/tahun. Curah hujan bulanan berkisar antara 250 – 335 mm dengan waktu curah hujan minimum terjadi pada bulan September sekitar 128 mm, sedangkan curah hujan maksimum terjadi di bulan Oktober sekitar 346 mm. Temperatur rata-rata wilayah Kota Bogor berada pada suhu 26°C, temperatur tertinggi sekitar 34,4°C dengan kelembaban udara rata-rata lebih dari 70 %. Kecepatan angin rata-rata per tahun adalah 2 km/jam dengan arah Timur Laut.

Dilihat dari kondisi geologisnya, maka secara umum Kota Bogor ditutupi oleh batuan vulkanik yang berasal dari endapan (batuan sedimen) dua gunung berapi, yaitu Gunung Pangrango (berupa batuan breksi tupaan/kpbb) dan Gunung Salak (berupa alluvium/kal dan kipas alluvium/kpal). Lapisan batuan 7 ini berada agak dalam dari permukaan tanah dan jauh dari aliran sungai. Endapan permukaan umumnya berupa alluvial yang tersusun oleh tanah, pasir dan kerikil hasil pelapukan endapan, hal ini baik untuk vegetasi. Jenis tanah yang dominan ialah latosol coklat kemerahan, andosol coklat dan aluvial kelabu.

DESKRIPSI WILAYAH DAN OBYEK PENELITIAN

4.1 Letak dan Geografis

Kota Bogor berjarak sekitar 60 km dari Ibu Kota Negara DKI Jakarta serta 180 km dari kota Bandung (Ibu kota propinsi Jawa Barat), secara geografis terletak di antara 106° 48' BT dan 6° 26' LS, dikelilingi oleh bentangan pegunungan, mulai dari Gunung/Pegunungan Pancar, Megamendung, Gunung Gede, Gunung Pangrango, Gunung Salak dan Gunung Halimun yang menyerupai huruf U.

Secara administrasi Kota Bogor termasuk ke dalam Propinsi Jawa Barat dan dikelilingi oleh Wilayah Kabupaten Bogor sebagai berikut:

- Sebelah Utara berbatasan dengan Kec. Kemang, Bojong Gede dan Kec. Sukaraja Kabupaten Bogor.
- Sebelah Timur berbatasan dengan Kec. Sukaraja dan Kec. Ciawi, Kabupaten Bogor.
- Sebelah Barat berbatasan dengan Kec. Darmaga dan Kec. Ciomas, Kabupaten Bogor.
- Sebelah Selatan berbatasan dengan Kec. Cijeruk dan Kec. Caringin, kabupaten Bogor.

Kota Bogor terdiri dari 6 (enam) kecamatan, yaitu Kecamatan Kota Bogor Utara, Kecamatan Kota Bogor Timur, Kecamatan Kota Bogor Barat, Kecamatan Kota Bogor Tengah, Kecamatan Kota Bogor Selatan dan Kecamatan Tanah Sareal. Dengan 31 kelurahan dan 37 desa, 210 dusun, 623 RW, 2.712 RT. Luas Wilayah Kota Bogor adalah 11.850 hektar atau 118,50 km².



seluas 2.719,61 Ha, Kipas Aluvial seluas 3.249,98 Ha, Endapan 1.372,68 Ha. Tufaan 3.395,75 Ha dan Lanau Breksi Tufan dan Capili seluas 1.112, 56 Ha.

4.3 Keadaan Penduduk dan Pemanfaatan Lahan

Jumlah penduduk di kota Bogor pada awal tahun 2004 adalah sebanyak 814.292 jiwa, sedangkan pada awal tahun 2003 adalah sebanyak 745.666 jiwa. Ini berarti pertumbuhan rata-rata penduduk sebesar 0,91 % per tahun.

Jumlah penduduk terbanyak di kota Bogor adalah Kecamatan kota Bogor Barat yaitu sebanyak 181.995 jiwa dan selanjutnya kota Bogor Selatan sebanyak 153.592 jiwa dan Kecamatan Tanah Sareal sebanyak 150.041 jiwa, sedangkan jumlah penduduk yang relatif kecil yaitu di Kecamatan Bogor Tengah sebanyak 99.790 jiwa dan Kecamatan Bogor Timur sebanyak 83.924 jiwa.

Tabel 4.1. Jumlah Penduduk Kota Bogor per Kecamatan Menurut Jenis Kelamin Tahun 2003

Kecamatan	Rumah Tangga	Penduduk	Luas Wilayah (km ²)	Kepadatan
Bogor Selatan	36.896	153.592	28.61	5.368 jiwa/Ha
Bogor Timur	18.585	83.924	10.15	8.268 jiwa/Ha
Bogor Utara	33.607	144.590	17.72	8.160 jiwa/Ha
Bogor Tengah	23.450	99.790	8.33	11.980 jiwa/Ha
Bogor Barat	40.668	181.995	32.62	5.579 jiwa/Ha
Tanah Sareal	35.327	150.041	21.07	7.138 jiwa/Ha
Jumlah	188.533	814.292	118.50	6.926 jiwa/Ha

Sumber: Laporan Akhir Survey Pola Perjalanan Bogor Raya DLLAJ Kota Bogor

Kota Bogor memiliki luas wilayah 11.850 Ha. Lima jenis penggunaan lahan yang dominan adalah sebagai berikut :

- ☐ Permukiman : 69,88 %
- ☐ Pertanian : 10,05 %
- ☐ Jalan : 5,31%
- ☐ Perdagangan dan jasa : 3,52 %
- ☐ Badan sungai/ situ/ danau : 2,89 %

Sesuai dengan karakteristik perkotaan khusus, kondisi tersebut berfungsi sebagai kota pemukiman serta perdagangan dan jasa.

Dari data penggunaan lahan tersebut yang merupakan penggunaan lahan dominan adalah untuk kegiatan perumahan dan permukiman. Hal ini dikarenakan Kota Bogor secara riil berperan sebagai sub-urban dari Jakarta sehingga banyak menarik pendatang untuk dipilih menjadi tempat tinggal di dalamnya (dormitory town).

4.4 Sarana dan Prasarana Transportasi

Faktor-faktor yang mempengaruhi masalah transportasi adalah sarana dan prasarana seperti terminal, jaringan jalan, angkutan umum, dan kendaraan pribadi. Faktor lainnya adalah pengaruh luar atau lalulintas regional yang merupakan pergerakan lintasan kendaraan dari Jakarta menuju Bandung atau sebaliknya.

A. Jalan

Sebagian besar ruas jalan dalam kota terdiri dari 2 lajur untuk dua arah, demikian pula jaringan jalan penghubung Kota Bogor dengan kota sekitarnya terdiri dari 2 lajur untuk dua arah. Jaringan transportasi Kota Bogor saat ini cenderung berpola radial konsentrik dengan



berpusat pada Pusat Kota. Kondisi ini menyebabkan timbulnya beberapa titik-titik kemacetan terutama pada jam-jam sibuk.

Panjang jalan yang ada di kota Bogor pada tahun 1999 adalah sekitar 617,595 km, terdiri atas jalan negara sepanjang 29,615 km dengan lebar 18 – 25 m, jalan provinsi sepanjang 24,343 km dengan lebar 8 -13 m, jalan kota sepanjang 256,860 km dengan lebar 3-10 m, jalan lingkungan sepanjang 284,461 km dengan lebar 2 – 8 m dan jalan non status sepanjang 22,286 km.

Klasifikasi jaringan jalan berdasarkan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW)

Kota Bogor terdiri dari:

- a. Jalan Arteri Primer, meliputi Jalan Tol jagorawi, Jalan Raya pajajaran
- b. Jalan Arteri Sekunder, meliputi Jalan Siliwangi, Jalan Raya Tajur, Jalan Semeru, Jalan Raya Bogor-Darmaga, dan Jalan R1 (Jalan Baru Kemang – Sindangbarang)
- c. Jalan Kolektor Primer, meliputi Jalan Ir. H. Juanda, Jalan Jalak Harupat, Jalan Otto Iskandardinata, Jalan Jenderal Sudirman, Jalan Surya Kencana, Jalan Jenderal Ahmad Yani, Jalan Raya Semplak, Jalan Raya Siliwangi, dan Jalan Raya Sukabumi.
- d. Jalan Kolektor Sekunder, meliputi Jalan Tanjung Biru, Jalan Permata, Jalan RE Martadinata, Jalan Ciwaringin, Jalan Kapten Muslihat, Jalan Merdeka, Jalan RE Abdullah, Jalan Pasir Kuda, Jalan Pancasan, Jalan Raya Ciomas, Jalan Raya Tanah Baru dan Jalan Raya Cimahpar.

B. Prasarana

Di Kota Bogor hingga saat ini terdapat satu terminal tipe A dan lima sub terminal (tipe B) yang merupakan tempat pemberhentian moda angkutan umum untuk menaikkan dan menurunkan penumpang maupun barang. Terminal Tipe A adalah terminal Baranangsiang



ke Jalan Tol Jagorawi. Sedangkan, sub terminal (tipe B) adalah terminal angkutan kota yang berlokasi seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 4.2. Sub Terminal Kota Bogor

No	Nama	Lokasi
1	Terminal gunung Batu	Jl. Gunung Batu
2	Terminal Ciluar	Jl. Ciluar
3	Terminal Cimanggu	Jl. Cimanggu
4	Terminal Pasar Anyar	Jl. Batujajar
5	Terminal Warung Jambu	Jl. Warung Jambu

Sumber: Laporan Akhir Survey Pola Perjalanan Bogor Raya DLLAJ Kota Bogor

Kendaraan angkutan umum yang melayani pergerakan penduduk berupa bus dan non bus dengan angkutan perkotaan yang melayani 37 rute.

C. Moda

Semakin meningkatnya kebutuhan akan moda untuk transportasi yang lebih menimbulkan pertumbuhan jumlah moda/kendaraan yang berada di Kota Bogor. Dalam kurun waktu tahun 2002 sampai dengan 2005 rata-rata pertumbuhan nya adalah sebesar 32%. Moda/kendaraan yang terdaftar di Kota Bogor pada tahun 2005 adalah sejumlah 120.635 kendaraan dengan didominasi oleh keberadaan kendaraan pribadi sebanyak kendaraan pribadi sebanyak 111.013 unit (92,02%) dan kendaraan umum sebanyak 9.622 unit (7,98%).

Kendaraan pribadi yang ada juga didominasi oleh sepeda motor dimana jumlahnya mencapai 73.146 unit (65,89%) dari keseluruhan jumlah kendaraan pribadi dan sisanya adalah kendaraan beroda 4 dan sepeda non motor. Pertumbuhan yang tinggi dari

Kendaraan pribadi bila dicermati sebenarnya terjadi dari peningkatan yang cukup signifikan

dari jumlah sepeda motor, hal ini terjadi karena dengan kondisi sediaan jalan yang terbatas, sehingga menimbulkan kepadatan yang tinggi, maka pemilihan sepeda motor sebagai sarana dilakukan oleh penduduk untuk menjawab kebutuhan dalam melakukan pergerakan secara cepat dan murah.

Untuk pelayanan angkutan umum, maka Kota Bogor sangat bergantung dengan menggunakan moda mobil penumpang umum dengan kapasitas 15 orang per unitnya. Dengan skala Kota Bogor pada saat ini, maka pemilihan moda mobil penumpang umum ini menjadi tidak tepat, karena untuk menampung pergerakan pada jam-jam sibuk akan membutuhkan jumlah yang sangat banyak, hal ini menyebabkan pada jam-jam sibuk keberadaan angkutan umum makin menyebabkan kepadatan di jalanjalan Kota Bogor, dan pada jam-jam lenggang karena ingin bersaing untuk mendapatkan pendapatan yang setinggi-tingginya angkutan umum yang ada ini tetap beroperasi sehingga walaupun tidak banyak penumpang tetapi keberadaannya tetap menggunakan sebagian besar kapasitas jalan yang ada.

4.5 Flora dan Fauna

Berdasarkan Surat Keputusan Presiden No.4 tahun 1993 tentang Satwa dan Bunga Nasional dan Surat Keputusan Walikota Kepala Daerah TKII Bogor No. 520/SK.219-Ekon/95 tentang Penetapan Identitas Flora dan Fauna Kota Bogor, menetapkan identitas flora Kota Bogor adalah Pohon Kenari dan identitas fauna adalah Rusa jenis Axis-axis. Identitas flora dan fauna tersebut merupakan identitas daerah yang ditetapkan secara nasional dan dilestarikan dengan peran serta masyarakat Bogor.

Kebun Raya Bogor merupakan museum hidup dengan koleksi tanaman tropis terlengkap di dunia. Dengan menempati tanah seluas 87 ha, Kebun Raya Bogor memiliki koleksi tanaman sebanyak 3.592 jenis yang tercakup dalam 1.308 marga dari 201 suku. Tempat ini dibangun dengan konsep tata ruang yang indah, koleksinya dikelompokkan menurut kekerabatan pohon. Penanamannya diatur sesuai tingkat evolusi tanaman, sehingga ada kesinambungan lokasi.

Fungsi Kebun Raya Bogor meliputi:

- Konservasi ex-situ ; yakni melakukan eksplorasi tumbuhan di kawasan hutan, mendata/registrasi, mengkoleksi dan melestarikannya.
- Penelitian bidang;
 - ✓ Taksonomi yaitu memberikan kepastian nama tanaman atau sertifikasi, inventarisasi dan evaluasi
 - ✓ Botani - terapan : yaitu penelitian mengenai manfaat tanaman
 - ✓ Hortikultura . yaitu meliputi penelitian adaptasi tanaman, cara budidayanya dan pengembangan ilmu pertanian
 - ✓ Menyediakan material tanaman bagi penelitian-penelitian
- Pendidikan terutama di bidang ilmu botani, pertanian dan lingkungan hidup
- Pariwisata Kebun Raya Bogor merupakan salah satu tempat kunjungan wisata potensial

Kebun Raya Bogor memiliki 3.592 jenis tanaman dari berbagai suku. Koleksi tanaman selama periode 1991-1997 cenderung mengalami peningkatan. Peningkatan terbesar terjadi pada tahun 1996/1997 sebesar 4,8 % dari tahun sebelumnya.

Diantara tanaman-tanaman yang dikoleksi di Kebun Raya antara lain:

- Rotan : termasuk keluarga Arecaceae, di Kebun Raya terdapat 20 jenis rotan.
- Palem : termasuk keluarga Arecaceae, di Kebun Raya terdapat 90 marga palem dari seluruh dunia.
- Bambu : terdapat 99 jenis bambu Indonesia, 26 jenis dari Malaysia, Jepang, Srilangka, Muangthai, Myanmar dan Indonesia.
- Pisang : terdapat kumpulan jenis pisang yang terkumpul dari berbagai pulau di Indonesia, sebagian *Musa* spp. Ditanam sebagai penghias antara lain pisang ambon, raja, mas, seribu, klutuk, juga ragam pisang hias.
- Pakis : pakis atau paku-pakuan, selain sebagai tanaman hias juga dikenal sebagai tanaman obat. Sebagian besar pakis di Kebun Raya di tanam di kawasan liar menyerupai habitat aslinya. Pakis yang ada antara lain Pakis Kapal (*Angiopteris evecta*), Pakis Pohon (*Cyathea batjanensis*) dan *Blechnum orientale* atau Pakis Gergaji.
- Tanaman Tipe : merupakan jenis tanaman yang untuk pertama kalinya diberi nama ilmiah dengan menggunakan bahasa latin. Koleksi tanaman tipe itu antara lain : Sri Rejeki (*Aglaonema oblongolatum*), Sukun (*Artocarpus communis*), Bunga Irian (*Erycibe grandiflora*, Adelb.), *Sindora bruggernanii* De Wit dari Sumatera, Buah Kepel/ Burahol (*Stelechocarpus burahol* BI.) dan resak (*Vatica bantamensis* Hassk.) asal Banten, Jawa

L), Buah Namnam (*Cynometra cauliflora* L.), ataupun Rukam (*Flacourtia jangomas*. Lour.). Kebun Raya Bogor juga menyimpan tanaman populer seperti Pohon Bogor atau Kolang-Kaling (*Arenga pinnata*), Kemang (*Mangifera caesia*), Kayu Manis (*Cinnamomum burmanii*), *Cola acuminata* yaitu pohon asal Amerika selatan yang buahnya dijadikan bahan baku pembuatan minuman coca cola dan Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*).

