

# AMELIORASI IKLIM MELALUI ZONASI HUTAN KOTA BERDASARKAN PETA SEBARAN POLUTAN UDARA

## Climate Amelioration by Urban Forest Zonation Based on Air Pollutants Distribution Map

Siti Badriyah Rushayati, Endes N. Dahlan, dan Rachmad Hermawan

Staf Pengajar Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata

Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor

Kampus IPB Darmaga, Bogor, PO.BOX 168, Telp (0251)8621947

E-mail: rus\_badriyah@yahoo.co.id

### ABSTRACT

*Bandung regency is one of the cities with many environmental problems oc like other cities in Indonesia. These problems are the continues increasing the number and density of population, and the increasing increased industrial and transportation. On the other hard, the forest area and green open space in Bandung Regency continues to decline. This causes increased air pollution and air temperature. The problems can be sowed with micro climate reparation in Bandung regency using urban forest in order to improve the climate conditions (amelioration) efficiently and effectively.*

**Key words :** *urban forest, green open space, air pollution, air temperature*

### PENDAHULUAN

Kabupaten Bandung merupakan wilayah penyangga Kota Bandung yang saat ini terus berkembang. Perkembangan Kabupaten Bandung, menyebabkan di wilayah ini mengalami peningkatan jumlah penduduk, jumlah industri, transportasi dan luas kawasan terbangun. Hasil penelitian Tursilowati (2002), menyatakan bahwa pertumbuhan kawasan terbangun di Bandung per tahun kurang lebih 1.029 ha (0,36%). Perluasan *efek pulau bahang* (daerah dengan suhu tinggi 30-35°C) pada kawasan terbangun di pusat kota per tahun kira-kira 12.606 ha atau 4,47%.

Selain faktor antropogenik, efek pulau bahang di Kabupaten Bandung juga dipengaruhi oleh kondisi topografi yang

berupa cekungan sehingga pengenceran polutan udara tidak berjalan efektif melalui aliran udara (angin). Sebagai gambaran, hasil penelitian Soedomo (2001) menyatakan bahwa pembebanan SO<sub>4</sub> di Jakarta 4,34 kg/ha/thn, sedangkan di Kabupaten Bandung 5,37 kg/ha/thn. Emisi polutan udara antropogenik SO<sub>4</sub> di Jakarta 20.503 ton/tahun, dan Bandung 2.472 ton/tahun.

Konsentrasi polutan udara tinggi menyebabkan pancaran balik gelombang panjang dari permukaan bumi terperangkap polutan udara sehingga mengakibatkan kenaikan suhu udara. Kondisi ini akan menyebabkan terjadinya fenomena urban *heat island* (pulau bahang), yang suhunya lebih tinggi dibanding daerah sekitar sehingga menciptakan kondisi iklim perkotaan tidak

nyaman. Untuk mengatasi hal ini, perlu dilakukan pembangunan hutan kota yang disesuaikan dengan sebaran dan tingkat polutan udara sehingga hutan kota dapat meningkatkan kualitas udara dengan menjerap dan menyerap polutan udara serta dapat memperbaiki kondisi iklim di tempat tersebut.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menghasilkan luaran berupa zonasi hutan kota yang disesuaikan dengan kondisi setempat (topografi, cuaca dan iklim, tingkat pencemaran udara, letak sumber polutan, letak permukiman) sehingga peran hutan kota sebagai pengameliorasi iklim dapat berfungsi maksimal.

Penelitian ini sangat bermanfaat untuk memperbaiki kondisi iklim khususnya iklim mikro dan lokal Kabupaten Bandung melalui pembangunan zonasi hutan kota sehingga akan sangat membantu meningkatkan daya dukung lingkungan bagi masyarakat yang tinggal di dalamnya. Pembangunan hutan kota yang baik akan meningkatkan kualitas lingkungan, meningkatkan kesehatan dan kesejahteraan masyarakat serta data mendukung pemerintah daerah dalam mewujudkan kota hijau (*green city*) yang sekarang sedang gencar dicanangkan beberapa kota di Indonesia.

