

KARAKTER FISIK POHON DAN PENGARUHNYA TERHADAP IKLIM MIKRO (Studi Kasus di Hutan Kota dan RTH Kota Semarang)

Physical Characters of Trees And Their Effects on Micro-Climate (Case Study at Urban Forest and Green Open Space at Semarang City)

Endes N Dahlan

Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata
Fakultas Kehutanan, Kampus IPB, Darmaga Bogor
e-mail: endesndahlan@gmail.com

ABSTRACT

*Air temperature in cities are increasing which can cause reduce the human comfort and productivity. Urban forest can make the environment comfortable. The objective of the research were: (1). To Determine the effects of urban forest on air temperature and relative humidity, (2). To analyze the effects of physical characters of trees on the micro-climate amelioration and (3). To Determine species of trees which are very effective for micro-climate amelioration. The results of the research revealed that the average of daily air temperature in the urban forest was 30.2°C with a relative humidity of 74.0%, while the daily air temperature around the urban forest was 31.8°C with relative humidity of 71.1%. Tree composition of all study sites consist of 192 trees, 29 species and 13 families. The Tinjomoyo Forest Tourism has the highest density of trees (406 trees/ha), while the lowest in the Parks Minister Supeno (316 trees/ha). Value of Key Performance Indicator (KPI) of trees based on calculation of tall of trees, diameter of canopies, total leaves area and canopy forms noticed that very effective trees for micro-climate amelioration were: Angsana (*Pterocarpus indicus*), beringin (*Ficus benjamina*), flamboyan (*Delonix regia*), ketapang (*Terminalia catappa*), mahoni (*Swietenia mahogany*), and trembesi (*Albizia saman*).*

Keywords: Urban forest, micro-climate amelioration, Key Performance Indicator (KPI)

ABSTRAK

*Suhu udara di beberapa kota menunjukkan peningkatan yang dapat menyebabkan berkurangnya kenyamanan dan produktivitas manusia. Pada kondisi ini, keberadaan Hutan kota dapat penting untuk membuat lingkungan nyaman ditinggali. Tujuan dari penelitian ini adalah: (1). Untuk menentukan efek dari hutan kota di suhu udara dan kelembaban relatif, (2). Untuk menganalisis efek dari karakter fisik pohon terhadap ameliorasi iklim mikro, dan (3). Untuk menentukan jenis pohon yang sangat efektif untuk ameliorasi iklim mikro. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata suhu udara harian di hutan kota adalah 30.2°C dengan kelembaban relatif 74.0%, sedangkan suhu udara harian sekitar hutan kota adalah 31.8°C dengan kelembaban relatif 71,1%. Komposisi pohon dari semua lokasi penelitian terdiri dari 192 pohon, 29 jenis dan 13 keluarga. Hutan Wisata Tinjomoyo memiliki kepadatan tertinggi pohon (406 pohon / ha), sedangkan terendah di Taman Menteri Supeno (316 pohon/ha). Nilai Key Performance Indicator (KPI) pohon berdasarkan perhitungan tinggi pohon, diameter kanopi, daun total luas dan bentuk kanopi menunjukkan bahwa pohon-pohon yang sangat efektif untuk ameliorasi iklim mikro adalah: Angsana (*Pterocarpus indicus*), beringin (*Ficus benjamina*), flamboyan (*Delonix regia*), ketapang (*Terminalia catappa*), mahoni (*Swietenia mahogany*), and trembesi (*Albizia saman*).*

Kata Kunci: hutan perkotaan, ameliorasi iklim mikro, Key Performance Indicator (KPI)

PENDAHULUAN

Kota Semarang merupakan pusat pemerintahan, permukiman, pendidikan, dan perdagangan yang membutuhkan kualitas lingkungan yang baik (Dahlan, 1992). Laju pertumbuhan penduduk sebesar 1,4% per tahun pada periode tahun 2005-2009 dengan jumlah penduduk pada tahun 2009 sebanyak 1.506.924 jiwa dan tahun 2010 mencapai 1.555.984 jiwa (BPS Kota Semarang, 2009 dan 2010). Jumlah penduduk yang terus bertambah mengakibatkan kebutuhan lahan terbangun meningkat sementara RTH menurun (Dahlan, 2011). Waluyo (2009) menyatakan dalam 5 tahun terakhir lahan terbangun mengalami peningkatan sebesar 3.660,17 Ha (8,06%), sementara RTH mengalami penurunan sebesar 3.628,2 Ha (9,37%). Hal ini akan memperburuk kualitas lingkungan hidup Kota Semarang yang antara lain ditunjukkan dengan terjadinya peningkatan suhu udara kota.

