

HUBUNGAN ANTARA INDEKS LUAS DAUN DENGAN IKLIM MIKRO DAN INDEKS KENYAMANAN

(Correlation between Leaf Area Index with Micro Climate and Temperature Humidity Index)

SITI BADRIYAH RUSHAYATI¹⁾

¹⁾ *Bagian Hutan Kota dan Jasa Lingkungan, Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata
Fakultas Kehutanan IPB, PO Box 168, Bogor 1600*

Diterima 16 Januari 2012/Disetujui 9 Maret 2012

ABSTRACT

Air temperature and temperature humidity index in the urban was recorded as being higher compared to the surrounding area, while on the contrary the humidity is lower. Lower air temperature, increased air humidity and reduced temperature humidity index could be achieved through the development of green open space area which considered aesthetical aspect and used plants with high leaf area index. Statistical analysis showed that the increasing Leaf Area Index had caused the decrease of air temperature and the increase of humidity. These conditions reduced the value of Temperature Humidity Index and increased human comfort.

Keywords: temperature, humidity, Leaf Area Index, Temperature Humidity Index, green open space.

ABSTRAK

Suhu udara dan indeks kenyamanan di perkotaan tercatat lebih tinggi dibandingkan dengan daerah sekitarnya, sebaliknya kelembaban udara di perkotaan lebih rendah. Untuk menurunkan suhu udara, meningkatkan kelembaban udara serta menurunkan indeks kenyamanan, dapat dilakukan dengan cara membangun ruang terbuka hijau yang selain mempertimbangkan estetika juga menggunakan tanaman dengan indeks luas daun tinggi. Hasil analisis statistika disimpulkan bahwa semakin meningkatnya indeks luas daun menyebabkan suhu udara semakin menurun dan kelembaban semakin meningkat. Kondisi ini menurunkan nilai indeks kenyamanan dan meningkatkan kenyamanan.

Kata kunci: suhu udara, kelembaban udara, *Leaf Area Index*, indeks kenyamanan, ruang terbuka hijau.

PENDAHULUAN

Jumlah penduduk, jumlah kendaraan dan jumlah industri yang terus meningkat serta perubahan pola hidup masyarakat yang sangat tergantung dengan energi berbahan bakar fosil, menyebabkan polutan udara di atmosfer terus mengalami peningkatan. Di sisi lain, ruang terbuka hijau yang berfungsi sebagai penyerap polutan dan perbaikan iklim mikro mengalami penurunan. Tingginya persentase lahan terbangun dan aktivitas yang mengemisikan polutan udara di perkotaan, menyebabkan suhu udara perkotaan menjadi lebih tinggi dan lebih tidak nyaman dibandingkan dengan daerah sekitarnya.

Suhu udara yang lebih tinggi di area perkotaan dibandingkan dengan daerah sekitarnya (sub urban dan rural), dijelaskan oleh Tursilowati (2002) yang menyatakan bahwa hasil pengamatan secara spasial di Bandung, terlihat adanya perluasan daerah dengan suhu tinggi 30-35 °C di pusat kota Bandung per tahun. Perluasan suhu tinggi di pusat kota tersebut terukur hingga 12.606 ha atau 4,47 %/tahun. Pusat suhu tinggi terletak di kawasan terbangun (permukiman dan industri). Pertumbuhan kawasan terbangun di Bandung per tahun kurang lebih 1.029 ha (0,36%), sedangkan kawasan vegetasi (hutan) mengalami pengurangan sebesar 3.932 ha (1,4%)/tahun. Kondisi ini menyebabkan suhu udara di perkotaan lebih tinggi dibandingkan daerah sekitarnya.

Berdasarkan penelitian tersebut diketahui bahwa lahan terbangun mempunyai kontribusi yang signifikan terhadap tingginya suhu permukaan, sedangkan vegetasi berkontribusi dalam menurunkan suhu permukaan. Menurut Irwan (2008), vegetasi dapat menanggulangi sebagian permasalahan lingkungan kota. Hasil analisis multidimensi dari lima jenis hutan kota, ternyata hutan kota yang berbentuk menyebar dengan strata banyak paling efektif menanggulangi masalah lingkungan kota dan sekitarnya.