## **METODE PENELITIAN**

### **Lokasi dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Bandung dengan pertimbangan di kota tersebut merupakan daerah penyangga Kota Bandung serta mempunyai potensi polusi udara yang tinggi. Kabupaten Bandung terletak di Provinsi Jawa Barat, dengan ibu kota Soreang. Secara geografis, Kabupaten Bandung berada pada 6° 41' – 7° 19' Lintang Selatan dan diantara 107° 22' – 108° 5' Bujur Timur. Penelitian

dilakukan dari Bulan Juli sampai dengan bulan Oktober 2009.

### **Bahan dan Peralatan Penelitian**

Bahan dan peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah termometer air raksa untuk mengukur suhu udara, termometer bola kering-bola basah untuk mengukur kelembaban udara, imvinger air sampler (alat untuk mengambil sampel udara), GPS untuk menentukan posisi titik penelitian dan komputer beserta software arcview dan ERDAS IMAGINE 8.5 untuk analisis spasial citra landsat.

### **Metode dan Analisis Penelitian**

Zonasi hutan kota disusun berdasarkan peta sebaran polutan udara (CO, HC, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> dan PM10), data transportasi, industri dan peta penutupan lahan. Analisis data dilakukan dengan analisis citra landsat menggunakan software arcview 3.3 dan ERDAS IMAGINE 8.5. Berdasarkan peta penutupan lahan dan beberapa peta sebaran polutan udara serta data sekunder (jumlah kendaraan, industri, jumlah penduduk) serta RTRW (Rencana Tata Ruang Wilayah) dan kondisi hutan kota dan RTH (Ruang Terbuka Hijau) yang sudah ada dijadikan dasar penentuan zonasi hutan kota yang akan disusun.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Penutupan Lahan**

Hasil analisis penutupan lahan dengan menggunakan Citra Landsat tahun 2003 dan tahun 2006 disajikan pada Tabel 1. Dari tabel tersebut diketahui bahwa beberapa jenis penutupan lahan mengalami peningkatan diantaranya adalah lahan terbuka, permukiman, industri dan sawah. Sedangkan beberapa jenis penutupan lahan yang berkurang adalah hutan dan kebun campur.

Pengurangan luas hutan disebabkan oleh berubahnya hutan menjadi kebun campur dan lahan terbuka, sedangkan pengurangan kebun campur disebabkan adanya perubahan menjadi industri, permukiman dan sawah. Luas permukiman dan industri meningkat dengan mengurangi lahan sawah dan kebun campur.

### Transportasi dan Industri

Beberapa titik jaringan jalan di Kabupaten Bandung yang termasuk padat adalah di Jalan Kopo, Dayeuhkolot-Bojongsoang, Baleendah – Ciparay, Bojongsoang – Buahbatu, Pameungpeuk – Dayeuhkolot, Banjaran – Cimaung, Cibaduyut – Cangkuang, dan Cangkuang – Sayuran. Sedangkan jam padat kendaraan rata-rata terjadi pada pukul 06.00 – 08.00 WIB dan pukul 16.00 – 18.00 WIB.

Jumlah industri dari tahun 1998 sampai dengan tahun 2006 baik industri besar maupun sedang di Kabupaten Bandung terus meningkat. Jumlah industri besar pada tahun 1998 adalah sejumlah 331, sedangkan industri sedang sejumlah 350 (total 681 industri). Tahun 2006 meningkat menjadi 380 industri besar, 470 industri sedang, total 850 industri. Kondisi transportasi dan industri ini sangat mempengaruhi konsentrasi polutan udara ambien.

### Jumlah dan Kepadatan Penduduk

Dalam studi ini tidak semua kecamatan dikaji jumlah penduduknya, tetapi hanya pada kecamatan-kecamatan yang kondisi pencemaran udaranya tinggi atau mendekati ambang batas. Berdasarkan data tahun 2006, jumlah penduduk yang paling banyak terdapat di Kecamatan Baleendah dengan jumlah 178.060 jiwa, sedangkan jumlah penduduk yang paling rendah terdapat di Kecamatan Cangkuang dengan jumlah 56.638 jiwa.

