

## NILAI FISIK DAN SOSIAL VEGETASI PEKARANGAN DALAM PENURUNAN KONSENTRASI PARTIKEL DEBU DI DESA GUNUNG PUTRI KECAMATAN GUNUNG PUTRI, KABUPATEN BOGOR

*(The Physical and social values of homegarden vegetations to reduction of Suspended Particulate Matter – SPM - value in Gunung Putri Village, Gunung Putri Regent, Bogor)*

MERZYTA SEPTIYANI<sup>1)</sup>, RACHMAD HERMAWAN<sup>2)</sup>, ARZYANA SUNKAR<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Program Sarjana Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata, Fakultas Kehutanan IPB  
PO Box 168, Bogor 1600

<sup>2)</sup> Bagian Hutan Kota dan Jasa Lingkungan, Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata,  
Fakultas Kehutanan IPB, PO Box 168, Bogor 1600

<sup>3)</sup> Bagian Manajemen Kawasan Konservasi, Departemen Konservasi sumberdaya Hutan dan Ekowisata,  
Fakultas Kehutanan IPB, PO Box 168, Bogor 1600

Diterima 5 Juli 2009, Disetujui 30 Juli 2009

### ABSTRACT

*This research has the objective to determine the physical and social values of homegarden vegetation that influenced the reduction of SPM value on air, and factors related to community attitudes and the functions and existence of homegarden. Research results showed that SPM on air experienced a decline with increasing vegetation shade. Height of tree and LAI were negatively correlated with SPM values, meaning in an increase of LAI values and tree height would reduce the value of SPM. Tree height significantly effect ( $P\text{-value} = 0.021 < \alpha$ ) on reducing SPM by ( $y = 920.4 - 59.66 x$ ) and LAI also has significantly effect ( $P\text{-value} = 0.092 < \alpha$ ) in reducing SPM by ( $y = 2762 - 944.8 x$ ). The majority of respondents (76.74%) had positive attitudes, meaning that they understand and directly felt the benefit of homegarden, while the rest had average value of attitudes. Attitudes directly influence by the age, duration of living in the area and occupation.*

*Keywords: Suspended Particulate Matter (SPM), Vegetation, Homegarden, Attitude*

### PENDAHULUAN

Pembangunan kota lebih sering dicerminkan oleh adanya perkembangan fisik tanpa memperhatikan kestabilan ekosistem perkotaan (Dahlan 1992) yang akan berdampak pada penurunan kualitas lingkungan kota. Perubahan seperti ini memungkinkan terjadinya perkembangan daerah pedesaan menjadi daerah perkotaan seperti yang terjadi pada salah satu desa di Kecamatan Gunung Putri yang berlokasi kurang lebih 15 Km dari Ibukota Kecamatan Gunung Putri yaitu Desa Gunung Putri.

Desa Gunung Putri yang mengalami alih fungsi lahan sebagai kawasan pemukiman dan perindustrian menyebabkan lalu lintas pada kawasan ini menjadi padat, baik yang berasal dari kegiatan transportasi masyarakat yang bermukim di sekitar kawasan industri maupun transportasi untuk mengangkut dan mendistribusikan hasil produksi, sehingga tingkat pencemaran udara semakin meningkat. Padatnya industri dan transportasi menyebabkan bahan pencemar di udara meningkat sehingga menjadi penyuplai utama penurunan kualitas udara sekitar kawasan industri (Aji 2006).

Jenis pencemar di udara menurut Dahlan (2004) ada dua yaitu berupa gas dan partikulat. Dominasi sumber partikulat debu di udara akibat proses perindustrian dan transportasi dapat menyebabkan terjadinya infeksi pada saluran pernafasan atau disebut dengan ISPA (Infeksi Saluran Pernapasan Akut). Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengantisipasi penurunan kualitas kesehatan masyarakat misalnya dengan mencipta-wujudkan program konservasi untuk penyehatan lingkungan seperti penghijauan kota.