Saat ini kesadaran akan peran vegetasi dalam memperbaiki kondisi iklim mikro perkotaan sebenarnya sudah ada, tetapi pengembangan ruang terbuka hijau masih mengutamakan pada pengembangan taman kota. Pertimbangan estetika masih lebih diutamakan daripada pertimbangan untuk memperbaiki iklim mikro dan meningkatkan kenyamanan lingkungan. Oleh karena itu, meskipun terus dilakukan pengembangan ruang terbuka hijau, namun belum mampu memperbaiki iklim mikro. Pengembangan taman-taman kota dengan indeks luas daun (*Leaf Area Index*) rendah tidak mampu menurunkan suhu udara secara signifikan. Pengembangan ruang terbuka hijau berupa hutan kota dengan LAI tinggi dan yang dapat berperan dalam memperbaiki kondisi iklim mikro serta meningkatkan kenyamanan belum banyak dikembangkan.

Berdasarkan pemikiran di atas, penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengkaji kaitan antara indeks luas daun (LAI) ruang terbuka hijau di perkotaan dengan indeks kenyamanan (*Temperature Humidity Index*) dan dengan iklim mikro khususnya suhu dan kelembaban udara.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober 2010, di Kabupaten Bandung. Pengukuran Leaf Area Index (LAI) dan pengukuran iklim mikro dilakukan pada enam (6) titik dengan berbagai jenis ruang terbuka hijau yang tersebar di area permukiman, industri, pusat kota dan hutan kota.

Metode pengumpulan data sebagai berikut:

- a. Data LAI
Leaf Area Index diukur dengan menggunakan *Hemispherical View 2,1 Canopy Analysis Software*.
- b. Pengukuran Iklim Mikro
Pengukuran suhu udara dan kelembaban udara dilakukan dari pukul 12.00 sampai dengan 13.45 WIB secara serentak di 6 titik pengukuran dan dengan selang waktu 15 menit dan 8 ulangan.
- c. Penghitungan indeks kenyamanan (*Temperature Humidity Index*).

Selang nilai indeks kenyamanan daerah tropis adalah pada kisaran THI 20-26 °C. *Temperature Humidity Index* (THI) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan Niewolt (1975) berikut :

$$THI = (0,8 \times \frac{T_a}{500}) + \frac{RH \times T_a}{500}$$

Keterangan :

- THI = *Temperature Humidity Index* (°C)
 Ta = suhu udara (°C)
 RH = kelembaban udara (%)

Analisis data yang digunakan yaitu analisis regresi linier sederhana sebagai berikut :

$$Y = a + b X$$

Keterangan :

- Y = variabel tak bebas
 X = variabel bebas.

Uji yang digunakan :

- a. Uji-t digunakan untuk melihat secara parsial (uji parsial) masing-masing variabel bebas, apakah berpengaruh terhadap variabel tak bebas, ketika

variabel lainnya diasumsikan tetap. Hipotesis yang dibangun sebagai berikut :

H₀: $\beta_i = 0, i = 0, \text{ dan } 1$ (Parameter ke-i tidak berpengaruh signifikan)

H₁: $\beta_i \neq 0, i = 0, \text{ dan } 1$ (Parameter ke-i berpengaruh signifikan).

- b. Analisis Varian (Uji Simultan/Uji-F) dilakukan sebagai uji model regresi secara simultan. Prosedur ini menggunakan uji dengan hipotesis:

H₀: $\beta_0 = \beta_1 = 0$ (tidak ada peubah independen yang berpengaruh terhadap peubah dependen)

H₁: ada minimal satu i dimana $\beta_i \neq 0, i=0, \text{ dan } 1$ (minimal ada peubah independen X yang berpengaruh terhadap peubah dependen).
- c. Uji Kolmogorov Smirnov untuk menguji apakah asumsi dalam analisis regresi linier sederhana terpenuhi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