Berdasarkan data jumlah penduduk dari tahun 2002 sampai tahun 2006, maka prosentase pertumbuhan penduduk kecamatan berkisar antara 0,4-8,0 %. Pertumbuhan penduduk terbesar terjadi pada Kecamatan Cileunyi (8,0 %), sedangkan pertumbuhan yang paling rendah terjadi pada Kecamatan Solokanjeruk (0,4 %). Prosentase pertumbuhan secara keseluruhan (18 kecamatan) mempunyai nilai 4,2 %.

### Kualitas Udara

#### *Konsentrasi CO*

Peta sebaran polutan CO berdasarkan data sekunder hasil pengukuran Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Bandung, serta hasil data primer pengukuran secara langsung di lapang disajikan pada Gambar

Tabel 1. Klasifikasi Tingkat Kesesuaian Lahan Berdasarkan Total Bobot x Skor

Jenis Penutupan Lahan	2003	2006	Keterangan
Hutan	52745.38	30454.1	berkurang
Industri	2236.34	2497.79	bertambah
Kebun campur	66404.87	54265.78	berkurang
Lahan terbuka	4834.52	8524.09	bertambah
Permukiman	17721.08	34191.16	bertambah
Sawah	23194.24	39444.09	bertambah

Sumber: hasil analisis

1. Dari peta tersebut diketahui bahwa konsentrasi polutan udara ambien di dekat sumber emisi transportasi (jalan raya, terminal) dan industri tinggi meskipun belum melampaui standar baku mutu kualitas udara. Di beberapa tempat sudah mendekati baku mutu, misalnya Kecamatan Cileunyi dan Rancaekek untuk konsentrasi CO. Wilayah lain meskipun belum mendekati standar baku mutu kualitas udara, tetapi sangat potensial menghasilkan CO adalah Kecamatan Dayeuhkolot, Margahayu, Margaasih, sebagian wilayah Soreang, sebagian Cangkuang, dan wilayah Kecamatan Pameungpeuk.

#### *Konsentrasi Hidrokarbon (HC)*

Konsentrasi hidrokarbon yang sudah mendekati baku mutu adalah Kecamatan Pacet, Majalaya dan Arjasari. Sedangkan wilayah potensial hidrokarbon tinggi adalah Kecamatan Dayeuhkolot, Margahayu, Margaasih, Baleendah, sebagian wilayah Soreang, sebagian Cangkuang, Majalaya, Cicalengka, Pameungpeuk, Ciparay, Solokanjeruk, Bojongsoang dan Cileunyi. Peta sebaran polutan hidrokarbon disajikan pada Gambar 2.

#### *Konsentrasi PM<sub>10</sub>*

Konsentrasi PM<sub>10</sub> yang sudah mendekati standar baku mutu kualitas udara adalah terdapat di area Kecamatan Majalaya. Sedangkan wilayah lain yang potensial tinggi adalah sebagian Kecamatan Pacet, Ciparay, Arjasari, sebagian Kecamatan Soreang, Margaasih, Margahayu, Dayeuhkolot dan Kecamatan Cileunyi. Peta sebaran polutan PM<sub>10</sub> disajikan pada Gambar 3.

#### *Konsentrasi Polutan SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> dan O<sub>3</sub>*

Konsentrasi polutan udara ambien dari ketiga parameter kualitas udara tersebut di seluruh wilayah Kabupaten Bandung masih termasuk rendah bahkan di beberapa titik tidak terdeteksi.

#### *Iklim Mikro*

Dari hasil pengukuran suhu udara di area hutan, hutan kota Pemda Kabupaten Bandung, kebun campur, sawah, area industri, pertokoan dan jalan raya, terlihat bahwa area bervegetasi suhu udaranya rendah. Sedangkan area terbuka tanpa vegetasi suhu udaranya lebih tinggi. Hal ini disebabkan karena vegetasi mengintersepsi radiasi surya serta memanfaatkan energi radiasi surya tersebut untuk proses fotosintesis dan juga untuk penguapan sehingga membantu dalam penurunan suhu udara lingkungan di sekitarnya. Selain dapat menurunkan suhu udara, vegetasi juga dapat meningkatkan kelembaban udara sehingga lingkungan lebih nyaman (Tabel 2).