- Tanaman Air: beragam tanaman air yang dikoleksi dari Indonesia juga dari berbagai negeri. Ada Teratai Mini dari Irian dan Jawa Barat, Teratai Raksasa dari Sungai Amazon (*Victoria arnazonica*), Rumput Antene serta *Cyperus papyrus* L., bahan kertas dari Sungai Nil, Afrika.
- Tanaman Obat : Kebun Raya Bogor mengoleksi lebih dari sseratus jenis tanaman obat asli Indonesia. Antara lain teh Jawa (*Orthosiphon aristatus*), yang daunnya bermanfaat sebagai diuretik untuk pengobatan penyakit ginjal, Rumput Kacang Ungu (*Cyperus rotundus* L.) yang umbinya bermanfaat untuk mengobati bisul, sakit kepala, disentri dan anti serangga, juga ada *Acanthus motanus* dan *Alpinia malaccensis*.
- Pohon Buah : Berbagai pohon buah bemilai ekonomi yang dikoleksi di Kebun Raya antara lain; Rambutan (*Nephelium lappaceurn* L.), Jambu Biji (*Psidium guajava*) Mangga (*Mangifera indica* L.), dan sirsak (*Annona muricata* L.). Koleksi yang tertua adalah *Litchi chinensis* (Pohon Leci) yang ditanam tahun 1823.
- Bunga Anggrek : Pesona lain dari Kebun Raya Bogor adalah koleksi 3.142 spesimen anggrek liar, sebagian besar asli Indonesia, yang mencakup sekitar 442 jenis dari 89 marga. Diantaranya adalah Anggrek Bulan (*Phalaenopsis anabilis*), *Dendrobium* sp.,



Grammatophyllum speciosum yang merupakan Anggrek terbesar dari Irian Jaya.

- Tanaman Bunga : antara lain *Allamanda hybrid*, *Lagerstroemia indica* (Sakura), *Canna hybrid* (Kembang Tasbih) sampai bunga terbesar di dunia yaitu Bunga Bangkai (*Amorphophalus fitanum*) dan *Rafflesia arnoldi*.
- Pohon-pohon berkayu : diantaranya adalah Kayu Besi (*Eusideroxylon zwageri* atau *Cassia fistula*), Eboni (*Diospyrus celebica*), Meranti (*Shorea leprosula*) Mahoni (*Swietenia mahagoni*), Merbau (*Intsia bijuga*), dan Pohon Raja (*Koompassia excelsa*).

B. Fauna

Selain kaya akan keanekaragaman koleksi flora, Kebun Raya Bogor juga merupakan tempat bernaung berbagai jenis fauna seperti serangga laba-laba, siput burung dan sebagainya. Sebuah dgerombol pepohonan di tengah kolam istana sejak lama dihuni oleh kawanan *Acridotheres javanicus* atau burung pemakan ikan, kepodang hitam (*Oriolus chinensis*), burung Raja Udang Berkerah Putih (*Halycon chloris*) dan lain-lain. Jenis reptilia seperti ular, biawak, juga ada di Kebun Raya. Jenis-jenis mamalia seperti tupai, musang, berang-berang dan yang paling mudah dilihat adalah kalong (*Pteropus vampyrus*) yang merupakan mamalia terbang paling besar yang bergelantung di ranting dan cabang pohon.

Fauna yang terkenal di kota Bogor selain yang ada di Kebun Raya adalah rusa (*Axis-axis*) yang menghuni taman Istana Presiden Bogor,

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Kondisi Lalulintas di Sekitar Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian berada di dalam kawasan Kebun Raya Bogor di sepanjang ruas Jalan Pajajaran (Kec. Bogor Tengah). Secara umum, jalan ini berfungsi sebagai jalan arteri dengan status jalan negara yang terdiri dari tiga lajur untuk dua arah. Menurut data dari Dinas Bina Marga kota Bogor, jalan ini memiliki lebar 40 meter dengan jenis perkerasan aspal yang kondisinya baik, dalam artian tidak berlubang dan dapat dilalui kendaraan dengan kecepatan 40-60 km/jam. Jalan ini juga merupakan rute angkutan umum dan angkutan berat disamping kendaraan pribadi.

Identifikasi Kepadatan lalulintas dilakukan dengan perhitungan nilai V/C ratio. Dengan kata lain, kepadatan lalulintas merupakan pembagian volume arus kendaraan per jam terhadap kapasitas jalan. Berdasarkan hasil survai primer dengan metode Moving Car Observer, diperoleh rata-rata volume arus kendaraan di ruas Jalan Pajajaran (Kec. Bogor Tengah) sebagai berikut.

Tabel 5.1 Volume Lalu lintas di Ruas Jalan Pajajaran

Waktu Pengamatan (WIB)	Arus (Kendaraan/jam)		Total Dua arah (QT)	Kapasitas jalan (C)	V/C Ratio (smp)
	QAB	QBA			
06.50 - 07.50	4785	2398	7183	8715	0,81
13.00 – 14.00	4999	2391	7390		
17.30 – 18.30	4508	2114	6622		
Rata-rata			7065		

Keterangan:

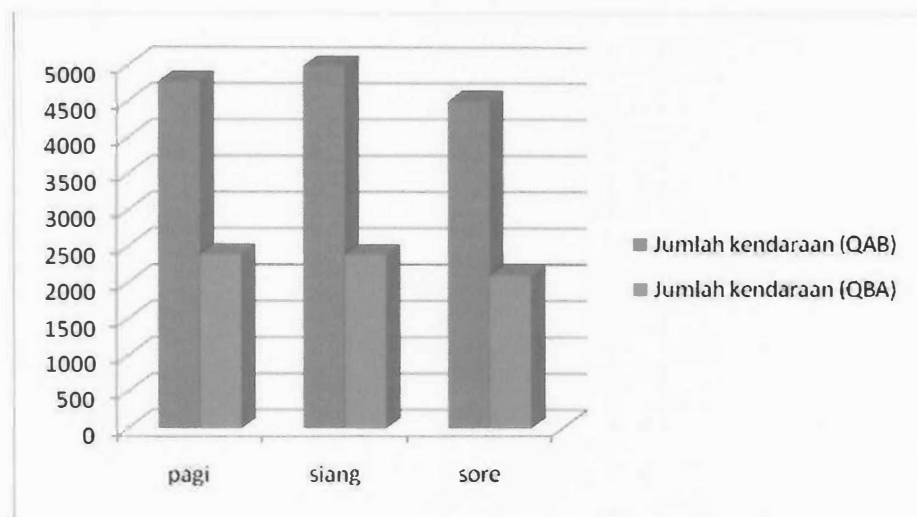
QAB = Arus Kendaraan per jam dari jalur A ke B

QBA = Arus Kendaraan per jam dari jalur B ke A

QT = Arus Kendaraan total dua arah

C = Kapasitas jalan

Smp = Satuan mobil penumpang



Gambar 5.1 Arus Kendaraan Sistem Dua Arah per Jam di Ruas Jalan Pajajaran

Dari data volume arus kendaraan tersebut, maka dapat dihitung nilai V/C sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{V/C Ratio} &= \frac{\text{Rata-rata total arus dua arah (QT)}}{\text{Kapasitas jalan (C)}} \\
 &= 7065 / 8715 \\
 &= 0,81 \text{ smp}
 \end{aligned}$$

tergolong padat dan masuk ke dalam kategori pelayanan D dimana volume lalu lintas mendekati berada pada kapasitas, arus tidak stabil, kecepatan kadang terhenti.

Kepadatan Lalu lintas digolongkan ke dalam 2 kelas yaitu:

- Bila nilai $V/C > 0,5$: arus lalu lintas padat
- Bila nilai $V/C < 0,5$: arus lalu lintas kurang padat

(Budhami, 2002)

Menurut Makatita (2003), penggolongan kepadatan lalu lintas meliputi beberapa kelas, yaitu:

A. $V/C = 0,0$ smp s.d. $0,19$ smp

Tingkat Pelayanan : A

Ciri-ciri : Kondisi arus bebas dengan kecepatan tinggi, pengemudi dapat memilih kecepatan yang diinginkan tanpa hambatan.

B. $V/C = 0,20$ smp s.d. $0,44$ smp

Tingkat Pelayanan : B

Ciri-ciri : Arus stabil, tetapi kecepatan operasi mulai dibatasi oleh kondisi lalu lintas.

Pengemudi memiliki kebebasan yang cukup tinggi untuk memilih kecepatan.

C. $V/C = 0,45$ smp s.d. $0,69$ smp

Tingkat Pelayanan : C

Ciri-ciri : Arus stabil, tetapi kecepatan dan gerak dikendalikan, pengemudi dibatasi dalam memilih kecepatan.

D. $V/C = 0,70$ smp s.d. $0,84$ smp

Tingkat Pelayanan : D



Ciri-ciri : Volume lalu lintas mendekati berada pada kapasitas. Arus tidak stabil, kecepatan kadang terhenti.

E. $V/C > 1,0$ smp

Tingkat Pelayanan : F

Ciri-ciri : Arus yang dipaksakan atau macet, kecepatan rendah, volume di bawah kapasitas, antrian yang panjang dan terjadi hambatan besar.

Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa arus kendaraan paling tinggi terjadi pada siang hari sekitar pukul 13.00-14.00 WIB dan menurun drastis pada sore menjelang malam hari sekitar pukul 17.30-18.30 WIB. Penurunan ini disebabkan oleh terjadinya kemacetan pada kedua arah ruas jalan ini sehingga mobilitas kendaraan menjadi lebih rendah dibanding pada pengamatan pagi hari dan siang hari. Akibatnya, jumlah kendaraan yang terhitung dalam waktu satu jam pun menjadi lebih sedikit dibanding pada jam-jam sebelumnya. Puncak kemacetan terjadi pada pukul 17.30 ketika masyarakat kota Bogor hendak pulang dari beraktivitas dan memulai aktivitas malam hari.

Pada sore menjelang malam hari ini, ruas jalan Pajajaran didominasi oleh kendaraan pribadi seperti mobil dan sepeda motor. Berbeda dengan pagi hari dan siang hari yang didominasi oleh angkutan umum seperti angkot dan bus. Cukup padatnya arus kendaraan di ruas jalan ini juga dipengaruhi oleh letaknya yang berdekatan dengan terminal bus, perempatan tugu Kujang, Botani Square serta jalan tol menuju Jakarta.

5.2 Kondisi Lingkungan pada Lokasi Penelitian

Dalam komunitas hutan, lingkungan sangat kompleks, lebih stabil dan lebih mudah diukur daripada hewan dan tumbuhan, sehingga lingkungan merupakan landasan



untuk menerangkan komunitas hutan yang mempengaruhi tumbuhan dan hewan. Dalam hal ini pengamatan terhadap kondisi lingkungan ini dilakukan untuk menerangkan spesies-spesies pohon yang dijadikan unit sampling dalam penelitian ini berkaitan dengan kemampuannya dalam menyerap karbon.

Pada lokasi penelitian, kondisi lingkungan yang mempengaruhi kemampuan suatu jenis pohon dalam menyerap karbon antara lain intensitas radiasi matahari, suhu, curah hujan, kelembaban dan kondisi kimia udara yang dalam hal ini dinilai dari kualitas udara ambien.

Hasil pengukuran terhadap faktor-faktor tersebut di atas dapat dilihat dalam tabel berikut.

Tabel 5.2 Kondisi Intensitas Radiasi Matahari di Lokasi Penelitian

Posisi	Illuminans (Lux)			Illuminans (Lux)
	1	2	3	
Di bawah tegakan	6.360	6.340	6.470	6.390
Di luar tegakan	9.400	9.210	9.460	9.357

Dari tabel tersebut di atas terlihat bahwa besarnya iluminans yang ada di bawah tegakan jauh lebih kecil daripada di luar tegakan dengan selisih sebesar 2.967 lux. Hal ini disebabkan oleh adanya kemampuan tajuk pohon untuk menahan, memantulkan, menyerap, dan meneruskan sinar matahari dari berbagai pola percabangan. Iluminans merupakan ukuran radiasi matahari berdasarkan pada stimulasi mata manusia dengan satuan lumen per m² atau lux (Spurr dan Barnes, 1980).

Nilai iluminans tersebut menunjukkan bahwa tingkat radiasi matahari pada daerah tersebut tergolong rendah yaitu hanya 8,66 % dari sinar matahari penuh (108.000 lux). Dalam hal ini yang digunakan adalah iluminans di luar tegakan karena daun-daun



bukan daun di bawah naungan berat (shade leaves).

Daun-daun tajuk hutan akan menyerap 10 - 25 % sinar tampak yang diterimanya (Utomo, 2006). Artinya, sekitar 935,7 – 2.339 lux sinar tampak yang ditransmit untuk proses fotosintesis. Datangnya sinar matahari, baik langsung atau tidak, meningkatkan terjadinya fotosintesis dan panas. Intensitas cahaya mempengaruhi kecepatan fotosintesis dan selanjutnya mempengaruhi proses fisiologi tanaman.

Semua jenis tanaman, termasuk pohon hutan mampu mengubah karbon dioksida (CO_2) atmosfer menjadi senyawa karbon organik melalui fotosintesis. Intensitas radiasi matahari yang tinggi akan meningkatkan kemampuan *chromophore* (bagian yang peka terhadap cahaya) dalam organ daun suatu pohon untuk menyerap cahaya yang dibutuhkan dalam proses fotosintesis sehingga penyerapan CO_2 menjadi lebih maksimal.

Dedaunan menyerap CO_2 dari atmosfer melalui proses difusi gas. Di dalam daun, kloroplas, karbohidrat, asam-asam amino, protein, dan adenosin trifosfat diproduksi melalui fotosintesis. Fotosintesis bergantung pada cahaya dan ketersediaan CO_2 , H_2O serta suhu dan kelembaban. Laju fotosintesis berbanding lurus dengan konsentrasi CO_2 di udara dan jumlah kloroplas serta berbanding terbalik dengan tahanan daun terhadap difusi CO_2 .

Pohon-pohon berdaun lebar umumnya memiliki laju fotosintesis yang lebih besar daripada pohon berdaun jarum karena bobot daunnya, tetapi pohon berdaun jarum sebaliknya juga mampu melakukan fotosintesis yang lebih lama terutama di daerah lintang tinggi. Meskipun demikian, variabilitas CO_2 tidak berakibat langsung terhadap variabilitas fotosintesis karena adanya pengaruh variabilitas cahaya, lengas, dan hara. Oleh karena itu,

variabilitas CO_2 ambien menyebabkan respons yang berbeda terhadap komponen-komponen ekosistem hutan (Utomo, 2006).