Data iklim Kota Semarang pada kurun waktu 5 tahun terakhir ini menyatakan suhu udara mengalami peningkatan dari 25,8°C menjadi 26,8°C untuk suhu minimal dan suhu maksimal dari 29,3°C menjadi 30,2°C (BMKG Kota Semarang, 2012), padahal rerata suhu udara di Indonesia yang ideal berkisar 22,0-24,5 °C di dataran tinggi dan 24,5-27,0 °C di dataran rendah (Dahlan, 2004). Suhu udara yang terlalu tinggi dapat mempengaruhi kenyamanan dan produktivitas manusia. Oleh sebab itu, suhu udara di beberapa kota yang berkecenderungan naik harus diturunkan (Badriyah dkk 2010 dan 2011). Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan membangun hutan kota (Dahlan. 1992 dan 2004).

Karakteristik pohon seperti tinggi pohon, lebar tajuk dan kerindangannya diduga mempunyai peran dalam memanipulasi

iklim mikro. Hingga saat ini belum banyak penelitian tentang nilai kuantitatif karakteristik pohon untuk ameliorasi iklim mikro.

Penelitian ini bertujuan: (1) mengkaji kondisi ameliorasi iklim mikro di setiap wilayah hutan kota, (2) mengevaluasi karakter fisik pohon: tinggi, diameter tajuk, kerindangan, luas tajuk serta leaf area indeks dikaitkan dengan manfaat ameliorasinya, (3) menentukan jenis pohon peneduh yang efektif untuk pengelolaan iklim mikro.