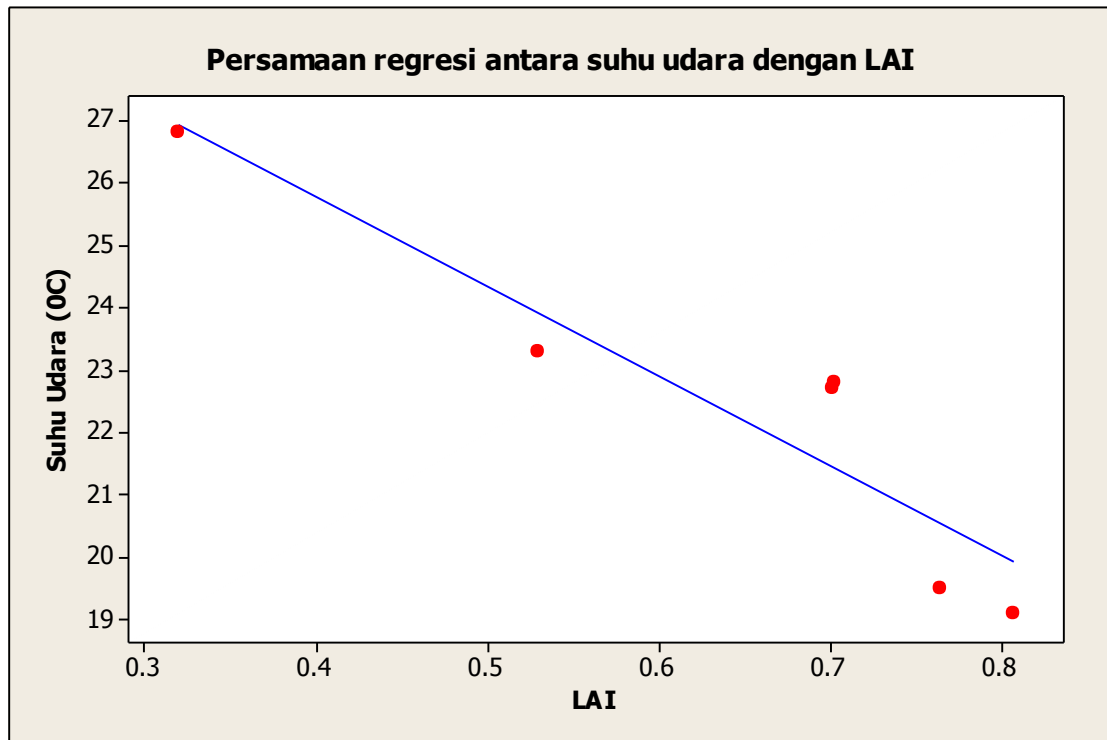
Kaitan antara LAI dengan Suhu Udara

Hasil analisis kaitan antara LAI (X) dengan suhu udara (Y, °C) seperti ditunjukkan oleh persamaan regresi linier sederhana, sebagai berikut :

$$Y = 31,5 - 14,3 X.$$

Hasil uji-t, diketahui bahwa variabel LAI (X) berpengaruh nyata terhadap variabel Y (suhu udara) karena memiliki nilai $p < \alpha$ (0,05) yaitu sebesar 0,008. Kemudian p-value pada konstanta yaitu 0,000, maka tolak H₀ atau terima H₁, karena $p\text{-value} < \alpha$ (0,05) artinya konstanta (b₀) berpengaruh nyata terhadap variabel Y (suhu udara). Artinya ada hubungan antara LAI dengan suhu udara. Koefisien determinasi pada model ini sebesar 85,8%. Ini berarti keragaman Y (suhu udara) dapat dijelaskan oleh model regresi atau peubah X (LAI) sebesar 85,8%, sedangkan sisanya dijelaskan oleh peubah lain di luar model.

Analisis varian (Uji Simultan atau Uji-F) dilakukan sebagai uji model regresi secara simultan. Uji ini untuk menguji apakah model regresi yang dibangun berpengaruh signifikan pada taraf nyata 5% terhadap dependen (suhu udara). Output dari hasil analisis varian menunjukkan nilai-p sebesar 0,008, sehingga nilai-p $< \alpha$ (0,05), sehingga dapat disimpulkan bahwa model regresi berpengaruh terhadap Y (suhu udara). Uji Kolmogorov Smirnov (uji asumsi), terlihat bahwa $p\text{-value} > 0,150$, $p\text{-value} > \alpha$ (0,05) maka terima H₀. Jadi sisaan menyebar normal. Asumsi sisaan menyebar normal terpenuhi. Grafik hubungan antara variabel suhu udara dengan variabel LAI disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1 Grafik kaitan antara LAI dengan suhu udara.

Berdasarkan persamaan dan beberapa uji statistik serta Gambar 1 tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi LAI maka suhu udara semakin menurun. Oleh karena itu untuk memperbaiki kondisi iklim mikro perkotaan yaitu melalui cara menurunkan suhu udara dapat dilakukan dengan cara peningkatan LAI ruang terbuka hijau.

Effendy (2007) menyatakan bahwa titik kritis pengurangan RTH untuk Jakarta, Kota Bogor dan Kabupaten Bogor adalah sebesar 30 %. Artinya setiap pengurangan RTH melampaui batas tersebut akan menyebabkan terjadinya kenaikan suhu udara dengan laju yang besar (dua kali lipat) dibandingkan dengan pengurangan RTH di bawah 30 %.