Penghijauan perkotaan merupakan bagian dari ruang terbuka hijau (Irwan 1992). Peran dan keberadaan RTH selain dipengaruhi oleh faktor alam juga sangat tergantung pada perilaku masyarakat dalam menjaga keberadaan RTH. Menurut Saragih (2007), salah satu komponen pembentuk perilaku masyarakat adalah sikap. Sikap yang dimaksud dalam penelitian ini adalah reaksi atau respon masyarakat terhadap pentingnya keberadaan RTH, sehingga studi mengenai pengaruh vegetasi dalam RTH dan sikap masyarakat mengenai RTH untuk mengatasi dampak dari pencemaran udara terhadap kesehatan perlu dilakukan.

Secara umum penelitian ini bertujuan untuk mengkaji nilai fisik dan sosial vegetasi pekarangan yang

mempengaruhi penurunan nilai konsentrasi partikel debu di udara. Tujuan khusus dari penelitian ini adalah untuk:

- Mengkaji pengaruh parameter vegetasi yang meliputi luas proyeksi tajuk pohon, LAI (*Leaf Area Index*) dan tinggi total pohon terhadap penurunan konsentrasi partikel debu di udara.
- Mengetahui sikap masyarakat terhadap pentingnya RTH pekarangan bagi kondisi kesehatan mereka.
- Menentukan faktor-faktor sosial yang mempengaruhi pembentukan sikap masyarakat terhadap pekarangan rumah sebagai salah satu bentuk RTH.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjelaskan tingkat pencemaran udara akibat debu yang bersumber dari aktivitas industri dan transportasi, memberikan alternatif bentuk RTH yang lebih dekat atau berhubungan langsung dengan masyarakat (*people friendly*) berupa pekarangan rumah yang hijau serta memberikan masukan kepada instansi terkait dalam usaha penanggulangan pencemaran udara akibat debu.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan selama 3 bulan yaitu pada bulan April hingga Juni 2009. Pengambilan data lapangan dilaksanakan di Desa Gunung Putri Kecamatan Gunung Putri, Kabupaten Bogor. Analisis sampel partikel debu dilakukan di Laboratorium Air dan Udara SEAMEO Biotrop Bogor. Alat dan bahan yang digunakan antara lain seperangkat *Dust Air Sampler* yang terdiri dari *High Volume Air Sampler* (HVAS), filter whatman Ø 55 mm, neraca analitik, barometer, *flow meter* dan desikator. Alat lain yang juga digunakan yaitu *HemisphericalView Canopy Analyzer*, *hagahypsometer*, *rollmeter*, anemometer, pita ukur, *tally sheet*, kamera digital, jam, termometer *dry-wet* dan kompas. Lembar pernyataan dan *tape recorder* digunakan untuk wawancara dengan masyarakat.

Data yang diambil terdiri dari data primer dan sekunder. Data primer terdiri dari hasil pengukuran luas proyeksi tajuk, *Leaf Area Index* (LAI), tinggi pohon, suhu dan kelembaban udara, kecepatan dan arah angin, tanggapan responden mengenai keberadaan RTH pekarangan dan karakteristik sosial responden. Data sekunder terdiri dari kondisi umum lokasi, data kondisi lingkungan, jumlah rata-rata transportasi yang melintas, data series parameter meteorologi udara, data kesehatan penduduk desa serta data geografi dan demografi Desa Gunung Putri.

Metode pengambilan data meliputi penarikan sampel, pengukuran konsentrasi partikel debu di udara, pembuatan profil pohon, pengukuran parameter meteorologi udara serta sikap masyarakat yang dikaji dengan metode deskriptif. Penarikan sampel terdiri dari *cluster sampling* untuk menentukan daerah yang akan dijadikan lokasi penelitian,

*simple random sampling* untuk menetapkan plot contoh yang akan digunakan, *stratified sampling* untuk menentukan klasifikasi plot contoh.