Tabel 5.3 Kondisi Suhu dan Kelembaban Udara di Lokasi Penelitian

Waktu Pengukuran (WIB)	Suhu udara maksimum-minimum ($^{\circ}\text{C}$)	Suhu udara ($^{\circ}\text{C}$)	Kelembaban udara (%)
08.00	14 - 41	27	82
12.30	19 - 42	34	64
17.00	16 - 41	29	80



Gambar 5.2 Kondisi Suhu dan Kelembaban Udara di Lokasi Penelitian

Begitu suhu meningkat, aktivitas pohon juga akan meningkat hingga ke batas optimum, tetapi kemudian menurun hingga mencapai *heat killing temperature*. Tabel di atas menunjukkan bahwa pada pagi dan sore hari suhu udara cenderung normal sekitar 27-29 $^{\circ}\text{C}$, tetapi meningkat cukup drastis pada siang hari mencapai 34 $^{\circ}\text{C}$. Hal ini terjadi karena intensitas radiasi matahari yang juga meningkat pada siang hari. Artinya, pada jam-jam tersebut suhu telah mencapai *heat killing temperature* yang mengakibatkan laju fotosintesis menurun sehingga akhirnya berpengaruh pada kelarutan CO_2 dalam sel tanaman.

Pada suhu 30 °C banyak enzim yang rusak dan pada suhu yang lebih tinggi lagi,

enzim-enzim menjadi tidak berfungsi sehingga aktivitas metabolisme menurun, tetapi respirasi meningkat terus hingga suhu berkisar 50 °C (Utomo, 2006). Penurunan laju fotosintesis ini tentunya akan berdampak pada besarnya CO₂ yang dapat diserap oleh pohon. Keadaan seperti ini disebut dengan *titik saturasi suhu*. Sebaliknya, peningkatan respirasi akan mempercepat hilangnya CO₂ sehingga terjadi ketidakseimbangan antara jumlah CO₂ yang diserap dan yang hilang dari suatu pohon.

Namun, ketika terjadi kesetimbangan antara kecepatan hilangnya CO₂ dalam proses respirasi dengan penambatan CO₂ pada proses fotosintesis berarti *titik kompensasi suhu* telah tercapai. Setiap jenis pohon menunjukkan titik saturasi dan kompensasi yang berbeda, tergantung toleransi tumbuhan tersebut terhadap variasi iluminans yang diterimanya (Utomo, 2006).

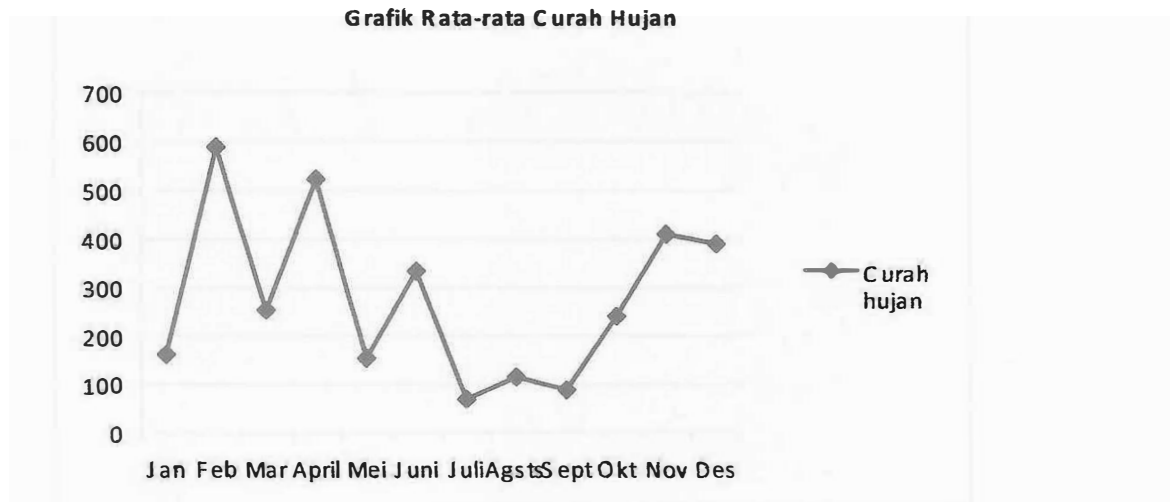
Tabel 5.4 Rata-Rata Curah Hujan Tahun 2007 di Stasiun Kebun Raya Kec. Bogor Tengah

Bulan	CH (mm)	HH	Rata-rata CH per hari (mm)
Januari	162	8	20,25
Februari	588	18	32,67
Maret	254	14	18,14
April	523	21	24,91
Mei	154	14	11
Juni	335	15	22,33
Juli	69	6	11,5
Agustus	115	7	16,43
September	88	5	17,6
Oktober	241	18	13,39
November	411	19	21,63
Desember	391	30	13,03
Rata-rata	277.58	13.75 ≈ 14	20,19

Sumber: Stasiun Klimatologi kota Bogor

Keterangan: CH = Curah Hujan

HH = Hari Hujan



Gambar 5.3 Grafik Rata-Rata Curah Hujan Tahun 2007 di Stasiun Kebun Raya Kec. Bogor Tengah

Pada tahun 2007 rata-rata curah hujan pada stasiun Kebun Raya nomor 46 C mencapai angka 277.58 mm dimana intensitas hujan tertinggi terjadi pada bulan Februari sebesar 588 mm dengan jumlah hari hujan 18.

Tidak berbeda jauh dengan tahun 2007, pada tahun 2008 curah hujan hanya mencapai 276 mm dengan 16 hari hujan pada bulan Januari dan 287 mm dengan jumlah hari hujan 27 pada bulan Februari. Angka ini menunjukkan bahwa tingkat rata-rata curah hujan pada kawasan ini tidak terlalu tinggi mengingat lokasi ini terletak pada dataran rendah dengan elevasi 280 meter.

Dari perhitungan rata-rata curah hujan per hari di stasiun kebun raya bogor ini diperoleh nilai 20,19 mm curah hujan per harinya. Angka ini cukup tinggi, tetapi tidak melebihi batas 1'30 sehingga tidak berpeluang menyebabkan erosi atau banjir pada kawasan tersebut.

Rata-rata curah hujan setiap bulannya pada tahun 2007 maupun 2008 juga tidak terlalu tinggi, kecuali pada bulan Februari 2007 yang mencapai 32,67 mm atau melebihi batas 1'30. Artinya, pada bulan ini kemungkinan terjadinya erosi atau banjir sangat besar. Tingginya curah hujan setiap harinya akan mempengaruhi besarnya infiltrasi air ke dalam tanah serta *stem flow* dalam batang dan *crowndrip* oleh tajuk yang juga akan berpengaruh terhadap kemampuan tumbuhan dalam berfotosintesis untuk menyerap CO₂.

Pola curah hujan dipengaruhi oleh udara yang ada dan barrier pegunungan. Curah hujan dan kabut secara substansial meningkatkan kandungan CO₂ udara. Rendahnya pergerakan udara selama musim hujan dan kabut mencegah hilangnya CO₂ dari hutan.

Air merupakan substansi yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah besar, termasuk untuk melakukan fotosintesis. Air dalam bentuk H₂O ini diperoleh tanaman dari dalam tanah, kelembaban, dan curah hujan. Curah hujan penting karena mempengaruhi kelembaban tanah, sedangkan kelembaban udara mempengaruhi laju kehilangan air dari daun melalui proses transpirasi.

Dari hasil pengamatan, kelembaban pada lokasi penelitian relatif tinggi pada pagi hari sebesar 82 %. Ini menunjukkan bahwa laju kehilangan air dari daun melalui transpirasi cukup rendah, tetapi meningkat pada siang hari karena kelembaban turun cukup drastis hingga 64 % serta kembali turun pada sore hari yang ditandai dengan naiknya kelembaban hingga 80 %.

Kondisi kimia udara di lokasi penelitian dinilai dari kualitas udara ambien dengan menggunakan data sekunder yang diperoleh dari Bapedalda kota Bogor. Pengamatan dititikberatkan pada kandungan karbon yaitu karbonmonoksida (CO) dan hidrokarbon (HC) dalam udara yang dapat dilihat pada tabel berikut.



Tabel 5.5 Kandungan Karbon dalam Udara Ambien

Lokasi	Tahun	CO (ppm)	CO (%)	HC (ppm)	HC (%)
Pertigaan Tugu Kujang	2002	511,39	0,051139	11,38	0,001138
	2003	645,84	0,064584	10,24	0,001024
	2004	750,00	0,075	12,22	0,001222
	2005	1154,50	0,11545	17,84	0,001784

Sumber: Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan Kota Bogor (Bapedalda)

Terlihat bahwa kualitas CO ambien selalu meningkat setiap tahunnya. Peningkatan tersebut rata-rata sebesar 100 – 400 ppm atau sekitar 0,01 – 0,04 % sehingga diperkirakan pada tahun 2008 nilai tersebut telah mencapai 2500 ppm (0,25 %) atau bahkan lebih. Begitu juga halnya dengan kualitas HC ambien yang terus mengalami peningkatan setiap tahunnya, kecuali pada tahun 2003. Dengan kenaikan sekitar 5 ppm (0,0005 %) setiap tahunnya, maka nilai HC ambien akan mencapai 33 ppm atau 0,0033 % pada tahun 2008. Peningkatan kandungan karbon dalam udara ambien ini didorong oleh semakin meningkatnya kegiatan transportasi pada kawasan sekitar lokasi penelitian ini akibat dari makin tingginya kebutuhan pergerakan masyarakat kota Bogor.

Namun demikian, nilai karbon ambien tersebut tidak melampaui baku mutu udara ambien yang ditetapkan dalam PP No. 41 Tahun 1999 yaitu 10.000 ppm atau 1 % untuk CO dan 160 ppm atau 0,016 % untuk HC. Artinya, kualitas udara ambien di sekitar kawasan tugu Kujang ini tergolong masih baik.

5.3 Kondisi Vegetasi di Lokasi Penelitian

Tumbuhan berperan sebagai alat pengatur suhu udara dimana tumbuhan dapat menetralsisir ketidakseimbangan komposisi secara alamiah keberadaan gas CO₂ dan O₂ di permukaan bumi. Selain itu, tajuk dari pohon-pohon tersebut membuat cahaya matahari



tidak langsung mengenai permukaan tanah yang menyebabkan suhu udara di sekitarnya relatif menurun dan sejuk. Dari mekanisme tersebut jelas bahwa pohon sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya sehingga upaya untuk mengkonservasi tumbuhan perlu dilakukan, salah satunya dalam bentuk suatu Kebun Raya.

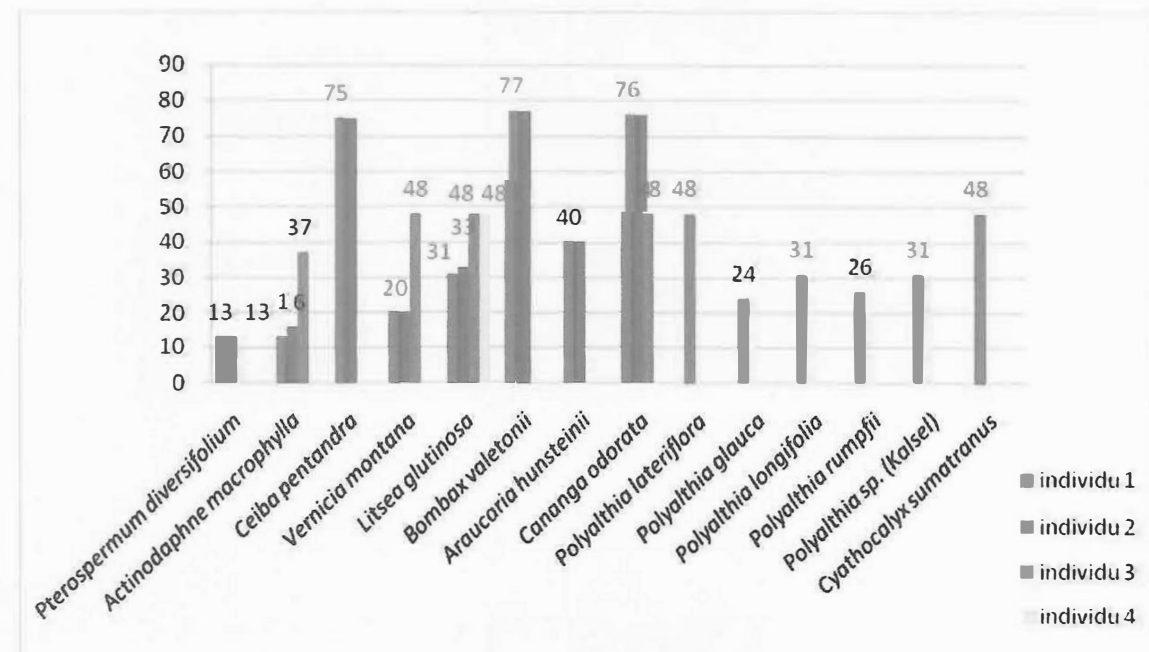
Kebun Raya Bogor terletak di tengah-tengah kota Bogor, merupakan museum tanaman hidup dengan koleksi tanaman dataran rendah beriklim basah tropis. Sistem penanaman diatur berdasarkan famili tanaman. Koleksi tanaman Kebun Raya Bogor sebagian besar berasal dari kepulauan Indonesia dan sebagian lagi berasal dari mancanegara. Penambahan koleksi selain melalui eksplorasi ke hutan-hutan yang ada di Indonesia juga hasil dari tukar menukar biji tanaman dengan Kebun Raya lain di dunia (Subarna, 2006).

Luas Kebun Raya Bogor mencakup 87 ha yang terletak di tengah-tengah kota Bogor, dikelilingi ruas jalan Pajajaran, Jalak Harupat, Ir. H. Juanda serta Otto Iskandardinata. Dalam penelitian ini, yang dipilih sebagai lokasi penelitian adalah kawasan Kebun Raya Bogor yang berada di sepanjang ruas jalan Pajajaran mengingat jalan ini merupakan jalan lalu lintas keluar masuknya kendaraan dari dan ke luar kota Bogor yang tingkat kepadatannya sebesar 0,81 smp.

Pada lokasi penelitian dengan petak ukur berupa jalur ini, pohon-pohon tersusun dan terkelompok dalam lima petak yaitu XIX E, XIX F, XX B, XX C, dan XX D. Persentase jumlah pohon dan sebaran umur yang telah diinventarisasi dalam petak ukur lebih jelas dapat dilihat pada diagram berikut.



Gambar 5.4 Persentase Jenis Pohon dalam Petak Ukur



Gambar 5.5 Grafik Sebaran Umur Tiap-tiap Jenis Terseleksi

Grafik tersebut di atas menunjukkan bahwa persentase jenis pohon dalam petak ukur cenderung merata dimana tidak ada jenis tertentu yang mendominasi. Namun, dapat dilihat bahwa yang memiliki persentase terbesar (14,82 %) berasal dari jenis *Litsea glutinosa*, *Bombax valetonii*, dan *Cananga odorata*.

Pola sebaran umur merata pada tiap fase pertumbuhan pohon mulai dari umur 13 tahun (fase muda) hingga 76 tahun (fase tua). Dominasi umur dari pohon-pohon terseleksi tahap awal ini berada pada umur 31 tahun dan 48 tahun. Tersedianya sampel dengan persebaran umur seperti ini memberikan ruang untuk dibuatnya hipotesis pengaruh perbedaan umur terhadap kemampuan daun dalam menyerap karbon.