Kaitan antara LAI dengan Kelembaban Udara

Hasil analisis kaitan antara LAI (X) dengan kelembaban udara (Y, %) seperti ditunjukkan oleh persamaan regresi linier sederhana sebagai berikut :

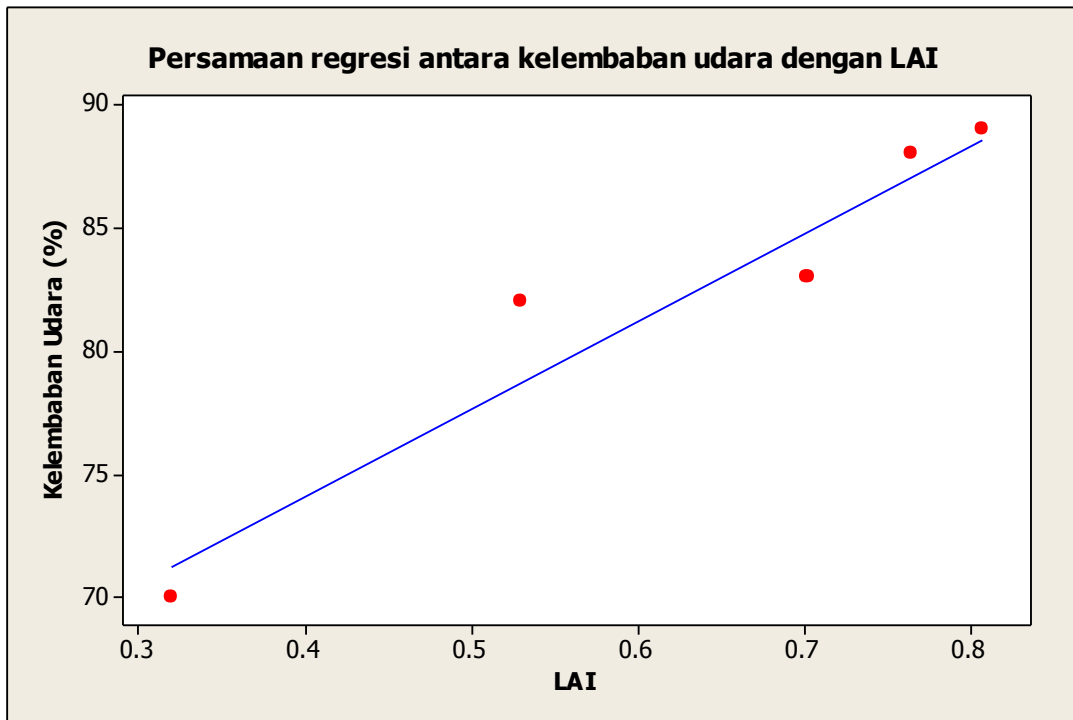
$$Y = 59,9 + 35,5 X.$$

Grafik hubungan antara variabel kelembaban udara (Y) dengan variabel LAI (X) disajikan pada Gambar 2.

Hasil uji-t, diketahui bahwa variabel LAI (X) berpengaruh nyata terhadap variabel Y (kelembaban udara) karena memiliki nilai $p < \alpha$ (0,05) yaitu 0,003. Kemudian p-value pada konstanta yaitu 0,000, maka tolak H_0 karena $p\text{-value} < \alpha$ (0,05) artinya konstanta (b_0) berpengaruh nyata terhadap variabel Y (kelembaban udara). Koefisien determinasi pada model ini sebesar 91.1%. Ini berarti keragaman Y (kelembaban udara) dapat dijelaskan oleh model regresi atau peubah X (LAI) sebesar 91,1%, sedangkan sisanya dijelaskan oleh peubah lain di luar model.

Output hasil analisis varian menunjukkan bahwa nilai-p sebesar 0,003, sehingga nilai-p $< \alpha$ (0,05), dan dapat disimpulkan bahwa model regresi berpengaruh terhadap Y (kelembaban udara). Hasil uji Kolmogorov Smirnov menunjukkan bahwa p-value nya $> 0,150$, p-value $> \alpha$ (0,05) maka terima H_0 . Jadi sisaan menyebar normal. Asumsi sisaan menyebar normal terpenuhi.

Berdasarkan persamaan dan beberapa uji tersebut serta Gambar 2, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi LAI maka kelembaban udara juga semakin tinggi.