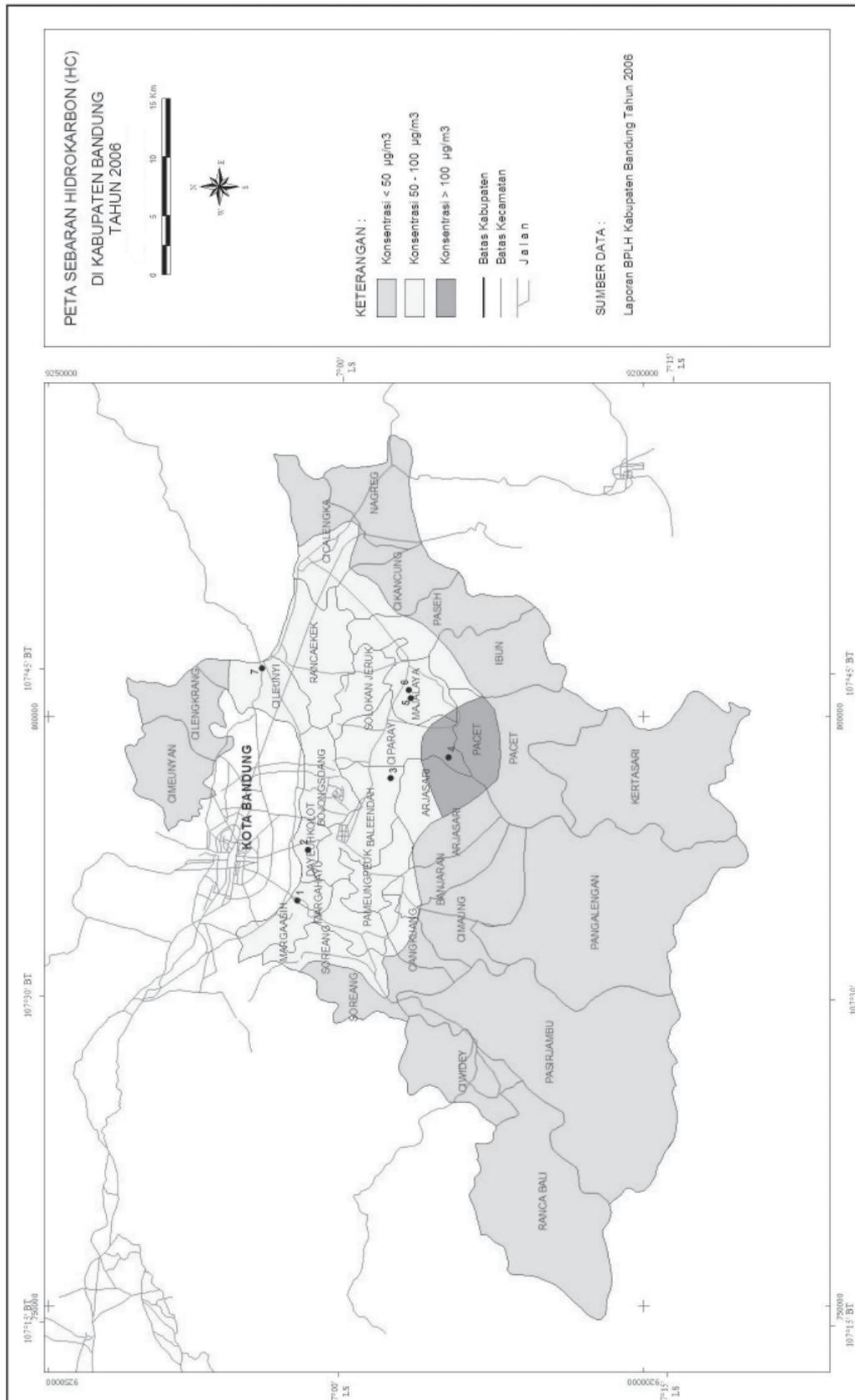
#### **Hutan Kota dan Ruang Terbuka Hijau Kabupaten Bandung**