METODE PENELITIAN

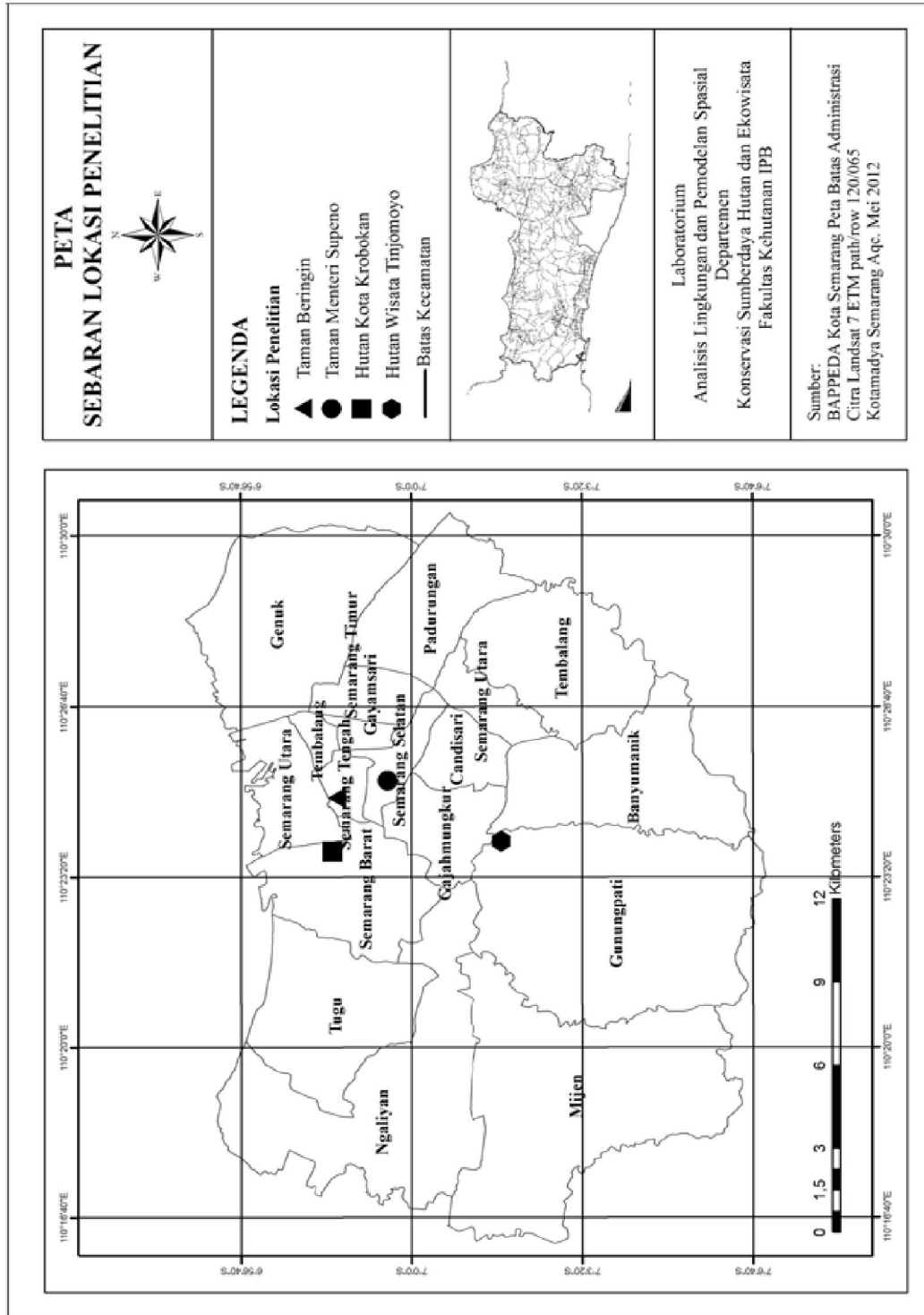
Penelitian dilaksanakan pada bulan September-Desember 2012 di Taman Menteri Supeno (0,95 ha), Taman Beringin (0,29 ha), Hutan Kota Krobokan (1,30 ha) dan Hutan Wisata Tinjomoyo (57,5 ha). Lokasi sebarannya dapat dilihat pada Gambar 1. Peralatan yang digunakan: meteran, *thermo hygrometer*, GPS (*Global Positioning System*), *hemispherical view canopy analyzer*, serta software (*ArcGIS Versi 9.3*, *ERDAS Imagine 9.1*, *Hemiview 2.1*, *Minitab 14*, *Microsoft Excel 2007*, dan *Microsoft Word 2007*).

Pengukuran Suhu dan Kelembaban Udara

Pengukuran suhu dan kelembaban udara dilakukan di dua plot, yaitu di dalam hutan kota dan di sekitar hutan kota berjarak 50 m dari tepi hutan kota. Data diambil pukul 07.00-08.00, siang pukul 13.00-14.00 WIB dan sore pukul 17.00-18.00 WIB. Nilai suhu dan kelembaban udara harian dihitung dengan rumus menurut Tjasjono (1999).

Analisis Vegetasi Pohon

Parameter karakteristik fisik pohon yang diukur: tinggi pohon (Tph), tinggi bebas cabang (Tbc), diameter, luas proyeksi tajuk,



Gambar 1. Peta Sebaran Hutan Kota yang Menjadi Lokasi Penelitian

dan *leaf area index* (LAI). Pohon contoh pada titik pusat kuadran di sepanjang jalur transek dengan jarak antar plot 10 m. Setiap jalur transek berjarak 30 m. Tiap titik pengukuran membentuk 4 buah kuadran. Tiap kuadran dipilih satu pohon yang letaknya paling dekat dengan titik pengukuran. Pengukuran dan penilaian hanya dilakukan terhadap keempat pohon yang terpilih (Kusmana 1997 diacu dalam Indriyanto 2008).

Luas proyeksi tajuk dihitung menggunakan rumus menurut Loveless (1989) diacu dalam Septiyani (2010). Perhitungan luas tajuk menggunakan rumus berikut:

$$\text{Luas Proyeksi Tajuk} \times \text{LAI}$$

Perhitungan kerapatan pohon menggunakan rumus menurut Kusmana (1997) diacu dalam Indriyanto (2006).