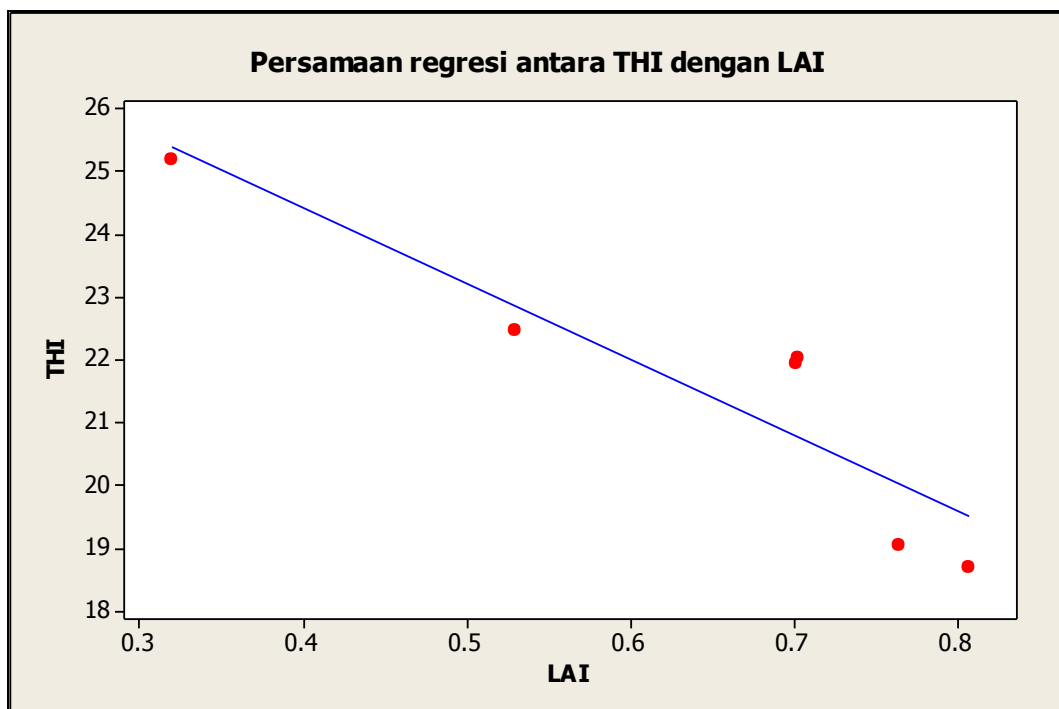
Gambar 2 Grafik kaitan antara LAI dengan kelembaban udara.

Kaitan antara LAI dengan THI

$$Y = 29,3 - 12,1 X.$$

Hasil analisis kaitan antara LAI (X) dengan THI (temperature humidity index - Y) seperti ditunjukkan pada persamaan regresi linier sederhana sebagai berikut :

Grafik hubungan antara variabel THI (Y) dengan variabel LAI (X) disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3 Grafik kaitan antara LAI dengan THI (°C).

Hasil uji-t, menunjukkan bahwa variabel LAI (X) berpengaruh nyata terhadap variable Y (THI) karena memiliki nilai $p < \alpha$ (0,05) yaitu 0,011. Kemudian p-value pada konstanta yaitu 0.000, maka tolak H_0 karena $p\text{-value} < \alpha$ (0,05) artinya konstanta (b0) berpengaruh nyata terhadap variabel Y (THI) Koefisien determinasi pada model ini sebesar 83,6%. Ini berarti keragaman Y (THI) dapat dijelaskan oleh model regresi atau variabel X (LAI) sebesar 83,6%, sedangkan sisanya dijelaskan oleh peubah lain di luar model.

Hasil analisis varian menunjukkan bahwa nilai-p sebesar 0,011, sehingga nilai-p $< \alpha$ (0,05), berarti bahwa model regresi berpengaruh terhadap Y (THI). Uji Kolmogorov Smirnov (uji asumsi) menunjukkan bahwa $p\text{-value} > 0,150$, $p\text{-value} > \alpha$ (0,05) maka terima H_0 . Jadi sisaan menyebar normal. Asumsi sisaan menyebar normal terpenuhi.

Berdasarkan persamaan dan beberapa uji statistik tersebut serta Gambar 3, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi LAI maka THI akan semakin menurun. Berdasar persamaan tersebut juga dapat diketahui bahwa THI 0,19 telah menyebabkan kondisi iklim mikro termasuk dalam kisaran tidak nyaman (melebihi 26 °C). Oleh karena itu ameliorasi iklim (perbaikan kondisi iklim mikro) wilayah perkotaan sebaiknya menciptakan ruang terbuka hijau yang menciptakan LAI tinggi, minimal lebih dari 0,19.