Setelah dilakukan inventarisasi dan seleksi berdasarkan jenis dan sebaran umur seperti di atas maka diperoleh:

Tabel 5.6 Jenis Pohon yang Dipilih Sebagai Unit Sampling

No	Jenis	Letak	Asal	Tinggi pohon (m)	Diameter pohon (cm)	Umur pohon (th)	Jarak Daun dari sumber pencemar (m)
1	<i>Vernicia montana</i>	XXC 52A	Trop Asia to Pacific	16	22,93	48	7,42
2	<i>Vernicia montana</i>	XXC 97	Trop Asia to Pacific	13,5	21,02	20	2,13
3	<i>Vernicia montana</i>	XXC 97A	Trop Asia to Pacific	10,5	16,62	20	1,9
Rata-rata				13,33	20,19		
4	<i>Litsea glutinosa</i>	XXC 53	Malesia	13,5	27,33	48	5,27
5	<i>Litsea glutinosa</i>	XXC 53B	Malesia	8	26,75	48	10,16
Rata-rata				10,75	27,04		



Universitas Gadjah Mada, 2008 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

6	<i>Bombax valetonii</i>	XXC 8	Malesia	20	19,11	78	7,35
7	<i>Bombax valetonii</i>	XXC 8A	Malesia	22	79,62	78	7,35
Rata-rata				21	49,37		
8	<i>Cananga odorata</i>	XXB 20B	Asia, Malesia	13	66,88	76	16,65
9	<i>Cananga odorata</i>	XXB 20 C	Asia, Malesia	13,5	57,33	76	16,65
10	<i>Cananga odorata</i>	XXC 60	Malesia to Pacific	14	29,14	48	4,3
Rata-rata				13,5	51,12		
11	<i>Ceiba pentandra</i>	XXC 12	Trop Asia & Africa	33	127,39	75	7,1
12	<i>Ceiba pentandra</i>	XXC 12A	Trop Asia & Africa	34	108,28	75	6,6
Rata-rata				33,5	117,84		
13	<i>Cyathocalyx sumatranus</i>	XXD 73	Sumatera	26,5	42,36	48	7,2
14	<i>Polyalthia lateriflora</i>	XXD 75	-	17	49,36	48	6,25
15	<i>Polyalthia longifolia</i>	XXD 120	Sumatera	18,5	19,65	31	7,4
16	<i>Polyalthia sp.</i>	XXD 122	Kalsel	9,5	19,81	31	3,17

Dari tabel terlihat bahwa heterogenitas vegetasi di lokasi penelitian sangat tinggi. Oleh Karena itu, faktor ini bisa dijadikan sarana untuk menemukan jenis-jenis baru yang baik dalam menyerap karbon selain jenis-jenis yang sudah biasa ditanam pada kawasan hutan kota dan jalur hijau.

Sebaran umur pun menjadi faktor yang diperhatikan dalam pemilihan jenis pohon sebagai unit sampling ini. Hal ini dimaksudkan untuk memperoleh sebaran umur yang merata mulai dari pohon yang relatif masih muda hingga tua agar dapat diketahui pada tingkat umur mana serapan karbon oleh daun paling efektif. Oleh karena itu dipilih jenis-jenis pohon yang tersebar pada umur 20, 31, 48, 75, 76 hingga 78 tahun. Dengan jarak pohon dari sumber pencemar yang berbeda-beda, diperkirakan juga akan



mempengaruhi besarnya karbon yang diserap oleh daun dari masing-masing jenis pohon tersebut.

Nilai rata-rata tinggi dan diameter pohon yang paling tinggi di antara pohon-pohon sampel adalah 33,5 meter dan 117,84 cm dari jenis *Ceiba pentandra* dan paling rendah berasal dari pohon genus *Polyalthia*. Perbedaan besarnya tinggi dan diameter yang sangat signifikan antara pohon satu dengan lainnya ini dipengaruhi oleh faktor umur yang sebarannya tidak merata, jenis serta sifat genetik dari masing-masing pohon tersebut. Namun, dari perbedaan inilah diperkirakan banyak memunculkan variasi kemampuan daun dalam menyerap karbon baik karbondioksida (CO_2), karbon monoksida (CO) maupun hidrokarbon (HC).

Perbedaan morfologi daun dari beragam jenis pohon yang terdapat dalam lokasi penelitian turut menentukan besarnya karbon yang dapat tersimpan di dalamnya, sehingga perlu dilakukan identifikasi untuk mengetahui morfologi daun bagaimana yang efektif dalam menyerap dan menyimpan karbon.

Setelah dilakukan identifikasi daun dari pohon-pohon sampel dalam lokasi penelitian, maka diperoleh keterangan sebagai berikut.

Tabel 5.7 Identifikasi daun dari jenis pohon sampel dalam lokasi penelitian

Jenis	Bentuk daun	Tepi daun	Pangkal daun	Ujung daun	Permukaan daun
<i>Vernicia montana</i>	cordate	entire	cordate	obtuse	pubescent
<i>Litsea glutinosa</i>	elliptical	entire	acute	obtuse	glabrous
<i>Bombax valetonii</i>	elliptical	entire	acute	cuspidate	glabrous
<i>Cananga odorata</i>	oblong	entire	obtuse	obtuse	glabrous
<i>Ceiba pentandra</i>	oblanceolate	entire	acute	obtuse	glabrous
<i>Cyathocalyx sumatranus</i>	oblong	entire	obtuse	obtuse	glabrous
<i>Polyalthia lateriflora</i>	oblong	entire	acute	obtuse	glabrous
<i>Polyalthia longifolia</i>	oblong	entire	obtuse	obtuse	glabrous
<i>Polyalthia sp.</i> (Kalsel)	oblong	entire	acute	cuspidate	glabrous



Keterangan:
UNIVERSITAS
GADJAH MADA

Reniform	=	bentuk ginjal, pendek dan lebar, punca-punca daun pada kaki daun tumpul
Elliptical	=	ellips
Oblong	=	memanjang
Ob lanceolate	=	lanset sungsang
Entire	=	rata
Cordate	=	bentuk jantung
Acute	=	runcing
Obtuse	=	tumpul
Cuspidate	=	berujungkan pucuk yang kaku dan tajam
Pubescent	=	berbulu pendek, lembut
Glabrous	=	tanpa rambut, licin, gundul

(Samingan, 1982)

Bentuk dan halus kasarnya permukaan daun juga berpengaruh terhadap besarnya karbon yang dapat terserap ke dalam organ daun. Bentuk daun yang besar dengan luas permukaan yang besar pula akan dapat menyimpan karbon dalam jumlah yang besar. Sementara itu, permukaan daun yang berbulu akan dapat menyaring partikel debu serta zat pencemar, termasuk karbon. Oleh karena itu, karbon yang terserap ke dalam daun pun menjadi lebih sedikit karena sebagian menempel pada bulu-bulu halus di permukaan daun. Bulu-bulu halus ini akan menghalangi masuknya karbon ke dalam stomata daun sehingga menurunkan produktivitas fotosintesis serta mengurangi jumlah karbon yang dapat tersimpan sebagai bahan organik dalam daun.

Daun dari jenis yang satu dengan jenis lainnya tentu memiliki morfologi yang berbeda. Ada yang memiliki bentuk yang memanjang, majemuk, permukaan halus, tepi rata, tetapi ada pula daun yang bentuknya bulat, tunggal, permukaannya berbulu atau berambut, tepi bergelombang, dan sebagainya. Perbedaan jenis inilah yang memunculkan perbedaan morfologi daun yang juga akan berdampak pada perbedaan kemampuannya dalam menyerap karbon.



5.4 Kandungan Karbon (C organik) dalam Daun Pohon Sampel

5.4.1 Analisis Laboratorium Kandungan Karbon dalam Daun

Pada saat polutan bersentuhan dengan tanaman, ada tiga kemungkinan yang terjadi yaitu dipantulkan atau mengalami pelarutan pada bagian permukaan tanaman atau diserap tanaman melalui stomata. Apabila polutan masuk ke dalam tanaman lewat stomata maka akan mengalami difusi ke ruang-ruang interaseluler dan diserap ke dalam atau pada permukaan palisade atau parenkim dinding sel (Treshow dalam Pangestu, 2004).

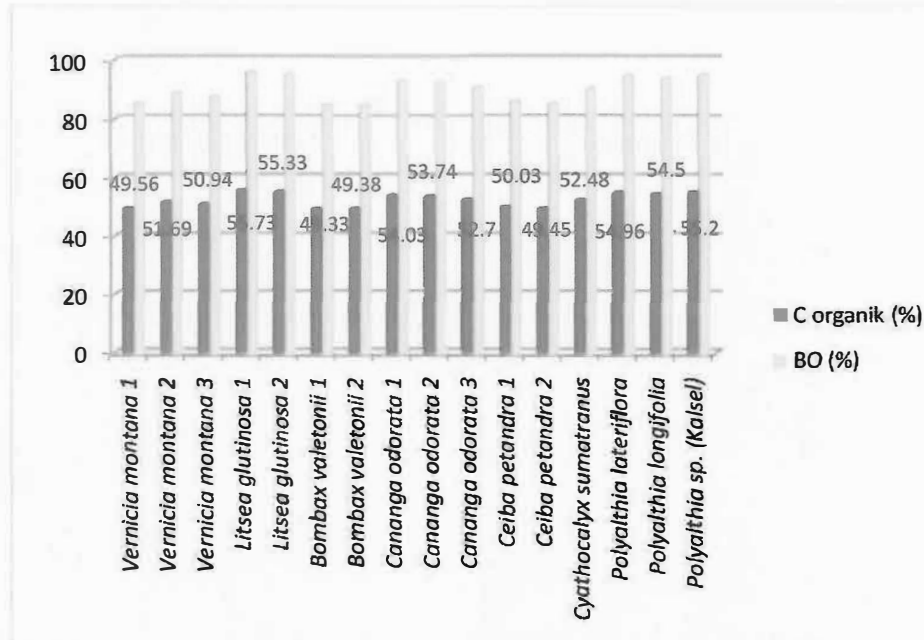
Pengukuran kandungan karbon yang diserap oleh daun dari sembilan jenis pohon ini dilakukan di laboratorium Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian UGM dimana daun yang diukur kandungan karbonnya (C organik) diambil dari 16 pohon pada strata tajuk bawah dengan pengulangan sebanyak 3 kali. Hasil analisis tersebut adalah sebagai berikut



Tabel 5.8 Kandungan Karbon dalam Daun Beberapa Jenis Pohon Sampel

No	Jenis	Ulangan	C organik (%)	Jumlah	Rata-rata	BO (%)	Jumlah	Rata-rata
1	<i>Vernicia montana</i>	1	49,70	148,69	49,56	85,69	256,36	85,45
		2	49,49			85,33		
		3	49,50			85,34		
2	<i>Vernicia montana</i>	1	51,84	155,08	51,69	89,38	267,38	89,13
		2	51,65			89,05		
		3	51,59			88,95		
3	<i>Vernicia montana</i>	1	50,94	152,81	50,94	87,83	263,46	87,82
		2	51,00			87,93		
		3	50,87			87,70		
4	<i>Litsea glutinosa</i>	1	55,58	167,18	55,73	95,83	288,24	96,08
		2	55,59			95,84		
		3	56,01			96,57		
5	<i>Litsea glutinosa</i>	1	55,49	165,99	55,33	95,67	286,19	95,40
		2	55,50			95,69		
		3	55,00			94,83		
6	<i>Bombax valetonii</i>	1	49,24	147,98	49,33	84,89	255,12	85,04
		2	49,24			84,89		
		3	49,50			85,34		
7	<i>Bombax valetonii</i>	1	49,58	148,15	49,38	85,48	255,42	85,14
		2	49,51			85,36		
		3	49,06			84,58		
8	<i>Cananga odorata</i>	1	54,09	162,10	54,03	93,26	279,48	93,16
		2	54,01			93,12		
		3	54,00			93,10		
9	<i>Cananga odorata</i>	1	53,46	161,21	53,74	92,17	277,94	92,65
		2	53,87			92,88		
		3	53,88			92,89		
10	<i>Cananga odorata</i>	1	52,65	158,10	52,70	90,77	272,57	90,86
		2	52,69			90,84		
		3	52,76			90,96		
11	<i>Ceiba pentandra</i>	1	50,05	150,1	50,03	86,29	258,79	86,26
		2	50,05			86,29		
		3	50,00			86,21		
12	<i>Ceiba pentandra</i>	1	49,34	148,36	49,45	85,07	255,79	85,26
		2	49,49			85,33		
		3	49,53			85,39		
13	<i>Cyathocalyx sumatranus</i>	1	52,45	157,44	52,48	90,43	271,44	90,48
		2	52,55			90,60		
		3	52,44			90,41		
14	<i>Polyalthia lateriflora</i>	1	54,89	164,89	54,96	94,64	284,30	94,77
		2	55,00			94,83		
		3	55,00			94,83		
15	<i>Polyalthia longifolia</i>	1	54,50	163,49	54,50	93,96	281,87	93,96
		2	54,50			93,96		
		3	54,49			93,95		
16	<i>Polyalthia sp.</i> (Kalsel)	1	55,30	165,59	55,20	95,34	285,49	95,16
		2	55,30			95,34		
		3	54,99			94,81		

Perbedaan kandungan karbon dalam daun dari jenis, umur, dan jarak dari sumber pencemar yang bervariasi tersebut dapat dilihat pada diagram di bawah ini.



Gambar 5.6 Rata-Rata Kandungan C dan BO dalam Daun Sampel Berbagai Jenis

Dari diagram di atas terlihat bahwa *Litsea glutinosa* memiliki kemampuan penyerapan karbon paling tinggi dibandingkan jenis lainnya yaitu sebesar 55,73 % diikuti oleh *Polyalthia sp.* dari Kalimantan Selatan dengan kemampuan penyerapan karbon sebesar 55,2 %. Di sini terlihat bahwa pohon-pohon dari genus *Polyalthia* yang sering ditanam pada jalur-jalur hijau dan hutan kota memang memiliki kemampuan penyerapan karbon relatif tinggi bila dibandingkan jenis-jenis lainnya dalam lokasi penelitian. Sedangkan, kemampuan penyerapan karbon paling rendah di sini yaitu sebesar 49,33 % berasal dari jenis *Bombax valetonii*. Pada dasarnya dari kesembilan jenis ini, perbedaan kemampuan penyerapan karbonnya tidak terlalu signifikan dilihat dari diagram. Namun,



kesimpulan yang lebih akurat.

Tabel 5.9 Hubungan antara Jenis, Umur, Strata Tajuk, dan Jarak Pencemar dengan Kandungan Karbon dalam Daun

No	Jenis	Strata Tajuk	Umur	Jarak Pencemar (m)	Kandungan Karbon (Corganik) (%)	Kandungan BO (%)
1	<i>Vernicia montana</i>	Bawah	48	7,42	49,56	85,45
2	<i>Vernicia montana</i>	Bawah	20	2,13	51,69	89,13
3	<i>Vernicia montana</i>	Bawah	20	1,90	50,94	87,82
4	<i>Litsea glutinosa</i>	Bawah	48	5,27	55,73	96,08
5	<i>Litsea glutinosa</i>	Bawah	48	10,16	55,33	95,40
6	<i>Bombax valetonii</i>	Bawah	78	7,35	49,33	85,04
7	<i>Bombax valetonii</i>	Bawah	78	7,35	49,38	85,14
8	<i>Cananga odorata</i>	Bawah	76	16,65	54,03	93,16
9	<i>Cananga odorata</i>	Bawah	76	16,65	53,74	92,65
10	<i>Cananga odorata</i>	Bawah	48	4,30	52,70	90,86
11	<i>Ceiba pentandra</i>	Bawah	75	7,10	50,03	86,26
12	<i>Ceiba pentandra</i>	Bawah	75	6,60	49,45	85,26
13	<i>Cyathocalyx sumatranus</i>	Bawah	48	7,20	52,48	90,48
14	<i>Polyalthia lateriflora</i>	Bawah	48	6,25	54,96	94,77
15	<i>Polyalthia longifolia</i>	Bawah	31	7,40	54,50	93,96
16	<i>Polyalthia sp. (Kalsel)</i>	Bawah	31	3,17	55,20	95,16

Tabel tersebut menunjukkan bahwa kemampuan serapan karbon oleh daun suatu jenis pohon optimal pada fase umur sedang. Namun, persentase karbon dalam daun ini juga dipengaruhi oleh jenis dan jarak pencemar. Jenis yang terbaik adalah *Litsea glutinosa* dan beberapa pohon dari genus *Polyalthia* seperti yang telah dikemukakan sebelumnya. Sementara itu, pengaruh jarak pencemar tidak terlalu signifikan bila dibandingkan dengan jenis. Pada jenis-jenis tertentu, jarak pencemar mempengaruhi besarnya serapan karbon oleh daun. Namun, tidak demikian pada jenis-jenis tertentu yang tergolong baik kemampuan penyerapan karbonnya. Jauh dekatnya jarak pencemar tidak banyak mempengaruhi besarnya kandungan karbon dalam daun pohon-pohon jenis khusus ini.