Evaluasi Fungsi Modifikasi Suhu Udara

Metode evaluasi dilakukan dengan menggunakan skoring. Evaluasi dilakukan melalui pengamatan karakter fisik pohon. Pemberian skor berkisar 1 - 4, skor kesesuaian didefinisikan sebagai berikut: sangat sesuai diberi skor 4, sesuai diberi skor 3, kurang sesuai diberi skor 2, dan tidak sesuai diberi skor 1.

Tingkat kesesuaian tiap karakter fisik pohon diklasifikasikan berdasarkan skala numerik yang dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Walpole 1982):

$$R_s = \frac{(m - n)}{b}$$

Keterangan:

- Rs = Rentang skala
- m = Skor tertinggi
- n = Skor terendah
- b = Jumlah kelas (dalam penelitian ini digunakan skala maksimal 4)

Karakteristik fisik pohon untuk setiap parameter pohon di setiap lokasi dianalisis dengan perhitungan yang diacu dalam Aprilis (2011), yaitu sebagai berikut:

$$P_{i(x)} = \frac{JP}{TI} \times 100\%$$

Keterangan:

- P_i = Parameter vegetasi pohon (tinggi total, tinggi bebas cabang, luas tajuk, bentuk tajuk, dan massa daun)
- x = 4 (sangat sesuai), 3 (sesuai), 2 (kurang sesuai), dan 1 (tidak sesuai)
- JP = Jumlah pohon yang memiliki skor (x) tiap lokasi penelitian
- TI = Total individu pohon tiap lokasi penelitian

Kelas efektifitas vegetasi untuk ameliorasi iklim mikro ditentukan dengan perhitungan:

$$TK = \frac{\sum_{i=1}^5 (P_{i(3)} + P_{i(4)})}{\sum_{i=1}^5 (P_{i(1)} + P_{i(2)} + P_{i(3)} + P_{i(4)})}$$

Keterangan:

- TK = Tingkat Kelas Efektifitas
- $P_{i(1)}$ = Parameter vegetasi dengan skor tidak sesuai
- $P_{i(2)}$ = Parameter vegetasi dengan skor kurang sesuai
- $P_{i(3)}$ = Parameter vegetasi dengan skor sesuai
- $P_{i(4)}$ = Parameter vegetasi dengan skor sangat sesuai
- i = 1 (Tinggi total), 2 (Tinggi bebas cabang), 3 (luas tajuk), 4 (bentuk tajuk), dan 5 (massa daun)

Penentuan Jenis Pohon yang Efektif Untuk Ameliorasi Iklim Mikro

Efektifitas jenis pohon untuk ameliorasi

iklim mikro dihitung nilai KPI nya (*Key Performance Indicator*) (Hidayat, 2008):

$$KPI = \frac{\sum \text{Skor}}{\sum \text{Skor maksimal}} \times 100\%$$

Jika nilai $\leq 40\%$ dinyatakan tidak efektif, 41-60% dinyatakan kurang efektif, 61-80% dinyatakan efektif dan jika $>81\%$ dinyatakan sangat efektif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Iklim Mikro di Dalam vs di Luar Kawasan Hutan Kota

Hasil pengukuran suhu udara harian di dalam hutan kota diperoleh rata-rata sebesar 30°C dengan kelembaban udara sebesar 74%, sementara suhu udara harian di sekitar hutan kota diperoleh 31°C dengan kelembaban udara sebesar 71%. Skala kualitas suhu udara menurut Kusmir *et al.* (2005) diacu dalam Setyowati dan Sedyawati (2010) menyatakan suhu udara harian di dalam hutan kota termasuk kategori panas dengan skala berkisar $29-30^{\circ}\text{C}$, sedangkan suhu udara harian di sekitar hutan kota termasuk kategori sangat panas dengan skala $e^{\circ} 31^{\circ}\text{C}$. Kelembaban udara harian di dalam maupun sekitar hutan kota termasuk kategori agak kering dengan skala berkisar 70-75%.