Pengolahan data untuk hasil pengukuran parameter luas proyeksi tajuk menggunakan rumus sebagai berikut (Loveless 1989):

$$LPT = 0,25$$

- $\pi$  = Konstanta hitung (3,14)  
 D1 = Tajuk terpanjang (m)  
 D2 = Tajuk terlebar (m)

Perhitungan *Leaf Area Index* (LAI) dengan menggunakan *HemiView 2.1 Canopy Analysis Software*, sedangkan untuk tinggi pohon dilakukan secara manual dengan menjumlahkan semua tinggi total pohon terukur dari seluruh jumlah pohon yang terdapat pada setiap plot contoh kemudian dirata-ratakan. Konsentrasi partikel debu di udara dianalisis secara gravimetri, yaitu dengan mengoreksi laju alir pada kondisi standar dan menghitung volume udara terkoreksi, berikut langkah perhitungannya:

$$C = \frac{(W2 - W1) \times 10^6}{V}$$

- C = Konsentrasi massa partikel debu ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )  
 W1 = Berat filter awal (g)  
 W2 = Berat filter akhir (g)  
 V = Volume contoh uji udara ( $\text{m}^3$ )  
 $10^6$  = Konversi g ke  $\mu\text{g}$

**Analisis uji korelasi Pearson** untuk mengukur kekuatan hubungan antara dua variabel peubah (x dan y). Variabel peubah (x) pada penelitian ini adalah jarak pengukuran dari titik acuan dan parameter-parameter vegetasi (luas proyeksi tajuk, LAI dan tinggi pohon). Selang nilai korelasi yaitu  $-1 \leq r \leq 1$  dan diperoleh berdasarkan rumus sebagai berikut:

$$r = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2][n \sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

- y = Konsentrasi partikel debu ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )  
 x = Jarak pengukuran dari titik acuan atau parameter vegetasi (luas proyeksi tajuk, LAI dan tinggi pohon)  
 n = Banyaknya data

Pengujian hipotesis untuk setiap variabel peubah bebasnya (x) yaitu  $H_0 : \rho = 0$  dan  $H_1 : \rho \neq 0$  dengan ketetapan selang kepercayaan 90% (taraf  $\alpha$  10%). Kesimpulan untuk uji hipotesis masing-masing (x) adalah (a) apabila  $P\text{-value} \geq \alpha$  maka terima  $H_0$  dan (b) apabila  $P\text{-value} < \alpha$  maka tolak  $H_0$ . Hipotesis yang digunakan untuk mengetahui pengaruh jarak terhadap nilai konsentrasi partikel debu yaitu ( $H_0$ ) nilai konsentrasi partikel debu di udara tidak dipengaruhi oleh jarak pengukuran, sedangkan untuk mengetahui pengaruh parameter vegetasi terhadap nilai konsentrasi partikel debu yaitu ( $H_0$ ) nilai konsentrasi

partikel debu di udara tidak dipengaruhi oleh parameter vegetasi.

Analisis regresi linear sederhana dilakukan setelah tahap uji hipotesis korelasi Pearson menghasilkan keputusan tolak  $H_0$  yang berarti bahwa terdapat pengaruh yang signifikan dari variabel (x) terhadap variabel (y) sehingga dapat diketahui dan diprediksi seberapa besar pengaruh jarak pengukuran dan beberapa parameter vegetasi (x) terhadap penurunan konsentrasi partikel debu pencemar (y). Persamaan matematika yang menunjukkan hubungan tersebut ditetapkan dengan model sebagai berikut:

$$y = a + b x$$

y = Konsentrasi partikel debu ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )

x = Jarak pengukuran dari titik acuan dan parameter vegetasi (luas proyeksi tajuk, LAI dan tinggi pohon)

a, b = Koefisien regresi linear sederhana

Garis regresi pada persamaan yang akan dihasilkan menjelaskan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ). Semakin kecil  $R^2$  maka semakin buruk model dugaan yang didapat karena titik amatan semakin menjauhi kurva regresi. Jika titik-titik amatan semakin mendekati kurva maka model yang didapat semakin baik.