Banyak kota di dunia termasuk di Indonesia, mengalami permasalahan terkait dengan kondisi iklim mikro khususnya suhu udara yang tinggi yang menyebabkan kenyamanan menurun. Hal ini diakibatkan oleh adanya pengelolaan kota yang hanya memprioritaskan pertumbuhan ekonomi, dan menganggap lingkungan kurang penting dalam pengelolaan kota. Perluasan ruang terbuka hijau dengan LAI tinggi sebenarnya dapat membantu untuk mengatasi permasalahan peningkatan suhu udara perkotaan, namun hal ini kurang menjadi perhatian sehingga sampai saat ini banyak kota sudah terlanjur didominasi oleh lahan terbangun. Akibatnya, pengembangan ruang terbuka hijau dengan LAI tinggi sulit dilaksanakan. Hal ini didukung oleh Wang (2009) yang melakukan penelitian mengenai analisis permasalahan perencanaan *urban green space system*. Menurut Wang (2009), masalah lingkungan di Cina terjadi sebagai akibat dari kesalahan pada level perencanaan yang tidak mementingkan lingkungan, sehingga pelaksanaan pembangunan perkotaan lebih fokus pada sektor ekonomi, yang menimbulkan berbagai masalah lingkungan hidup termasuk pemanasan di perkotaan.

Kota yang mengalami peningkatan suhu udara tinggi di perkotaan adalah Kota Guangzhou. Weng dan Yang (2004) menjelaskan bahwa permasalahan lingkungan yang dihadapi Kota Guangzhou adalah terus meningkatnya luas suhu udara tinggi di area perkotaan. Luas suhu udara tinggi yang terus meningkat ini terkait dengan terus meningkatnya populasi penduduk yang berdampak pada peningkatan luas lahan terbangun,

industri dan transportasi, serta merubah tata kota dan lingkungan fisik Kota Guangzhou. Di kota ini ruang terbuka hijau mengalami penurunan sehingga kota terus mengalami peningkatan suhu udara.

Berdasarkan hasil penelitian ini dan berdasar pada pengalaman beberapa kota yang telah mengalami permasalahan peningkatan suhu udara dan penurunan kenyamanan di perkotaan, maka peningkatan ruang terbuka hijau dengan LAI tinggi merupakan salah satu solusi yang dapat diterapkan dalam mengatasi permasalahan peningkatan suhu udara dan penurunan kenyamanan tersebut. Untuk daerah tropis, LAI minimal sebesar 0,19 telah dapat menciptakan indeks kenyamanan dalam kisaran nyaman.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa semakin meningkatnya Leaf Area Index (LAI) akan menciptakan kondisi iklim mikro khususnya suhu udara yang semakin rendah. Sebaliknya, semakin tinggi LAI akan menyebabkan kelembaban udara juga semakin tinggi. Semakin meningkatnya LAI akan menurunkan indeks kenyamanan (THI) sehingga akan meningkatkan kenyamanan.

Berdasarkan hasil pengukuran LAI dari berbagai ruang terbuka hijau di Kabupaten Bandung, dapat disimpulkan bahwa LAI sebesar 0,320 telah membuat 50% manusia merasa tidak nyaman (THI 25,19 °C). Oleh karena itu perlu meningkatkan LAI agar nilai THI (indeks kenyamanan) di bawah 25 °C (100% manusia merasa nyaman). Desain pembangunan RTH di perkotaan sebaiknya tidak hanya mempertimbangkan estetika tetapi juga harus mempertimbangkan fungsinya sebagai ameliorasi (memperbaiki) iklim mikro perkotaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Effendy S. 2007. Keterkaitan ruang terbuka hijau dengan urban heat island wilayah JABOTABEK [disertasi]. Bogor: Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Irwan ZD. 2008. Tantangan Lingkungan dan Lansekap Hutan Kota. Jakarta : PT Bumi Aksara.
- Niewolt S. 1975. Tropical Climatology, an Introduction to the Climate Low Latitude. New York: John Wiley & Sons.
- 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.

Wang XJ. 2009. Analysis of problems in urban green space system planning in China. *J For Res* 20 : 79-82.

Weng Q, Yang S. 2004. Managing the adverse thermal effects of urban development in a densely populated Chinese city. *J Env Man* 70 : 145–156.