Hutan kota merupakan area yang didominasi oleh tumbuhan berkayu (pohon) yang terletak di wilayah perkotaan yang dapat memberikan manfaat utama pada aspek pengendalian iklim mikro, *engineering* (rekayasa) dan estetika (keindahan). Hutan kota dapat diklasifikasikan menurut tipe dan bentuknya. Tipe hutan kota ditentukan berdasarkan tujuan pengelolaan dan obyek yang akan dilindungi, sedangkan bentuk hutan kota ditentukan berdasarkan kondisi bentuk lahan yang ada. Sebagai langkah awal terlebih dahulu dilakukan pengecekan sampel beberapa kondisi ruang terbuka hijau. Selanjutnya untuk area yang berupa hutan kota ditetapkan tipe dan bentuknya. Adapun hasil sampel lokasi ruang terbuka hijau yang terdapat di wilayah Bandung seperti tercantum pada Tabel 3.

#### **Zonasi Hutan Kota**

Zonasi hutan kota disusun berdasarkan hasil analisis sebaran polutan udara, tipe penutupan lahan, area industri, area per-





Sumber: hasil analisis

Gambar 2. Peta sebaran hidrokarbon Kabupaten Bandung



Tabel 2. Suhu udara dan kelembaban udara di beberapa tipe penutupan lahan

No.	Lokasi	Suhu Udara (°C)	Kelembaban Udara (%)
1.	Hutan (Kawah Putih)	19,1	89
2.	Kebun Campur	26,8	70
3.	Hutan kota Pemda Kabupaten Bandung	23,3	82
4.	Sawah	27,7	50
5.	Jl. Kopo Sayati	30,6	62
6.	Pertokoan	29,5	64
7.	Permukiman	28,2	68
8.	Industri	29,2	64

Sumber: hasil analisis

Tabel 3. Sampel Kondisi Ruang Terbuka Hijau yang terletak di wilayah Kabupaten Bandung

No	Lokasi	Jenis RTH	Tipe	Bentuk	Pohon Dominan
1.	PT Unilon	Hutan Kota	Industri	Jalur	Mahoni
2.	Kopo Sayati	Hutan Kota	Pusat Perdagangan	Jalur	Kamboja, Palm
3.	TPA Leuwigajah	Daerah terbuka tanpa vegetasi	-	-	-
4.	Kawah Putih	Hutan	-	-	Eucalyptus
5.	Kec. Pasir Jambu	Kebun Campur	-	-	Kersen, cabe, singkong, sawo walanda, lamtoro, sawo, suren, kayu manis, agatis, jati, kedelai, nangka
6.	Perumahan Griya Prima Asri	Hutan Kota	Permukiman	Jalur, tersebar	Angsana, jambu biji, jambu air, krey payung, karet kerbau, mahkota dewa
7.	Pemda Bandung (Soreang)	Hutan Kota	Pusat kegiatan	Menge- lompok	Bungur, mahoni, kayu afrika
8.	Depan Hotel Antik (Banjaran)	Sawah	-	-	Padi, pisang, kelapa