Data yang terkumpul berdasarkan hasil pada lembar pernyataan ditabulasikan untuk kemudian dilakukan proses *entry, editing* dan *coding*. Tanggapan terhadap lembar pernyataan selanjutnya diberi nilai (*score*) menggunakan skala *Likert* (Singarimbun & Efendi 1989 diacu dalam Gunawan 1999) untuk mengkategorikan sikap. Penilaian sikap dalam penelitian ini terdiri atas lima skala yaitu (1) sangat tidak setuju; (2) tidak setuju; (3) ragu-ragu; (4) setuju; (5) sangat setuju. Interval nilai tanggapan untuk setiap kategori sikap dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kategori sikap berdasarkan skala *Likert*

No.	Interval Tanggapan	Kategori Sikap
1	4,00 - 5,00	Baik
2	3,00 - 3,99	Sedang
3	1,00 - 2,99	Buruk

Analisis uji korelasi *Spearman* dilakukan untuk mengetahui terdapat/tidak terdapatnya pengaruh yang signifikan antara karakteristik sosial responden terhadap sikap masyarakat dengan perumusan sebagai berikut :

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{N^3 - N}$$

$d_i$  = Beda antara 2 ranking pengamatan

N = Total populasi

$r_s$  = Koefisien korelasi *Spearman*

Kriteria keputusan untuk uji hipotesis ini adalah sebagai berikut: (a) apabila nilai apabila  $P\text{-value} \geq \alpha$ , maka terima  $H_0$  yang berarti tidak terdapat pengaruh yang signifikan antara variabel pengamatan (karakteristik

responden) dengan sikap responden, dan (b) apabila nilai  $P\text{-value} < \alpha$ , maka tolak  $H_0$  yang berarti terdapat pengaruh yang signifikan antara variabel pengamatan (karakteristik responden) dengan sikap responden.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Nilai Konsentrasi Partikel Debu di Udara

Tercemarnya udara oleh partikel debu dapat diketahui dengan membandingkan hasil pengukuran dengan baku mutu ambien yang telah ditetapkan pemerintah (Peraturan Pemerintah RI No. 41 Tahun 1999). Nilai baku mutu untuk debu/*Total Suspended Particulate* (TSP) yang ditetapkan dalam PP tersebut adalah sebesar  $230 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ . Besarnya konsentrasi debu di udara berdasarkan hasil pengukuran telah melebihi nilai baku mutunya, seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan konsentrasi partikel debu hasil pengukuran dengan baku mutu

Plot contoh	24 Jam	1 Jam	1 Jam
	Baku Mutu TSP ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	TSP pada jarak 500 m ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	TSP pada jarak 1000m ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )
K	230,00	925,51	3194,74
TR	230,00	544,78	337,57
R	230,00	398,86	230,24
SR	230,00	368,64	124,93

### Pengaruh jarak pengukuran

Pengukuran konsentrasi partikel debu di udara pada penelitian kali ini dilakukan pada dua jarak pengukuran yang berbeda yaitu 500 m dan 1000 m dari titik acuan (PT. Indocement Tunggal Prakarsa, Tbk.). Konsentrasi partikel debu di udara pada kedua jarak pengukuran tersebut seperti dijelaskan Tabel 3.

Tabel 3. Konsentrasi partikel debu di udara pada kedua jarak pengukuran

Plot contoh	Konsentrasi partikel debu ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	
	500 m	1000 m
K	925,51	3194,74
TR	544,78	337,57
R	398,86	230,24
SR	368,64	124,93

Keterangan:

K = Kontrol (tanpa vegetasi)

R = Rindang

TR = Tidak Rindang

SR = Sangat Rindang.

Berdasarkan hasil penelitian nilai konsentrasi partikel debu pada jarak 500 m lebih tinggi dibandingkan pada jarak 1000 m. Namun hasil analisis uji pengaruh jarak pengukuran dari titik acuan terhadap nilai konsentrasi partikel debu di udara menunjukkan bahwa jarak pengukuran tidak mempengaruhi nilai konsentrasi partikel debu di udara (terima  $H_0$ ) karena  $P\text{-value} (0,604) > \alpha$ . Hasil uji (taraf  $\alpha 0,1$ ;  $r = 0,218$ ) menunjukkan bahwa memang ada perbedaan nilai konsentrasi di kedua jarak pengukuran namun perbedaannya tidak signifikan.