Dikaitkan dengan kualitas udara ambien di sekitar lokasi penelitian, kandungan karbon dalam daun jenis-jenis pohon sampel tersebut tergolong sangat tinggi. Nilai karbon ambien dari data Bapedalda Bogor berupa karbon monoksida dan hidrokarbon sekitar 0,2533 % atau lebih kurang 2533 ppm merupakan nilai yang sangat rendah bila dibandingkan dengan karbon yang tersimpan dalam daun masing-masing jenis pohon sampel yaitu antara 49 % hingga 55 %. Hal ini menunjukkan bahwa karbon yang tersequester oleh daun kemungkinan lebih banyak dalam bentuk CO₂ yang diperoleh melalui proses fotosintesis.

Kemampuan berfotosintesis yang baik dari tiap-tiap jenis ini juga didukung oleh intensitas radiasi matahari (illuminans) dalam lokasi penelitian sekitar 8,66 % dari sinar matahari penuh yang dapat digunakan secara optimal oleh daun untuk berfotosintesis. Hal ini dikarenakan daun yang diambil sebagai sampel merupakan *sun leaves* bukan *shade leaves*, sehingga tidak ada naungan yang menghalangi jatuhnya illuminans pada daun.

Selain itu, suhu pada pagi hari saat terjadinya fotosintesis sebesar 27°C yang terus meningkat hingga siang hari sangat optimal untuk berlangsungnya fotosintesis. Namun, pada siang hari suhu mencapai 34°C atau terjadi *heat killing temperature* yang menyebabkan respirasi meningkat dan banyak CO₂ yang dilepaskan hingga malam hari saat terjadinya proses respirasi. Lebih lagi kelembaban pada siang hari sebesar 64 % akan meningkatkan laju kehilangan air dari daun yang juga menghambat proses fotosintesis. Walaupun demikian, ini tidak terlalu berpengaruh pada besarnya karbon yang tersequester oleh daun. Artinya, besarnya CO₂ yang diserap oleh daun dalam proses fotosintesis lebih besar dibandingkan CO₂ yang dilepaskan dalam proses respirasi.

optimal untuk berlangsungnya proses pertumbuhan pohon serta proses-proses esensial seperti fotosintesis dan respirasi. Selain faktor klimatologi seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, besarnya kandungan karbon dalam daun pohon sampel juga dipengaruhi oleh luas daun. Terlihat dari data bahwa daun-daun yang permukaannya luas seperti dari jenis *Litsea glutinosa*, *Cananga odorata*, *Cyathocalyx sumatranus* serta pohon-pohon dari genus *Polyalthia* (gambar daun terlampir) memiliki persentase C organik daun yang lebih besar dibandingkan jenis-jenis lainnya.

Lalu lintas yang padat di sekitar lokasi penelitian dengan nilai V/C sebesar 0,81 smp merupakan faktor yang berpengaruh terhadap meningkatnya kualitas udara ambien serta banyaknya CO₂ di udara yang dapat tersekueter oleh daun melalui proses fotosintesis. Arus kendaraan yang sangat padat sekitar 7000 kendaran setiap jamnya tentunya akan menghasilkan gas buangan yang mengandung karbon dalam jumlah yang besar pula. Oleh karena itu, tidak heran jika kandungan karbon dalam pohon sampel dengan kisaran umur 31 hingga 78 tahun tersebut relatif tinggi.

5.4.2 Analisis Statistik Kandungan Karbon dalam Daun

Tabel 5.10 Hasil Uji ANOVA

ANOVA Kelompok Jenis					
	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Sig.
Between Groups	8	83,004	10,375	20,388	0,000
Within Groups	7	3,562	0,509		
Total	15	86,566			

ANOVA Kelompok Jarak Pencemar

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Sig.
Between Groups	2	12,824	6,412	1,130	0,353
Within Groups	13	73,742	5,672		
Total	15	86,566			

ANOVA Kelompok Umur

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Sig.
Between Groups	5	58,180	11,636	4,099	0,028
Within Groups	10	28,386	2,839		
Total	15	86,566			

Uji ANOVA satu arah (*One-way ANOVA*) yang digunakan dalam analisis penelitian ini digunakan untuk melihat apakah ada perbedaan nyata antara kelompok jenis, umur serta jarak sumber pencemar dengan kandungan karbon dalam daun. Pada pengujian berdasarkan kelompok jenis diperoleh nilai F_{hitung} sebesar 20,388. Artinya $F_{hitung} > F_{tabel}$ sehingga H_0 ditolak. Dengan kata lain kelompok jenis berpengaruh signifikan terhadap kandungan karbon dalam daun.

Berbeda dengan kelompok jenis, uji pada kelompok jarak pencemar menghasilkan nilai signifikansi lebih besar daripada 0,05 yaitu sebesar 0,353. Ini berarti jarak pencemar tidak berpengaruh signifikan terhadap kandungan karbon dalam daun. Sedangkan, pada kelompok umur diperoleh nilai signifikansi 0,028 atau $SIG < \alpha_{0,05}$, sehingga ada pengaruh signifikan dari kelompok umur terhadap kandungan karbon dalam daun.

Setelah pada pengujian diketahui bahwa ada perbedaan yang signifikan di antara kelompok sumber variasi umur, maka dilakukan uji lanjut (*Post Hoc Test*)

menggunakan uji *Least-Significant difference* (LSD) untuk mengetahui kelompok mana

saja yang berbeda dan mana yang tidak berbeda. Dari hasil pengujian diperoleh bahwa pada beberapa kelompok umur ada pengaruh signifikan terhadap kandungan karbon yaitu kelompok umur 31 tahun dan 75 tahun, 31 tahun dan 78 tahun, 48 dan 75 tahun, 48 tahun dan 78 tahun, 75 tahun dan 76 tahun serta 76 tahun dan 78 tahun. Sedangkan, variasi kelompok umur lainnya tidak terlalu berpengaruh signifikan terhadap besarnya kandungan karbon dalam daun.

Uji regresi linear berganda dengan banyak variabel bebas digunakan untuk mengetahui faktor yang mempengaruhi kemampuan daun dalam menyerap karbon melalui hubungan linearitas yang ditunjukkan dengan persamaan regresi linear berganda. Dalam hal ini yang berfungsi sebagai variabel bebas (*independent variable*) adalah jenis, umur, dan jarak sumber pencemar. Sementara itu besarnya serapan karbon oleh daun sebagai variabel bergantung (*dependent variable*).

Tabel 5.11 Hasil Uji Regresi Linear Ganda

The REG Procedure
Dependent Variable : C_organik

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0,650 ^a	0,423	0,334	1,95993

ANOVA^b

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Sig.
Regression	2	36,629	18,314	4,768	0,028 ^a
Error	13	49,937	3,841		
Corrected total	15	86,566			

Coefficients^a

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		t	Sig.
		Std. Error	Beta			
(Constant)	54,480	1,373			39,687	0,000
	-0,094	0,032	-0,821		-2,964	0,011
	0,405	0,157	0,715		2,583	0,023

menyatakan bahwa jika tidak ada kedua variabel bebas berupa umur dan jarak pencemar, maka kandungan C organik adalah 54,480. Koefisien regresi (X_1) sebesar 0,094 menyatakan bahwa setiap penambahan umur suatu jenis pohon sebesar 1 tahun akan menurunkan kandungan C organik sebesar 0,094 %. Koefisien regresi (X_2) sebesar 0,405 menyatakan bahwa setiap penambahan panjang jarak sumber pencemar sebesar 1 meter akan menaikkan kandungan C organik sebesar 0,405 %.

Bias data pada penelitian ini bisa disebabkan oleh banyak faktor seperti pergerakan angin, sumber pencemar serta faktor internal pohon yang kurang diperhitungkan. Namun demikian, adanya hubungan linearitas antara kandungan karbon dengan umur dan jarak sumber pencemar ini telah cukup membuktikan bahwa kedua faktor ini merupakan faktor yang turut mendukung efektivitas kinerja pohon dalam menyerap karbon selain faktor jenis.

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

1. Daun dari pohon-pohon sampel dalam lokasi penelitian memiliki kemampuan penyerapan karbon (C) yang relatif seragam yaitu sebesar 49 % hingga 55 %.
2. Melalui uji statistik, variabel jenis dan umur pohon berpengaruh secara signifikan terhadap kemampuan penyerapan karbon (C) ini dan tidak signifikan untuk variabel jarak sumber pencemar.
3. Dari hasil analisis diperoleh bahwa jenis pohon yang baik kemampuan penyerapan karbonnya adalah *Litsea glutinosa* dan pohon-pohon dari genus *Polyalthia*.

6.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diberikan saran-saran sebagai berikut:

1. Penanaman pohon jenis *Litsea glutinosa* dan genus *Polyalthia* dapat direkomendasikan sebagai salah satu solusi dalam rangka mengurangi gas-gas rumah kaca di udara yang berkontribusi terhadap pemanasan global.
2. Untuk memaksimalkan peran pohon dalam menyerap polutan dan gas-gas rumah kaca, maka penanaman pohon tersebut sebaiknya memperhatikan faktor jenis dan umur.

- Achmad, R. 2004. *Kimia Lingkungan*. Yogyakarta; Andi Offset.
- Anonim. 2007. *CO₂: Si Seksi Perubahan Iklim*. [[www.google.co.id/carbon sink](http://www.google.co.id/carbon_sink)].
- _____. 2007. *Respirasi*. Biologi Sel. Biologi Kelas 3. [www.google.co.id/respirasi].
- _____. 2008. *National Herbarium*. [www.nationalherbarium.nl].
- _____. 2008. *Plant Resources of South-East Asia Handbook*. [www.prosea.nl/taxa.htm].
- _____. 2008. *The University Corporation for Atmospheric Research*. [www.ucar.edu].
- _____. 2008. *Wordpress*. [www.wordpress.com].
- _____. 2008. *World Agroforestry*. [www.worldagroforestry.org].
- Ariadi, D. 2007. *Pemanasan Global dan Emisi Karbon*. [[www.google.co.id/pemanasan global](http://www.google.co.id/pemanasan_global)].
- Ariyanti, N.S. 2002. *Beranekaragam Konsep Spesies: Berbeda-Beda Tetapi Saling Melengkapi*. [www.google.co.id/spesies].
- Brink dan Escobin. 2008. *Ceiba pentandra*. [[www.google.co.id/Ceiba pentandra](http://www.google.co.id/Ceiba_pentandra)].
- Budhami, P.D. 2002. *Kandungan Timbal (Pb) pada Daun Beberapa Jenis Pohon Perindang Jalan di Kota Denpasar*. Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. (Unpublished).
- Camp, D. 2006. *Scientific Names*. Texas Master Gardener. (Unpublished).
- Campbell, N.A., Jane B.R, Lawrence G.M. 2000. *Biologi Campbell Reece-Mitchell Edisi Kelima-Jilid 2*. Jakarta; Erlangga.
- CIFOR. 2002. *Perdagangan Karbon-Warta Kebijakan*. [[www.google.co.id/perdagangan karbon](http://www.google.co.id/perdagangan_karbon)].
- Darmono. 2001. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran*. UI-Press; Jakarta.
- Dianawati, U. 2001. *Peranan Vegetasi di Sekitar Kampus UGM dalam Menyerap Emisi Timbal (Pb) dari Asap Kendaraan Bermotor*. Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. (Unpublished).

Dwijoseputro, D. 1978. *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. PT Gramedia; Jakarta.

Ebenezer, L.T., Ferdinan M. S., Michael K., Nuring W. T., Oni K., Paul A.T., Roni S., Thomas A.N., Yanto T., Yohannes S.R. *Pengaruh Bahan Bakar Transportasi Terhadap Pencemaran Udara dan Solusinya. Paper Kebijakan Energi*. Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. (Unpublished).

Fandeli, C., Kaharuddin, Mukhlison. 2004. *Perhutanan Kota*. Yogyakarta; Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada.

Fitrianus. 2007. *Studi Kandungan Karbon Pada Berbagai Organ Pohon Sengon (Studi Kasus di Hutan Rakyat Kabupaten Wonosobo dan Banyumas)*. Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. (Unpublished).

Fraser, P. dan Thompson, A. 2007. *What is a Carbon Sink?* [[www.google.co.id/carbon sink](http://www.google.co.id/carbon%20sink)].

Godam. 2006. *Pencemaran Udara pada Lingkungan Hidup Sekitar Kita - Gas Beracun CO, CO₂, NO, NO₂, SO dan SO₂ yang Merusak Kesehatan Manusia*. [[www.google.co.id/pencemaran udara](http://www.google.co.id/pencemaran%20udara)].

Hadi, S. 1982. *Analisis Regresi*. Yogyakarta; Andi Offset.

Hariwijaya, M. 2007. *Pedoman Penulisan Ilmiah Proposal dan Skripsi*. Yogyakarta; Tugu Publisher.

Heriansyah, I. 2005. *Potensi Hutan Tanaman Industri Dalam Mensequester Karbon: Studi kasus di Hutan Tanaman Akasia dan Pinus*. Skripsi. (Unpublished).

Ikawati, Y. 2007. *Menggantang Asap, Mengundang Hujan?* [[www.google.co.id/serapan karbon oleh pohon](http://www.google.co.id/serapan%20karbon%20oleh%20pohon)].

Irwan, Z. D. 2005. *Tantangan Lingkungan dan Lansekap Hutan Kota*. Jakarta; Bumi Aksara.

Johan. 2007. *Tampilan Desain Lengkap: Jangan Biarkan Bumi Jadi Venus*. [[www.google.co.id/gas rumah kaca](http://www.google.co.id/gas%20rumah%20kaca)].

Kristanto, P. 2002. *Ekologi Industri*. Yogyakarta; Andi Offset.

Lakitan, B. 1993. *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta; P.T. Raja Grafindo Persada.

Makatita, I.J.S. 2003. *Kandungan Timbal (Pb) pada Daun Beberapa Jenis Pohon Perindang Jalan Kota Semarang*. Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. (Unpublished).