Hasil pengukuran suhu dan kelembaban udara diketahui Taman Beringin memiliki suhu udara tertinggi (32°C) dan kelembaban udara terendah (RH=71%) diantara ke tiga lokasi lainnya, sementara Hutan Wisata Tinjomoyo memiliki suhu udara terendah (29°C) dan kelembaban udara yang sama tingginya dengan Hutan Kota Krobokan (76%). Perbedaan suhu udara Taman Beringin dan Hutan Wisata Tinjomoyo nampaknya dipengaruhi oleh

luas areal lokasi. Taman Beringin memiliki luasan 0,29 ha, sementara Hutan Wisata Tinjomoyo 57,5 ha.

Jenis pohon yang paling baik (sangat sesuai) dalam memberikan keteduhan memiliki total nilai KPI lebih dari 85%. Jenis pohon yang sangat sesuai adalah: angsa (*Pterocarpus indicus*), beringin (*Ficus benjamina*), flamboyan (*Delonix regia*), ketapang (*Terminalia catappa*), mahoni daun kecil (*Swietenia mahagoni*), dan trembesi (*Albizia saman*). Trembesi (*Albizia saman*) merupakan jenis pohon yang memenuhi standar penilaian tertinggi dalam memberikan keteduhan. Tajuknya melebar, rapat dan rimbun, sehingga area yang terlindungi dari sinar matahari cukup luas.

Tingkat kenyamanan Hutan Kota Krobokan dan Hutan Wisata Tinjomoyo pada kategori agak nyaman (IK=9), sedangkan Taman Menteri Supeno dan Taman Beringin pada kategori kurang nyaman (IK=7). Dahlan (2004) menyatakan bahwa kondisi hutan kota yang dinyatakan sejuk dan nyaman apabila IK menunjukkan kisaran 13-15, dengan suhu udara ideal $22-24,5^{\circ}\text{C}$.

Persamaan regresi y_1 (suhu udara) = $32,9 - 0,0014 x_1$ (kerapatan) - $0,000266 x_2$ (luas tajuk) ($R^2 = 0,943$) dan y_2 (kelembaban udara) = $67,1 + 0,0115 x_1$ (kerapatan) + $0,000379 x_2$ (luas tajuk) ($R^2 = 0,729$). Dari kedua persamaan ini dapat dinyatakan bahwa suhu dan kelembaban udara di dalam ekosistem hutan kota dipengaruhi oleh kerapatan pohon dan luas tajuknya. Dari persamaan ini kita dapat menghitung untuk menurunkan suhu udara hingga 4°C dibutuhkan luas tajuk sebesar 19.927 m^2 sama dengan 720 pohon, sedangkan kemampuan hutan kota dalam menurunkan suhu minimal 1°C dibutuhkan luas tajuk 3.623 m^2 sama dengan 131 pohon.

Analisis Vegetasi dan Karakter Fisik Pohon Vs Ameliorasi Iklim Mikro

Analisis vegetasi pohon pada seluruh lokasi penelitian sebanyak 192 pohon, 29 jenis, dan 13 famili. Hasil pengukuran menunjukkan kerapatan tertinggi pada Hutan Wisata Tinjomoyo, yaitu 406 pohon/ha, sementara kerapatan terendah pada Taman Menteri Supeno, yaitu 316 pohon/ha.

Hasil pengukuran karakter fisik pohon menunjukkan LAI tertinggi 1,683 pada Hutan wisata Tinjomoyo dan terendah 1,042 pada Taman Menteri Supeno. Hutan Wisata Tinjomoyo memiliki luas tajuk terbesar, yaitu 13.265,32m², sedangkan luas tajuk terkecil pada Taman Beringin sebesar 2.568,95m². Semakin besar luas tajuk maka kemampuan hutan kota dalam memperbaiki iklim mikro juga akan semakin tinggi (Wood 2001 diacu dalam Wawo 2010).

Fungsi modifikasi suhu udara berdasarkan karakter tinggi pohon di seluruh lokasi dapat berjalan efektif, karena rerata tinggi pohon pada seluruh lokasi 7,48 m. Rerata tinggi bebas cabang pohon pada seluruh lokasi sebesar 2,93 m.