Sumber: hasil analisis

mukiman, jumlah penduduk dan data transportasi serta hasil pengukuran iklim mikro di beberapa tipe penutupan lahan. Zonasi hutan kota di Kabupaten dapat dibagi menjadi di 3 yaitu (1) zona 1 : area dimana konsentrasi polutan tinggi dan merupakan prioritas utama untuk segera dibangun hutan kota dengan pemilihan vegetasi yang disesuaikan dengan kondisi lingkungan sehingga dapat menjerap dan menyerap polutan dengan efisien dan efektif serta dapat mengameliiorasi kondisi iklim mikro perkotaan. Wilayah Kabupaten Bandung yang termasuk zona 1 yaitu terdiri dari Kecamatan Cileunyi, Rancaekek, Pacet, Majalaya dan Arjasari. (2) zona 2 : area dimana konsentrasi polutan udara sedang, sebaiknya segera dibangun hutan kota yang disesuaikan dengan kondisi lingkungan dan lahan yang ada. Zona 2 terdiri dari Kecamatan Baleendah, Kecamatan Dayeuhkolot, Margahayu, Margaasih, sebagian wilayah Soreang, sebagian Cangkuang, dan wilayah Kecamatan Pameungpeuk, Kecamatan Dayeuh-kolot, Margahayu, Baleendah, Cicalengka, Pameungpeuk, Ciparay, Solokanjeruk, Bojongsoang, Cileunyi dan Ciparay. (3) zona 3 : area dimana konsentrasi polutan udara rendah, akan lebih baik jika juga dibangun hutan kota karena efek dari area ini juga akan berdampak positif pada area sekitarnya walaupun kondisi kualitas udaranya masih cukup bagus. Zona 3 terdiri dari kecamatan yang tidak termasuk zona 1 dan zona 2.

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini antara lain: (1) wilayah Kabupaten Bandung yang termasuk zona 1 harus diprioritaskan untuk segera mempunyai hutan kota yang efisien dan efektif

dalam menurunkan polutan udara dan memperbaiki iklim mikro perkotaan. Sedangkan di zona 2, penting segera dibangun hutan kota agar kualitas udara dan kondisi iklim tidak menurun. Zona 3 terdiri dari kecamatan yang tidak termasuk zona 1 dan zona 2. Di wilayah ini perlu tetap dijaga RTH dan hutan kota yang telah ada agar kualitas lingkungan tetap baik. (2) vegetasi menciptakan iklim mikro yang nyaman dengan suhu udara rendah dan kelembaban udara tinggi. Urutan suhu udara dari yang terendah ke suhu udara tertinggi adalah sebagai berikut : hutan, hutan kota Pemda Kabupaten Bandung, kebun campur, permukiman, industri, pertokoan dan tertinggi adalah di jalan raya. Sebaliknya kelembaban udara terendah terukur di jalan raya dan terendah adalah di hutan. (3) hutan kota di Kabupaten Bandung sebaiknya dibangun sesuai dengan hasil zonasi hutan kota dengan prioritas utama adalah di zona 1, sedangkan bentuk, tipe dan jenis vegetasi hutan kota disesuaikan dengan kondisi yang ada.

Berdasarkan hasil temuan yang ada, maka dapat disarankan bahwa: (1) zonasi hutan kota dari hasil penelitian ini sebaiknya digunakan sebagai dasar perencanaan pembangunan hutan kota sehingga hutan kota dapat secara efektif menjerap dan menyerap polutan udara, meningkatkan kualitas udara, menurunkan suhu serta memperbaiki iklim di Kabupaten Bandung. (2) perlu penelitian lebih lanjut mengenai peta pergerakan aliran massa udara (angin) yang disesuaikan dengan kondisi topografi, sehingga akan dapat diperkirakan pergerakan aliran polutan udara. Hal ini penting untuk menentukan posisi hutan kota sebagai windbreak agar aliran udara yang sampai permukiman kualitas udaranya lebih baik serta lebih nyaman kondisi iklim mikronya.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat terlaksana dengan baik, atas bantuan dan kerjasama dari berbagai pihak. Oleh karenanya, penulis mengucapkan terimakasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional yang telah membiayai penelitian ini melalui Hibah Kompetitif