- Mustafa, D., Zaimi A., Abu B., Zamzibar Z., Umiati L. 1991. *Penentuan Intensitas Timbal (Pb) di Udara Daerah Teluk Bayur Padang*. Padang; Pusat Penelitian Universitas Andalas.
- Nursadatono, A. 2005. *Kemampuan Daun dari Beberapa Jenis Pohon Perindang Jalan dalam Menyerap Emisi Timbal (Pb) di Kota Bantul*. Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. (Unpublished).
- Pangestu, A.G. 2004. *Kemampuan Daun Beberapa Jenis Pohon Perindang Jalan Dalam Penyerapan Logam Berat di Kawasan Industri Candi Kota Semarang*. Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. (Unpublished).
- Panjiwibowo, C., Rusmantoro, W., Soejachmoen, MH., Tanujaya, O. 2003. *Mencari Pohon Uang: CDM Kehutanan di Indonesia*. Jakarta; Pelangi.
- Pramesti, G. 2007. *Aplikasi SPSS 15.0 dalam Model Linier Statistika*. Elex Media Komputindo; Jakarta.
- Samingan, T. 1982. *Dendrologi*. PT Gramedia; Jakarta.
- Sedarmayanti dan Hidayat, S. 2002. *Metode Penelitian*. Mandar Maju; Bandung.
- Sibarani, J.P. 2003. *Potensi Kampus Universitas Sumatera Utara Sebagai Salah Satu Hutan Kota di Medan*. [[www.google.co.id/serapan karbon oleh pohon](http://www.google.co.id/serapan_karbon_oleh_pohon)].
- Soerjani, M., Rofiq A., Rozy M. 1987. *Lingkungan: Sumberdaya Alam dan kependudukan dalam Pembangunan*. Jakarta; UI Press.
- Spurr dan Barnes. 1980. *Forest Ecology*. New York; Ronald Press Co.
- Subarna, A. 2006. *Sekilas Kebun Raya Bogor*. Bogor; Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Bogor.
- Sudjana. 2002. *Desain dan Analisis Eksperimen*. Tarsito; Bandung.
- Sudrajad, A. 2005. *Pencemaran Udara, Suatu Pendahuluan*. [[www.google.co.id/pencemaran udara](http://www.google.co.id/pencemaran_udara)].
- Suryatmojo, H. 2004. *Peran Hutan Sebagai Penyerap Karbon*. [www.ugm.ac.id].
- Tjitrosomo, Siti S dan Nawangsari S (John W. Kimball). 1994. *Biologi Jilid I Edisi Kelima IPB*. Bogor; P.T. Gelora Aksara Pratama.
- Tjitrosoepomo, G. 1988. *Taksonomi Tumbuhan (Spermatophyta)*. Yogyakarta; Gadjah Mada University Press.



UNIVERSITAS
GADJAH MADA

KAJIAN SERAPAN KARBON OLEH DAUN BEBERAPA JENIS POHON DI RUAS JALAN PAJAJARAN
KEBUN RAYA BOGOR

SARAH WIDYATAMI, Dr. Erny Poedjirahajoe, M.P.

Universitas Gadjah Mada, 2008 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

- Tugaswati, A.T. 2007. *Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor dan Dampaknya Terhadap Kesehatan*. [[www.google.co.id/dampak emisi karbon terhadap keschatan](http://www.google.co.id/dampak+emisi+karbon+terhadap+kesehatan)].
- Utomo, B. 2006. *Hutan Sebagai Masyarakat Tumbuhan Hubungannya dengan Lingkungan*. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Medan. (Unpublished).
- Vossen, V dan Umali. 2008. *Vernicia montana*. [[www.google.co.id/Vernicia montana](http://www.google.co.id/Vernicia+montana)].
- Wikipedia Indonesia. 2007. *Ensiklopedia Bebas Berbahasa Indonesia*. [www.google.co.id/wikipedia].
- Yuniarto. 2007. *Tugas Clime World Change*. [[www.google.co.id/perubahan iklim](http://www.google.co.id/perubahan+iklim)].
- Yusuf, Kalsom, U., Sinohin, V.O. 2008. *Cananga odorata*. [[www.google.co.id/Cananga odorata](http://www.google.co.id/Cananga+odorata)].



UNIVERSITAS
GADJAH MADA

**KAJIAN SERAPAN KARBON OLEH DAUN BEBERAPA JENIS POHON DI RUAS JALAN PAJAJARAN
KEBUN RAYA BOGOR**

SARAH WIDYATAMI, Dr. Erny Poedjirahajoe, M.P.

Universitas Gadjah Mada, 2008 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

LAMPIRAN

Lampiran 1. Inventarisasi Tegakan dalam Petak Ukur

No	Jenis	Letak, Persebaran, dan Asal	Tinggi pohon (m)	Keliling pohon (cm)	Umur pohon (th)	Jarak dari Sumber Pencemar (m)
1	<i>Garcinia dulcis</i> Kurz. (Clus)	XIX. E. 117. S. E. Asia. Kaltim	16	54,3	10	15,8
2	<i>Vitex glabrata</i> R. Br. (Verb)	XIX. F. 118. Trop Asia dan Australia (Sulteng)	9	66	10	17,94
3	<i>Cinnamomum sp.</i> (Laur)	XIX. F. 110. Sumatera Bengkulu	19	91	13	18,22
4	<i>Pterospermum diversifolium</i> Blume (Sterc.)	XIX. F. 103. East Kalimantan	13	115,5	13	17,21
5	<i>Pterospermum diversifolium</i> Blume (Sterc.)	XIX. F. 103 A. East Kalimantan	14,5	54,6	13	17,21
6	<i>Bischofia javanica</i> Blume (Euph.)	XIX. F. 113. Indonesia to Pacific (Jabar)	20	63,2	12	17,11
7	<i>Actinodaphne macrophylla</i> (Blume) Nees (Laur.)	XIX. E. 84. Sumatra Bengkulu	22,5	74,8	13	17,2
8	<i>Planchonia vallida</i> (Blume) Blume (Lecyth.)	XIX. E. 79. Malesia (Kalbar)	14	63,7	13	13,14
9	<i>Terminalia catappa</i> L. (combr.)	XIX. F. 107. Trop Asia dan Malesia to Polynesia	15	114	13	10,56
10	<i>Palaquium amboinense</i> Burck (Sapot.)	XIX. E. 107. Maluku	16	81,6	10	4,6
11	<i>Shorea materialis</i> Ridley (Dipt.)	XIX. E. 100. Sumatra: Bengkulu	16	81,6	10	9,95
12	<i>Vernicia montana</i> Lour. (Euph.)	XX. C. 97. Trop Asia to Pacific	13,5	66	20	2,13
13	<i>Vernicia montana</i> Lour. (Euph.)	XX. C. 97 A. Trop Asia to Pacific	10,5	52,2	20	1,9
14	<i>Litsea glutinosa</i> (Lour) C.B. Robins (Laur.)	XX. C. 81 A Malesia	13	51,2	31	2,6
15	<i>Vernicia montana</i> Lour. (Euph.)	XX. C. 52 A. Trop Asia to Pacific	16	72	48	7,42
16	<i>Litsea glutinosa</i> (Lour) C.B. Robins (Laur.)	XX. C. 77 Malesia	12	70	33	10,47
17	<i>Litsea glutinosa</i> (Lour) C.B. Robins (Laur.)	XX. C. 53 B Malesia	8	84	48	10,16
18	<i>Litsea glutinosa</i> (Lour) C.B. Robins (Laur.)	XX. C. 53 Malesia	13,5	85,8	48	5,27
19	<i>Bombax valentoni</i> Hochr. (Bomb.)	XX. C. 8 Malesia	20	160	78	7,35
20	<i>Bombax valentoni</i> Hochr. (Bomb.)	XX. C. 8 A Malesia	22	250	78	7,35
21	<i>Bombax valentoni</i> Hochr. (Bomb.)	XX. C. 6 Java	39	260	77	6,57
22	<i>Bombax valentoni</i> Hochr. (Bomb.)	XX. C. 6 A Java	26	240	77	5,49
23	<i>Cananga odorata</i> (Lam.) Hook. F & Thoms. (Annon)	XX. B. 20. South East Asia	12	179	76	24,6
24	<i>Actinodaphne macrophylla</i> (Blume)	XIX. B. 143 Sumatra	14,5	59,9	16	31,53



KAJIAN SERAPAN KARBON OLEH DAUN BEBERAPA JENIS POHON DI RUAS JALAN PAJAJARAN KEBUN RAYA BOGOR

SARAH WIDYATAMI, Dr. Erny Poedjarahajoe, M.P.

Universitas Gadjah Mada, 2008 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

UNIVERSITAS GADJAH MADA		Bengkulu				
Nees (Laur.)						
25	<i>Cananga odorata</i> (Lam.) Hook. F & Thoms. (Annon)	XX. B. 20 B. South East Asia	13	210	76	16,65
26	<i>Cananga odorata</i> (Lam.) Hook. F & Thoms. (Annon)	XX. B. 20 C. South East Asia	13,5	180	76	16,65
27	<i>Cananga odorata</i> (Lam.) Hook. F & Thoms. (Annon)	XX.C. 60 South East Asia	14	91,5	48	4,3
28	<i>Actinodaphne macrophylla</i> (Blume) Nees (Laur.) var. <i>angustifolia</i> k. & v.	XIX. E. 65 A. Sukabumi Java	11	103	37	4,75
29	<i>Senna spectabilis</i> (D.C.) Irwin & Barneby (Caesal.)	XX. C 66 Trop America	14	118	48	4,54
30	<i>Ceiba pentandra</i> (L) Gaerln. (Bomb.)	XX. C. 12 Trop Asia & Africa	33	400	75	7,1
31	<i>Ceiba pentandra</i> (L) Gaerln. (Bomb.)	XX. C. 12 A Trop Asia & Africa	34	340	75	6,6
32	<i>Cyathocalyx sumatranus</i> Scheff. (Annon.)	XX. D. 73. Sumatra	26,5	133	48	7,2
33	<i>Polyalthia lateriflora</i> (Blume) King (Annon.)	XX. D. 75	17	155	48	6,25
34	<i>Stelechocarpus burahol</i> (Blume) Hook.f. & Thoms (Annon.)	XX. D. 59 Java	16	94	67	11,34
35	<i>Polyalthia longifolia</i> (Sonn.) Thwaites (Annon.)	XX. D. 120. Sumatra	18,5	61,7	31	7,4
36	<i>Polyalthia sp.</i> (Annon.)	XX. D. 122. South Kalimantan	9,5	62,2	31	3,17
37	<i>Polyalthia rumpfii</i> (Blum. ex Hensch.) Merr. var <i>angustifolia</i> Boerl. (Annon.)	XX. D. 133 A Sumatra	14,5	60,4	26	10,17
38	<i>Annona gigantophylla</i> (R. E. Fr.) R. E. Fr. (Annon.)	XX. D. 118 Java, Ujung Kulon	33,5	90,3	31	10,24
39	<i>Knema latifolia</i> Warb. (Myrist.)	XX. D. 119 Sulawesi, Maluku	13,5	89,5	31	10,93
40	<i>Polyalthia glauca</i> (Hassk.) Boerl. (Annon.)	XX. D. 140. West Indonesia	13	77	24	6,31
41	<i>Araucaria hunsteinii</i> K. Schum. (Arauc.)	XX. D. 94 Papua New Guinea	24	106	40	1,82
42	<i>Araucaria hunsteinii</i> K. Schum. (Arauc.)	XX. D. 94 A Papua New Guinea	22	111,5	40	2,9



UNIVERSITAS
GADJAH MADA

KAJIAN SERAPAN KARBON OLEH DAUN BEBERAPA JENIS POHON DI RUAS JALAN PAJAJARAN
KEBUN RAYA BOGOR

SARAH WIDYATAMI, Dr. Erny Poedjarahajoe, M.P.

Universitas Gadjah Mada, 2008 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

Lampiran 2. Gambar Pohon Sampling Unit



Cananga odorata



UNIVERSITAS
GADJAH MADA

**KAJIAN SERAPAN KARBON OLEH DAUN BEBERAPA JENIS POHON DI RUAS JALAN PAJAJARAN
KEBUN RAYA BOGOR**

SARAH WIDYATAMI, Dr. Erny Poedjirahajoe, M.P.

Universitas Gadjah Mada, 2008 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

Ceiba pentandra



Polyalthia sp.