Nilai rerata LAI Hutan Wisata Tinjomoyo, Hutan Kota Krobokan, Taman Menteri Supeno, dan Taman Beringin reratanya berturut-turut 1,683, 1,549, 1,443 dan 1,386. Dengan tingginya nilai LAI yang akan menghalangi sinar matahari, sehingga dapat mendeduhi bagian bawah pohon. Sementara bentuk tajuk *spreading*, *dome*, *globular*, dan *irregular* efektif dalam menurunkan suhu udara (Vitasari 2004).

Hubungan antara suhu dan nilai KPI menurut persamaan $Y = 40,0 - 0,154 X$ ($R^2 = 0,91$). Dari persamaan ini dapat dinyatakan bahwa hubungan antara suhu udara dan nilai KPI sangat tinggi.

Hasil penilaian tiap jenis pohon mengguna-

kan parameter karakter fisik pohon, diperoleh 6 jenis sangat sesuai, 15 jenis sesuai, 7 jenis kurang sesuai, dan 1 jenis tidak sesuai sebagai peneduh. Jenis pohon dengan kategori sangat sesuai dengan nilai KPI >81% adalah: angsana (*Pterocarpus indicus*), beringin (*Ficus benjamina*), flamboyan (*Delonix regia*), ketapang (*Terminalia catappa*), mahoni daun kecil (*Swietenia mahagoni*), dan trembesi (*Albizia saman*). Pohon yang sangat sesuai di 4 lokasi hutan kota berdiameter 60,2 cm, rerata tinggi 8,49 m dan tinggi bebas cabang 3,61 m dengan bentuk *spreading*, *dome*, maupun *pagoda*, serta berkanopi besar dan melebar dengan rata-rata luas tajuk sebesar 331,53 m². Daun massif dan rindang dengan rerata LAI sebesar 1,646.

Pohon dengan kategori sesuai berdasarkan penilaian KPI (61-80%) berdiameter 50,32 cm, rerata tinggi 7,55 m dan tinggi bebas cabang 3,15 m. Sebagian besar pohon memiliki tajuk berbentuk *globular* dan berkanopi sedang hingga besar dengan rerata luas tajuk 152,54 m². Nilai LAI sebesar 1,423. Ada 5 jenis pohon yang tergolong dalam kategori ini: asam keranji (*Dialium indum*), krey payung (*Filicium decipiens*), randu (*Ceiba pentandra*), mangga (*Mangifera indica*), dan sawo kecil (*Manilkara kauki*).

Jenis pohon kurang sesuai yaitu yang memiliki nilai KPI (41-60%) yaitu: bacang (*Mangifera foetida*), bunga kupu-kupu (*Bauhinia purpure*), jamblang (*Syzygium cumini*), jambu air (*Syzygium aqueum*), pinus (*Pinus merkusii*), mengkudu (*Morinda citrifolia*), dan sukun (*Artocarpus communis*). Sedangkan jenis dengan nilai KPI kurang dari 40% adalah jenis dengan kategori tidak sesuai yakni dadap merah (*Erythrina cristagalli*). Pohon ini memiliki ciri fisik berupa diameter sebesar 20 cm, tinggi mencapai 5,40 m dan tinggi bebas cabang mencapai 1,73 m. Pohon memiliki tajuk berbentuk *irregular*, serta berkanopi sempit dengan luas

tajuk sebesar 49,86 m². Massa daun kurang rapat dengan nilai LAI sebesar 1,248.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hutan kota dapat menurunkan suhu dan meningkatkan kelembaban udara. Rerata suhu udara harian di dalam kawasan hutan kota sebesar 30,2°C dengan kelembaban udara sebesar 74,0%, sementara suhu udara harian di sekitar hutan kota 31,8°C dengan kelembaban udara 71,1%.

Taman Beringin kurang baik dalam memanipulasi iklim mikro ditunjukkan dengan suhu udaranya 32°C dengan kelembaban udara 71%. Hutan Wisata Tinjomoyo memiliki suhu udara terendah (29°C) dan kelembaban udara yang sama tingginya dengan Hutan Kota Krobakan

(76%). Hutan Kota Tinjomoyo, Krobakan dan Taman Menteri Supeno telah memenuhi fungsi ameliorasi iklim mikro dengan baik.