Penelitian sesuai Prioritas. Dekan Fakultas Kehutanan IPB serta Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat IPB yang telah memberikan dukungan penuh atas terlaksananya kegiatan penelitian kami. Pemerintah Daerah Kabupaten Bandung yang telah mengizinkan dan membantu dalam proses pengumpulan data selama penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Brack, C.L. (2002) Pollution mitigation and carbon sequestration by an urban forest. *Environ Pollut.* vol. 116, pp. 195-200
- Cavanagh, J. A. E., Zawar-Reza P., Wilson J. G. (2009) Spatial attenuation of ambient particulate matter air pollution within an urbanised native forest patch. *Urban Forestry & Urban Greening.* vol. 8, pp. 21-30.
- Dahlan, E.N. (2004) Membangun Kota Kebun (Garden City) Bernuansa Hutan Kota. Bogor: Kerjasama IPB Press dengan Sekolah Pascasarjana IPB.
- Dahlan, E.N. (2007) Analisis Kebutuhan Luasan Hutan Kota sebagai Sink Gas CO<sub>2</sub> Antropogenik dari Bahan Bakar Minyak dan Gas di Kota Bogor dengan Pendekatan Sistem Dinamik. *Disertasi.* Program Studi Ilmu Pengetahuan Kehutanan, Sekolah Pascasarjana. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Elegem, E., Muys, dan Lust (2002) Sebuah Metodologi untuk Menentukan Lokasi Terbaik untuk Hutan Kota Baru dengan Menggunakan Analisis Multi Kriteria.
- Fakuara, Y., Sadan, W., Bambang, P., dan Soedaryanto (1987) *Konsepsi Pengembangan Hutan Kota.* Fakultas Kehutanan, Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Grey, G.W. dan Deneke, F.I. (1978) *Urban Forestry.* New York: John Wiley and Sons.
- Irwan, Z.D. (2005) *Tantangan lingkungan dan Lanskap Hutan Kota.* Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Murdiyarso, D. (2003) *Sepuluh Tahun Perjalanan Negosiasi Konvensi Perubahan Iklim. Kerjasama Institut Pertanian Bogor dengan Wetlands International.* Jakarta: PT. Kompas Media Nusantara.
- Sarkar, H. (2004) *Study of landcover and population density influences on urban heat island in tropical cities by using remote sensing and GIS. A methodological consideration.* Jakarta: 3rd FIG Regional Conference.
- Soedomo, M. (2001) *Pencemaran Udara .* Bandung: Penerbit ITB Bandung.

- Tashiro Y. 2009. Green Networking as an Appropriate Urban Greening Method to the Green City. The International Symposium of Green City. August 10-11, 2009. IPB Internatinal Convenstion Center. Bogor
- Tursilowati L. 2002. Urban heat island dan kontribusinya pada perubahan iklim dan hubungannya dengan perubahan lahan. Seminar Nasional Pemanasan Global dan Perubahan Global . Fakta, mitigasi, dan adaptasi. Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer dan Iklim LAPAN, ISBN : 978-979-17490-0-8 : 89-96.

Lampiran 1. Suhu udara ( °C) dari pukul 9.40 – 10.05 WIB di beberapa titik pengukuran

Lokasi	Waktu Pengukuran						Rata-Rata	Keterangan
	1	2	3	4	5	6		
Hutan (Kawah Putih)	19,8	19,5	19,1	18,0	18,9	19,2	19,1	cerah
Kebun Campur	27,5	27,0	27,0	26,0	26,5	27,0	26,8	cerah
Jl. Kopo Sayati	30,0	30,3	30,5	30,5	31,0	31,0	30,6	cerah
Pertokoan	29,0	29,0	29,0	30,0	30,0	30,0	29,5	cerah
Permukiman	27,5	27,5	28,0	28,5	28,5	29,0	28,2	cerah
Sawah	27,5	27,0	28,0	28,0	28,0	27,5	27,7	cerah
Industri	28,2	28,8	29,2	29,2	30,8	29,0	29,2	cerah

Lampiran 2. Kelembaban udara (%) dari pukul 9.40 – 10.05 WIB di beberapa titik pengukuran

Lokasi	Waktu Pengukuran						Rata-Rata	Keterangan
	1	2	3	4	5	6		
Hutan (Kawah Putih)	89	86	88	93	88	88	89	cerah
Kebun Campur	70	70	68	75	72	67	70	cerah
Jl. Kopo Sayati	66	62	63	63	57	60	62	cerah
Pertokoan	68	64	63	64	63	62	64	cerah
Permukiman	70	70	67	71	64	64	68	cerah
Sawah	57	50	45	47	45	45	50	cerah
Industri	67	66	65	63	62	60	64	cerah