Polyalthia longifolia



Polyalthia lateriflora



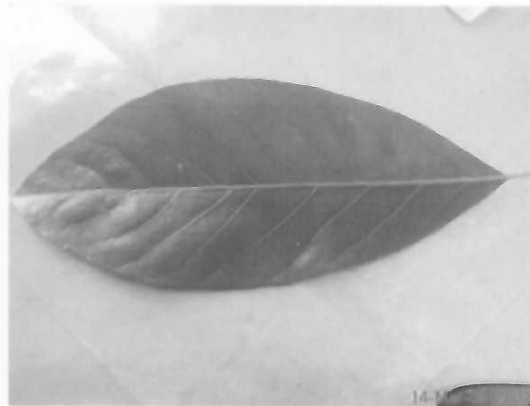
Cyathocalyx sumatranus



Vernicia montana



Litsea glutinosa



Bombax valetonii





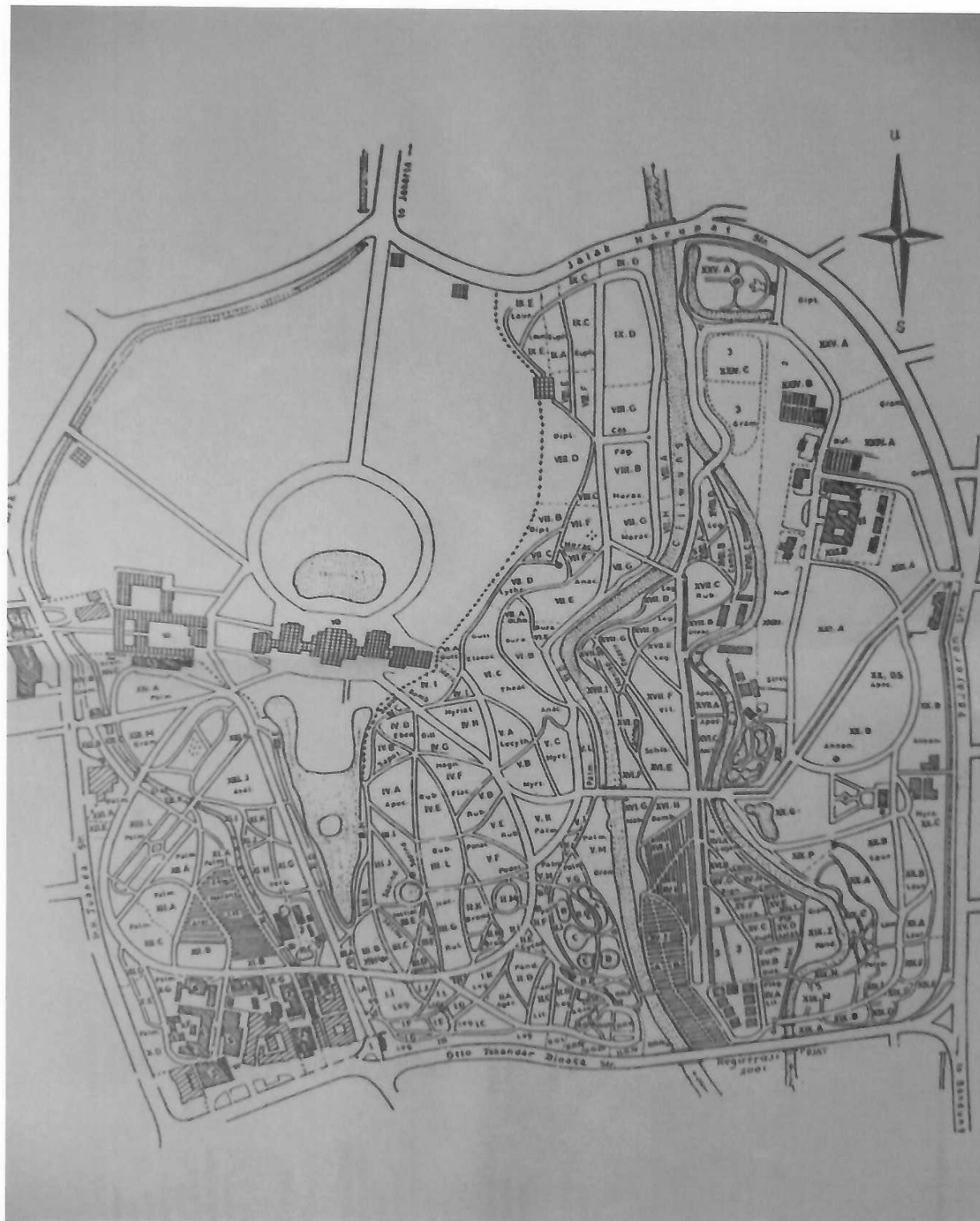
UNIVERSITAS
GADJAH MADA

KAJIAN SERAPAN KARBON OLEH DAUN BEBERAPA JENIS POHON DI RUAS JALAN PAJAJARAN KEBUN RAYA BOGOR

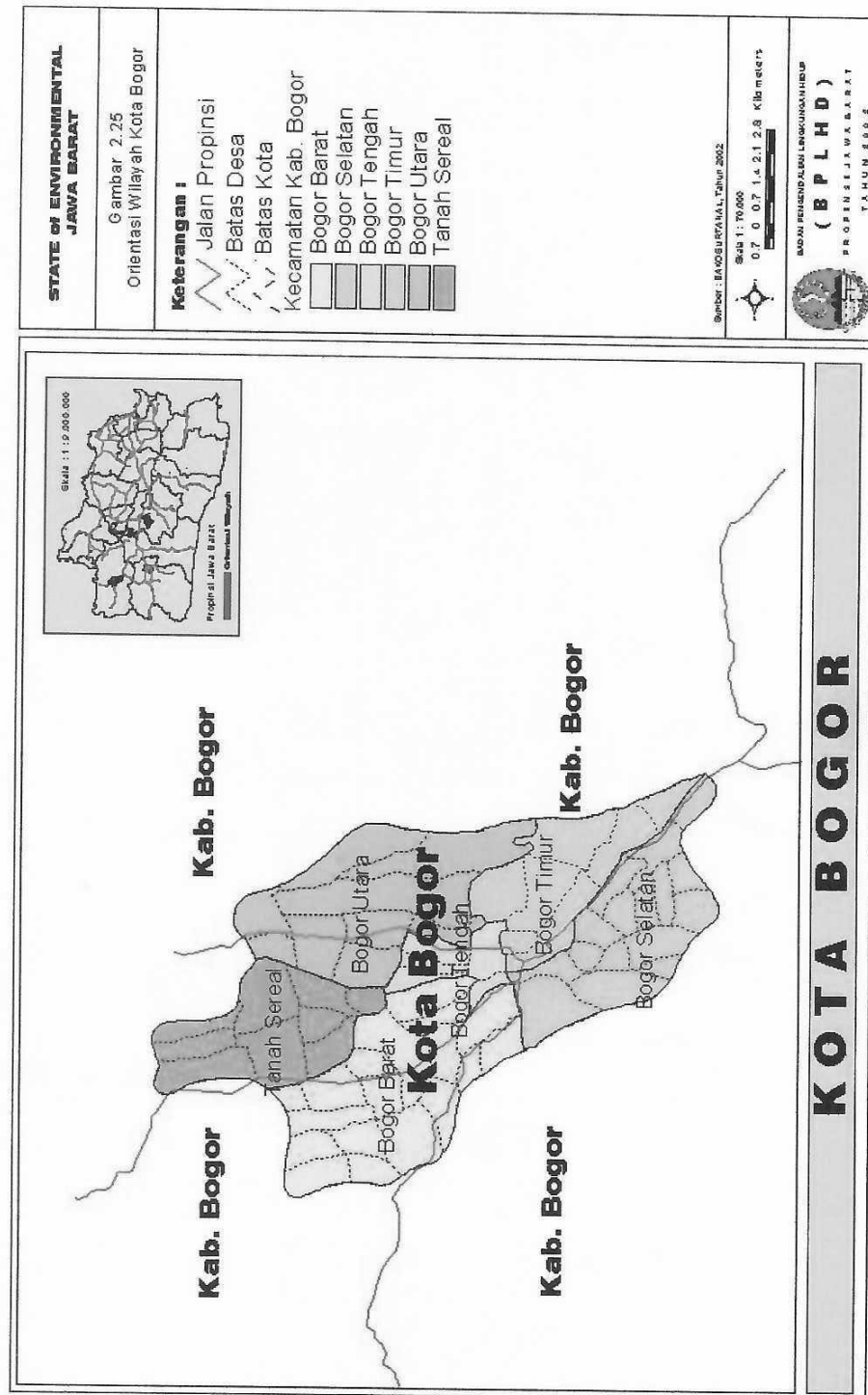
SARAH WIDYATAMI, Dr. Erny Poedjirahajoe, M.P.

Universitas Gadjah Mada, 2008 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

Lampiran 3. Peta Kebun Raya Bogor



Lampiran 4. Peta Orientasi Lokasi Kota Bogor



Lampiran 5. Data Inventarisasi Jalan Kota Bogor

Pemerintah Kota Bogor
DINAS BINA MARGA DAN PENGAIRAN
Jl. Raya Bogor No. 30
Telp. (0251) 8622222, 8622223



DATA INVENTARISASI JALAN KOTA BOGOR STATUS JALAN NASIONAL DI WILAYAH KOTA BOGOR

No.	Kecamatan	Nama Jalan	Pemukim J (m)	Status Pemukim	Fungsi / Pemukim	Lajur Jalan	Lebar LL (m)	Jenis Perkerasan	Kondisi Perkerasan	Trotoar				Saluran				Rule Angkut Berat	Rule Angkut Berat
										Lebar (m)	Jenis	Kond.	Lebar (m)	Kond.	Lebar (m)	Jenis	Kond.		
1	014 11 K	PAJAJARAN	6.400	N	Arien	3/2	40,00	Aspal	Hotmix	3,00	C/T	S	3,00	S	1,00	BK	S	01A, 03, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20	01A, 03, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20
2	014 15 K	PAJAJARAN (Kec. Bogor Utara)	2.149	N	Arien	3/2	40,00	Aspal	Hotmix	2,00	C	S	2,00	S	1,00	BK	S	01A, 03, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20	01A, 03, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20
		PAJAJARAN (Kec. Bogor Tengah)	2.100	N	Arien	3/2	40,00	Aspal	Hotmix	3,00	T	S	3,00	S	1,00	BK	S	01A, 03, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20	01A, 03, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20
		PAJAJARAN (Kec. Bogor Timur)	2.151	N	Arien	3/2	40,00	Aspal	Hotmix	2,00	C	B	2,00	C	1,00	BK	B	01A, 03, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20	01A, 03, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20
3	015 - K	KEC. BOGOR UTARA	2.980	N	Arien	3/2	19,00	Aspal	Hotmix	-	-	-	-	-	-	-	-	01A, 03, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20	01A, 03, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20
4	016 11 K	KEC. BOGOR SELATAN	5.260	N	Arien	2/2	14,00	Aspal	Hotmix	-	-	-	-	-	-	-	-	01A, 03, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20	01A, 03, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20
5	016 11 K	KEC. BOGOR SELATAN	1.510	N	K-1	2/2	13,00	Aspal	Hotmix	-	-	-	-	-	-	-	-	01A, 03, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20	01A, 03, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20
6	031 22 K	KEC. BOGOR BARAT	1.981	N	K-1	2/2	13,00	Aspal	Hotmix	-	-	-	-	-	-	-	-	01A, 03, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20	01A, 03, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20
7	031 23 K	KEC. BOGOR BARAT	2.695	N	K-1	2/2	13,00	Aspal	Hotmix	-	-	-	-	-	-	-	-	01A, 03, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20	01A, 03, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20
8	031 24 K	KEC. BOGOR BARAT	2.250	N	K-1	2/2	13,00	Aspal	Hotmix	-	-	-	-	-	-	-	-	01A, 03, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20	01A, 03, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20
9	014 13 K	KEC. BOGOR TENGAH	1.190	K	K-1	3/2	20,00	Aspal	Hotmix	1,50	U	B	1,50	U	0,50	BK	S	01, 07, 02, 03, 08, 04, 10, 06, 13, 05, 18, 01, 07, 02, 03, 10	01, 07, 02, 03, 08, 04, 10, 06, 13, 05, 18, 01, 07, 02, 03, 10
10	031 21 K	KEC. BOGOR TENGAH	657	N	K-1	3/2	19,00	Aspal	Hotmix	2,00	U	S	2,00	U	0,50	BK	S	01, 07, 02, 03, 08, 04, 10, 06, 13, 05, 18, 01, 07, 02, 03, 10	01, 07, 02, 03, 08, 04, 10, 06, 13, 05, 18, 01, 07, 02, 03, 10
11	071 11 K	KEC. BOGOR TENGAH	730	N	K-1	3/1	15,00	Aspal	Hotmix	1,50	U	B	1,50	U	0,50	BK	S	01, 07, 02, 03, 08, 04, 10, 06, 13, 05, 18, 01, 07, 02, 03, 10	01, 07, 02, 03, 08, 04, 10, 06, 13, 05, 18, 01, 07, 02, 03, 10
12	071 13 K	KEC. BOGOR TENGAH	600	N	K-1	2/2	25,00	Aspal	Hotmix	4,00	U	B	4,00	U	0,80	BK	B	01, 07, 02, 03, 08, 04, 10, 06, 13, 05, 18, 01, 07, 02, 03, 10	01, 07, 02, 03, 08, 04, 10, 06, 13, 05, 18, 01, 07, 02, 03, 10
13	121	KEC. TANAH SAREAL	7.946	N	K-1	1/2	14,00	Aspal	Hotmix	1,00	B	S	1,00	B	1,00	BK	B	01, 07, 02, 03, 08, 04, 10, 06, 13, 05, 18, 01, 07, 02, 03, 10	01, 07, 02, 03, 08, 04, 10, 06, 13, 05, 18, 01, 07, 02, 03, 10
JUMLAH TOTAL :																			16, 19, 20

Keterangan:
Status :
N = Nasional
P = Propinsi
K = Kota

Kondisi Perkerasan :
BS = Baik Sekali (Mantap dapat dilalui kendaraan dengan kec. > 60 Km/jam)
B = Baik (Tidak berbintang, dapat dilalui kendaraan dengan kec. 40 - 60 Km/jam)
S = Sedang (Agak bergeombang/bertubang, dapat dilalui kendaraan dengan kecepatan 20 - 40 Km/jam)
R = Rusak (Banyak lubang, dapat dilalui kendaraan dengan kec. 10 - 20 Km/jam)
RB = Rusak Berat (Parah, dapat dilalui kendaraan dengan kec. < 10 Km/jam)

Fungsi :
A = Arteri
K-1 = Kolektor 1
K-2 = Kolektor 2
K-3 = Kolektor 3
L-1 = Jalan Lokal
L-2 = Jalan Lingkungan

Jenis Trotoar :
B = Beton
U = Ubin / Keramik
K = Kerikil / Batu
C = Conblock
R = Runtup

Jenis Saluran :
BK = Batu Kali
B = Beton
G = Gravel
T = Tanah

Kondisi Saluran/Trotoar :
B = Baik
S = Sedang
R = Rusak
RB = Rusak Berat

Rule Angkut Berat :
Ada = V
Tidak ada = -



TAHUN
2007
2008



Lampiran 7. Hasil Analisis Kualitas Udara Ambien di Kota Bogor

HASIL ANALISIS KUALITAS UDARA AMBIEN DI KOTA BOGOR

NO.	LOKASI	TAHUN	NO2 ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	SO2 ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	CO ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	H2S ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	NH3 ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	HC ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	O3 ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	Pb ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	Debu ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	Kebisingan (dba)
			150	365	10000	24	2	160	235	2	230	60
1	Pertigaan Plaza Bogor/Klenteng	2004	94,16	31,32	1125,00	2,35	0,056	17,35	45,04	1,15	159,70	79,7-79,2
		2003	179,4	41,77	1042,65	6,74	0,09	15,04	11,7	0,86	244,47	85,4-75,2
		2002	81,86	32,68	417,71	5,66	-	9,48	9,71	0,05	145,01	81,9-78,2
2	Pertigaan J.L. Pengadilan	2004	126,63	21,84	885,75	2,36	0,055	14,23	21,55	0,78	148,40	74,6-78,2
		2003	51,05	30,73	612,25	4,23	0,08	12,26	15,32	0,79	207,69	87,2-72
3	Pertigaan Tugu Kujang	2004	120,82	21,65	750,00	3,11	0,034	12,22	23,36	0,99	116,90	72,6-76,8
		2003	64,97	31,62	645,24	2,36	0,12	10,24	14,42	0,96	115,34	58,8-76,4
		2002	74,25	22,28	511,39	4,53	0,002	11,38	2,21	0,09	139,11	63,4-81,4
		2001	15,22	3,21	-	3,17	0,01	-	-	-	200	-
		2000	-	2,3	2,5	-	4,9	-	1,0,12	0,160	0,048	88,8
4	Pertigaan Pancasan/Pangkalan Bemo	2004	98,68	20,00	745,66	0,87	0,049	12,54	12,62	1,05	210,90	71,4-74,2
		2003	92,81	29,66	771,40	-	0,04	11,12	12,74	0,98	278,7	64,2-74,3
		2002	88,68	22,68	514,5	9,06	0,004	10,75	1,32	0,11	483,76	79,7-87,5
		2001	22,31	15,29	-	7,28	0,09	-	-	-	175	70
		2000	3,1	3,7	3	-	9,7	-	0,18	-	0,102	86
5	Damaga	2004	52,04	17,96	635,55	0,96	0,037	8,45	13,02	0,60	94,40	69,4-72,6
		2003	49,5	39,15	601,2	2,16	0,03	9,74	12,19	0,63	126,63	60,7-76,2
		2002	81,86	32,68	417,71	5,66	-	9,48	9,71	0,05	145,01	61,9-78,2
6	Bubutak	2004	60,63	16,27	845,00	1,21	0,051	18,45	31,76	1,02	107,80	71,6-77,4
		2003	88,48	33,48	738,03	2,54	0,02	12,34	11,83	0,69	194,18	55,8-76,4
7	Jl. Baru Kemang/Batas kota Arah Tanah Sareal	2004	71,91	24,92	775,65	0,51	0,03	12,54	15,75	0,75	167,40	71,2-75,4
		2003	123,75	32,18	811,26	-	-	14,23	12,36	0,62	175,52	56,8-76,4
		2002	46,41	19,21	480,76	2,26	0,002	8,53	3,53	0,06	115,81	62,6-73,3
8	Kedung Halang/Ciluar	2004	50,94	21,19	725,00	-	0,028	12,05	25,15	0,87	154,40	72,8-78,1
		2003	154,69	34,36	821,56	4,76	0,06	9,74	10,23	1,04	467,37	62,4-76,8
		2002	57,54	25,14	413,47	6,79	-	10,47	0,88	0,08	174,79	65,6-82,0
9	Warung Jambu	2004	61,86	20,56	635,24	0,26	0,027	13,00	43,64	0,76	288,60	74,2-79,2
		2003	51,05	30,73	612,25	4,23	0,08	13,26	15,32	0,79	207,69	64,2-72,2
		2002	167,06	45,75	512,43	3,39	0,003	7,65	6,62	0,08	189,78	65,6-78,8
		2001	16,25	9,11	-	5,11	0,04	-	-	-	281	65
		2000	3,2	3,2	1	-	5,8	-	0,12	-	0,090	71,3
10	Pertigaan Jalan Mawar	2004	38,95	18,49	760,00	td	0,032	12,75	12,54	0,85	111,60	69,8-71,7
		2003	92,81	29,32	758,96	2,04	0,05	13,00	9,88	0,71	229	62,4-70,8
		2002	53,83	19,21	487,11	2,28	0,003	7,82	4,41	1,10	273,5	68,2-92,3
		2001	15,2	11,1	-	3,21	0,05	-	-	-	150	70
		2000	2,4	2,7	2	-	2,6	-	0,13	-	0,134	75,5
11	Pertigaan Jembatan Merah	2004	107,79	20,26	954,25	2,26	0,036	13,30	20,41	1,02	109,90	74,6-76,6
		2003	157,78	28,92	854,79	4,23	0,07	12,28	10,32	0,92	269,73	72,0-78,8
		2002	51,98	15,75	429,52	-	0,002	6,22	2,64	0,06	203,11	75,7-84,3
		2001	15,21	6,11	-	7,28	0,09	-	-	-	225	80
		2000	3,9	4,8	7	-	5,1	-	0,38	-	0,181	81,5
12	Taman Topi	2004	60,52	24,63	823,00	-	0,033	12,98	18,47	0,98	115,50	70,5-74,8
13	Balai Kota	2003	83,53	32,35	732,41	2,98	0,07	10,37	15,38	0,67	191,99	68,4-73,2
14	Giawi Batas Kota Arah Bogor Timur	2004	73,32	22,51	684,50	1,78	0,031	10,65	30,36	0,85	107,30	70,6-75,2
		2003	62,49	29,44	725,05	3,15	0,06	10,75	14,35	0,64	109,70	60,5-73,8
		2002	48,26	18,82	389,65	4,52	0,003	9,56	48,56	0,07	60,68	59,9-83,6