Berdasarkan nilai KPI jenis pohon yang sangat sesuai untuk ameliorasi iklim mikro adalah: angkana (*Pterocarpus indicus*), beringin (*Ficus benjamina*), flamboyan (*Delonix regia*), ketapang (*Terminalia catappa*), mahoni daun kecil (*Swietenia mahagoni*), dan trembesi (*Albizia saman*).

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Sdri. Ayu Novita Sari atas bantuannya dalam mengumpulkan data, sehingga penulis dapat menyusunnya menjadi makalah.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprilis P. 2011. Penilaian Fungsi Pengaman dan Estetika Jalur Hijau Jalan Jenderal Sudirman Kota Pekanbaru Provinsi Riau. *Skripsi*. Bogor: Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Artiningsih, Gunawan T., Sudibyakto. 2003. Pengaruh Kepadatan Bangunan Permukiman Kota Terhadap Suhu Udara di Berbagai Ekosistem Bentang (Studi Kasus di sebagian Kota Semarang Tengah). *Jurnal Sains and Biodiversity* 17:(2).
- Badriyah, S., Endes N. Dahlan dan R. Hermawan, 2010. Ameliorasi Iklim Melalui Zonasi Hutan Kota Berdasarkan Peta Sebaran Polutan Udara. *Jurnal Penelitian Geografi*. ISSN: 0852-2682. Vol. 24. No.1.: 73-84.
- _____ dan H. Purnomo, 2011. Pengembangan Ruang Terbuka Hijau Berdasarkan Distribusi Suhu Permukaan di Kabupaten Bandung. *Jurnal Penelitian Geografi*. ISSN: 0852-2682. Vol. 25. No.1.: 17-26
- Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika. 2012. *Data Unsur Iklim Semarang Tahun 2011-2012*. Semarang: Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG) Wilayah II, Stasiun Klimatologi.[BPS] Badan Pusat Statistik Kota Semarang. 2009. Kondisi Umum

- Semarang. [terhubung berkala] <http://bps-kota-semarang-dalam-angka-2009.htm>. [10 Mei 2012].
- Badan Pusat Statistik Kota Semarang. 2010. *Kondisi Umum Semarang*. [terhubung berkala] <http://bps-kota-semarang-dalam-angka-2010.htm>. [10 Mei 2012].
- Dahlan EN. 1992. *Hutan Kota untuk Pengelolaan dan Peningkatan Kualitas Lingkungan Hidup*. APHI-IPB.
- _____. 2004. *Membangun Kota Kebun (Garden City) Bernuansa Hutan Kota*. Bogor: IPB Press.
- _____. 2011. Kebutuhan Luasan Hutan Kota sebagai Rosot (sink) Gas CO₂ untuk Mengantisipasi Penurunan Luasan Ruang Terbuka Hijau di Kota Bogor. *J. Forum Geografi*. ISSN 0852-2682. Vol. 25 No. 2: 164-177.
- Setyowati D.L. dan Sedyawati S.M.R. 2010. Sebaran Ruang Terbuka Hijau dan Peluang Perbaikan Iklim Mikro di Semarang Barat. *Biosaintifika* Vol. 2 No 2, ISSN 2085-191X, hal 61-74.
- Tjasjono B. 1999. *Klimatologi Umum*. Bandung: Penerbit ITB Press.
- Vitasari D. 2004. Evaluasi Tata Hijau Jalan Pada Tiga Kawasan Permukiman Besar di Kabupaten Bogor, Jawa Barat. *Skripsi*. Bogor: Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Walpole RE. 1982. *Pengantar Statistika*. Ed ke-3. Jakarta:PT Gramedia Pusaka Utama.
- Waluyo P. 2009. Distribusi Spasial Suhu Permukaan dan Kecukupan Ruang Terbuka Hijau di Kota Semarang. *Skripsi*. Bogor: Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.
- Wawo FCW. 2010. Kemampuan Tiga Jenis Tanaman dalam Menjerap Debu (Studi Kasus: Desa Gunung Putri Kecamatan Gunung Putri, Kabupaten Bogor). *Skripsi*. Bogor: Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.