Lampiran 8. Hasil Pengujian Kualitas Udara Ambien di Kota Bogor Tahun 2005

HASIL PENGUJIAN KUALITAS UDARA AMBIEN DI KOTA BOGOR TAHUN 2005

NO.	LOKASI	NO2	SO2	CO	NH3	H2S	O3	HC	Pb	Debu	Kebisingan
		($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	ppm	($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	(dba)
		Baku Mutu									
		150	365	10000	2	24	235	160	2	230	60
1	Pertigaan Plaza Bogor/Klenteng	153,34	37,97	1644,50	0,060	3,63	43,40	18,54	2,24	223,33	72,4 - 80,4
2	Pertigaan JL. Pengadlian	92,18	22,40	1005,00	0,071	2,85	23,90	17,45	1,83	190,67	64,6 - 72,8
3	Pertigaan Tugu kujang	116,84	24,36	1154,50	0,031	3,26	25,56	17,84	2,16	214,67	74,4 - 82,1
4	Pertigaan Pancasan/Pangkalan Bemo	93,73	24,47	900,00	0,050	2,02	28,73	15,55	0,98	219,33	64,5 - 76,8
5	Darmaga	95,73	21,37	895,00	0,083	2,06	26,39	12,63	0,76	192,00	60,3 - 78,2
6	Pertigaan Bubulak-Sindang Barang	175,20	39,42	1544,00	0,072	1,85	51,93	17,24	2,03	460,00	55,2 - 74,7
7	Jl. Baru Kemang/Batas kota Arah Tanah	85,64	23,26	806,00	0,052	1,75	27,95	15,57	0,85	177,33	61,5 - 76,8
8	Ciluar (Batas Kota Arah Bogor Utara)	142,37	29,31	1005,74	0,051	1,85	26,95	15,81	1,78	372,00	70,4 - 83,2
9	Warung Jambu	150,50	27,17	1120,00	0,082	2,06	39,67	16,07	1,84	281,33	59,4 - 75,6
10	Pertigaan Jalan Mawar	79,91	20,16	965,00	0,036	2,23	25,25	16,78	1,32	194,67	65,4 - 74,8
11	Pertigaan Jembatan Merah	135,49	25	1105,00	0,108	3,22	32,65	17,24	1,47	165,33	71,0 - 75,6
12	Taman Topi	134,25	23,41	1095,00	0,086	3,08	30,76	16,95	1,42	116,67	62,4 - 74,8
13	Ciawi/ Batas Kota Arah Bogor Timur	90,19	23,4	875,00	0,024	1,53	24,91	15,5	1,65	114,67	59,8 - 80,5

Ket : Baku Mutu Udara Ambien berdasarkan PP No. 41 Tahun 1999

Baku Mutu Gas H₂S dan NH₃ dan kebisingan berdasarkan Surat Keputusan Gubernur Kepala Daerah Tk Jawa Barat No. 660.31/ SK/ 694-BKPM/D/82



UNIVERSITAS GADJAH MADA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN ILMU TANAH

Sekip Unit I Yogyakarta, 55281 Telp. 62-274-548814

Hasil Analisis Jaringan Order Sdr. Sarah Widyatami
Sebanyak 16 Contoh

Kode	C	BO	Kode	C	BO	Kode	C	BO
	%	%		%	%		%	%
1 I	49,70	85,69	1 II	49,49	85,33	1 III	49,50	85,34
2 I	51,84	89,38	2 II	51,65	89,05	2 III	51,59	88,95
3 I	50,94	87,83	3 II	51,00	87,93	3 III	50,87	87,70
4 I	55,58	95,83	4 II	55,59	95,84	4 III	56,01	96,57
5 I	55,49	95,67	5 II	55,50	95,69	5 III	55,00	94,83
6 I	49,24	84,89	6 II	49,24	84,89	6 III	49,50	85,34
7 I	49,58	85,48	7 II	49,51	85,36	7 III	49,06	84,58
8 I	54,09	93,26	8 II	54,01	93,12	8 III	54,00	93,10
9 I	53,46	92,17	9 II	53,87	92,88	9 III	53,88	92,89
10 I	52,65	90,77	10 II	52,69	90,84	10 III	52,76	90,96
11 I	50,05	86,29	11 II	50,05	86,29	11 III	50,00	86,21
12 I	49,34	85,07	12 II	49,49	85,33	12 III	49,53	85,39
13 I	52,45	90,43	13 II	52,55	90,60	13 III	52,44	90,41
14 I	54,89	94,64	14 II	55,00	94,83	14 III	55,00	94,83
15 I	54,50	93,96	15 II	54,50	93,96	15 III	54,49	93,95
16 I	55,30	95,34	16 II	55,30	95,34	16 III	54,99	94,81

Mengetahui,
Ketua Jurusan Ilmu Tanah,

Dr. Ir. Abdul Syukur, SU.

Yogyakarta, 14 April 2008
Ketua Komisi Pengabdian Masyarakat,

Dr. Ir. Benito H. Purwanto, M.Sc.

Lampiran 10. Hasil Analisis Statistik

Oneway

Warnings

Post hoc tests are not performed for Y Kandungan Karbon (%) because at least one group has fewer than two cases.

Descriptives

Y Kandungan Karbon (%)

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error
1 Vernicia montana	3	50.7300	1.08042	.62378
2 Litsea glutinosa	2	55.5300	.28284	.20000
3 Bombax valetonii	2	49.3550	.03536	.02500
4 Cananga odorata	3	53.4900	.69936	.40377
5 Ceiba pentandra	2	49.7400	.41012	.29000
6 Cyathocalyx sumatranus	1	52.4800	.	.
7 Polyalthia lateriflora	1	54.9600	.	.
8 Polyalthia longifolia	1	54.5000	.	.
9 Polyalthia sp. (Kalsel)	1	55.2000	.	.
Total	16	52.4406	2.40230	.60058

Descriptives

Y Kandungan Karbon (%)

	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
	Lower Bound	Upper Bound		
1 Vernicia montana	48.0461	53.4139	49.56	51.69
2 Litsea glutinosa	52.9888	58.0712	55.33	55.73
3 Bombax valetonii	49.0373	49.6727	49.33	49.38
4 Cananga odorata	51.7527	55.2273	52.70	54.03
5 Ceiba pentandra	46.0552	53.4248	49.45	50.03
6 Cyathocalyx sumatranus	.	.	52.48	52.48
7 Polyalthia lateriflora	.	.	54.96	54.96
8 Polyalthia longifolia	.	.	54.50	54.50
9 Polyalthia sp. (Kalsel)	.	.	55.20	55.20
Total	51.1605	53.7207	49.33	55.73

ANOVA

Y Kandungan Karbon (%)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	83.004	8	10.375	20.388	.000
Within Groups	3.562	7	.509		
Total	86.566	15			

Descriptives

Y Kandungan Karbon (%)

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error
1 1 - 6 meter	5	53.2520	2.12280	.94934
2 6.1 - 12 meter	9	51.6689	2.63805	.87935
3 12.1 - 18 meter	2	53.8850	.20506	.14500
Total	16	52.4406	2.40230	.60058

Descriptives

Y Kandungan Karbon (%)

	95% Confidence Interval for Mean			
	Lower Bound	Upper Bound	Minimum	Maximum
1 1 - 6 meter	50.6162	55.8878	50.94	55.73
2 6.1 - 12 meter	49.6411	53.6967	49.33	55.33
3 12.1 - 18 meter	52.0426	55.7274	53.74	54.03
Total	51.1605	53.7207	49.33	55.73

ANOVA

Y Kandungan Karbon (%)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	12.824	2	6.412	1.130	.353
Within Groups	73.742	13	5.672		
Total	86.566	15			

Descriptives

Y Kandungan Karbon (%)

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean	
					Lower Bound	Upper Bound
1 20	2	51.3150	.53033	.37500	46.5502	56.0798
2 31	2	54.8500	.49497	.35000	50.4028	59.2972
3 48	6	53.4600	2.35150	.96000	50.9923	55.9277
4 75	2	49.7400	.41012	.29000	46.0552	53.4248
5 76	2	53.8850	.20506	.14500	52.0426	55.7274
6 78	2	49.3550	.03536	.02500	49.0373	49.6727
Total	16	52.4406	2.40230	.60058	51.1605	53.7207

Descriptives

Y Kandungan Karbon (%)

	Minimum	Maximum
1 20	50.94	51.69
2 31	54.50	55.20
3 48	49.56	55.73
4 75	49.45	50.03
5 76	53.74	54.03
6 78	49.33	49.38
Total	49.33	55.73

Test of Homogeneity of Variances

Y Kandungan Karbon (%)

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3.198	5	10	.056

ANOVA

Y Kandungan Karbon (%)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	58.180	5	11.636	4.099	.028
Within Groups	28.386	10	2.839		
Total	86.566	15			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Y Kandungan Karbon (%)

LSD

(I) Group2 Umur	(J) Group2 Umur	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
1 20	2 31	-3.53500	1.68480	.062
	3 48	-2.14500	1.37563	.150
	4 75	1.57500	1.68480	.372
	5 76	-2.57000	1.68480	.158
	6 78	1.96000	1.68480	.272
2 31	1 20	3.53500	1.68480	.062
	3 48	1.39000	1.37563	.336
	4 75	5.11000*	1.68480	.013
	5 76	.96500	1.68480	.579
	6 78	5.49500*	1.68480	.009
3 48	1 20	2.14500	1.37563	.150
	2 31	-1.39000	1.37563	.336
	4 75	3.72000*	1.37563	.022
	5 76	-.42500	1.37563	.764
	6 78	4.10500*	1.37563	.014
4 75	1 20	-1.57500	1.68480	.372
	2 31	-5.11000*	1.68480	.013
	3 48	-3.72000*	1.37563	.022
	5 76	-4.14500*	1.68480	.034
	6 78	.38500	1.68480	.824
5 76	1 20	2.57000	1.68480	.158
	2 31	-.96500	1.68480	.579
	3 48	.42500	1.37563	.764
	4 75	4.14500*	1.68480	.034
	6 78	4.53000*	1.68480	.023
6 78	1 20	-1.96000	1.68480	.272
	2 31	-5.49500*	1.68480	.009
	3 48	-4.10500*	1.37563	.014
	4 75	-.38500	1.68480	.824
	5 76	-4.53000*	1.68480	.023



UNIVERSITAS
GADJAH MADA
LSD

KAJIAN SERAPAN KARBON OLEH DAUN BEBERAPA JENIS POHON DI RUAS JALAN PAJAJARAN KEBUN RAYA BOGOR

SARAH WIDYATAMI, Dr. Erny Poedjirahayu, Multiple Comparisons

Universitas Gadjah Mada, 2008 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

Dependent Variable: Y Kandungan Karbon (%)

		95% Confidence Interval	
(I) Group2	Umur	Lower Bound	Upper Bound
1 20	2 31	-7.2890	.2190
	3 48	-5.2101	.9201
	4 75	-2.1790	5.3290
	5 76	-6.3240	1.1840
	6 78	-1.7940	5.7140
	1 20	-.2190	7.2890
2 31	3 48	-1.6751	4.4551
	4 75	1.3560	8.8640
	5 76	-2.7890	4.7190
	6 78	1.7410	9.2490
	1 20	-.9201	5.2101
3 48	2 31	-4.4551	1.6751
	4 75	.6549	6.7851
	5 76	-3.4901	2.6401
	6 78	1.0399	7.1701
	1 20	-5.3290	2.1790
4 75	2 31	-8.8640	-1.3560
	3 48	-6.7851	-.6549
	5 76	-7.8990	-.3910
	6 78	-3.3690	4.1390
	1 20	-1.1840	6.3240
5 76	2 31	-4.7190	2.7890
	3 48	-2.6401	3.4901
	4 75	.3910	7.8990
	6 78	.7760	8.2840
	1 20	-5.7140	1.7940
6 78	2 31	-9.2490	-1.7410
	3 48	-7.1701	-1.0399
	4 75	-4.1390	3.3690
	5 76	-8.2840	-.7760
	1 20		

*. The mean difference is significant at the .05 level.



UNIVERSITAS
GADJAH MADA

KAJIAN SERAPAN KARBON OLEH DAUN BEBERAPA JENIS POHON DI RUAS JALAN PAJAJARAN KEBUN RAYA BOGOR

SARAH WIDYATAMI, Dr. Erny Poudjichono, M.P.

Universitas Gadjah Mada, 2008 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

Jenis		X1 Umur	X2 Jarak Pencemaran (m)	Y Kandungan Karbon (%)
1	1 Vernicia montana	48	7.42	49.56
2	1 Vernicia montana	20	2.13	51.69
3	1 Vernicia montana	20	1.90	50.94
4	2 Litsea glutinosa	48	5.27	55.73
5	2 Litsea glutinosa	48	10.16	55.33
6	3 Bombax valetonii	78	7.35	49.33
7	3 Bombax valetonii	78	7.35	49.38
8	4 Cananga odorata	76	16.65	54.03
9	4 Cananga odorata	76	16.65	53.74
10	4 Cananga odorata	48	4.30	52.70
11	5 Ceiba pentandra	75	7.10	50.03
12	5 Ceiba pentandra	75	6.60	49.45
13	6 Cyathocalyx sumatranus	48	7.20	52.48
14	7 Polyalthia lateriflora	48	6.25	54.96
15	8 Polyalthia longifolia	31	7.40	54.50
16	9 Polyalthia sp. (Kalsel)	31	3.17	55.20
Total	N	16	16	16

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
Y Kandungan Karbon (%)	52.4406	2.40230	16
X1 Umur	53.0000	20.93163	16
X2 Jarak Pencemaran (m)	7.3063	4.24863	16

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	X2 Jarak Pencemaran (m), X1 Umur	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: Y Kandungan Karbon (%)

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.650 ^a	.423	.334	1.95993

a. Predictors: (Constant), X2 Jarak Pencemaran (m), X1 Umur

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	36.629	2	18.314	4.768	.028 ^a
	Residual	49.937	13	3.841		
	Total	86.566	15			

a. Predictors: (Constant), X2 Jarak Pencemaran (m), X1 Umur

b. Dependent Variable: Y Kandungan Karbon (%)

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		t	Sig.
		B	Std. Error	Beta			
1	(Constant)	54.480	1.373			39.687	.000
	X1 Umur	-.094	.032	-.821		-2.964	.011
	X2 Jarak Pencemaran (m)	.405	.157	.715		2.583	.023

a. Dependent Variable: Y Kandungan Karbon (%)