**Pengaruh parameter vegetasi**

Parameter vegetasi yang meliputi luas proyeksi tajuk, indeks luas daun (*Leaf Area Index/LAI*) dan tinggi pohon diduga dapat mempengaruhi besarnya konsentrasi partikel debu pencemar di udara. Hasil pengukuran parameter-parameter vegetasi tersebut di kedua jarak pengukuran untuk masing-masing plot contoh ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengukuran parameter vegetasi

Plot Contoh	Luas Proyeksi Tajuk (m <sup>2</sup> )		LAI*		Rata-rata Tinggi Pohon (m)	
	500 m	1000 m	500 m	1000 m	500 m	1000 m
	K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TR	154,35	124,23	2,03	1,59	7,00	5,67
R	208,91	259,34	2,56	2,96	7,50	6,88
SR	765,08	257,48	8,82	3,03	9,70	13,00

Keterangan:

\*) Penentu klasifikasi kerindangan pekarangan.

Plot contoh Kontrol (K) merupakan plot contoh dimana alat HVAS diletakkan di ruang terbuka tanpa terhalang bangunan/gedung sehingga menghasilkan nilai konsentrasi partikel debu yang tinggi. Konsentrasi partikel debu di udara pada kedua plot Kontrol (K) menunjukkan nilai konsentrasi terbesar dibanding plot contoh lainnya. Pekarangan yang semakin rindang terbukti dapat menurunkan konsentrasi partikel debu di udara (Tabel 5).

Tabel 5. Reduksi konsentrasi partikel debu ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ ) dari plot K berdasarkan kriteria kerindangan pekarangan

Plot Contoh	Reduksi debu pada jarak 500 m	Reduksi debu pada jarak 1000 m
K	0,00	0,00
TR	380,73	2857,17
R	526,65	2964,5
SR	556,87	3069,81

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada Tabel 5 diketahui bahwa konsentrasi partikel debu dapat direduksi sebesar 556,87  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  dari plot Kontrol (K) oleh pekarangan dengan tingkat vegetasi Sangat Rindang (SR) pada jarak 500 m, bahkan tingkat vegetasi Sangat Rindang (SR) pada jarak 1000 m mampu mereduksi konsentrasi partikel debu sebesar 3069,81  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  dari plot Kontrolnya. Terjadinya penurunan/pereduksian konsentrasi partikel debu dari plot Kontrol oleh plot contoh lainnya (TR, R dan SR) secara langsung dipengaruhi oleh keberadaan vegetasi yang terdapat di dalam plot-plot contoh tersebut.

Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa parameter vegetasi mempunyai korelasi negatif terhadap penurunan konsentrasi partikel debu di udara (Tabel 6), artinya bahwa setiap terjadi kenaikan nilai parameter vegetasi seiring dengan terjadinya penurunan nilai konsentrasi partikel debu di udara.

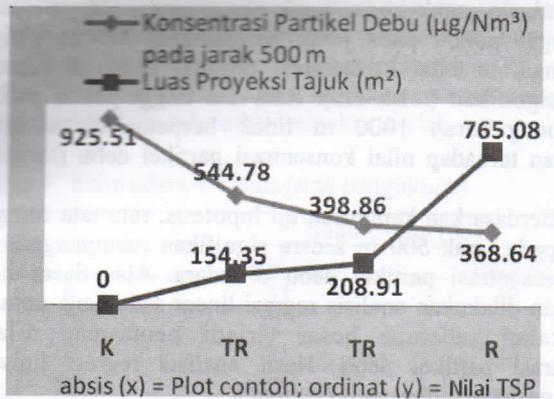
Tabel 6. Korelasi antara parameter vegetasi dengan nilai konsentrasi partikel debu di udara

Parameter Vegetasi	Jarak (m)	Korelasi (r)	P-value
Luas Proyeksi Tajuk	500	-0,709	0,291
	1000	-0,885	0,115
<i>Leaf Area Index</i> (LAI)	500	-0,726	0,274
	1000	-0,908	0,092*
Tinggi Pohon	500	-0,979	0,021*
	1000	-0,830	0,170

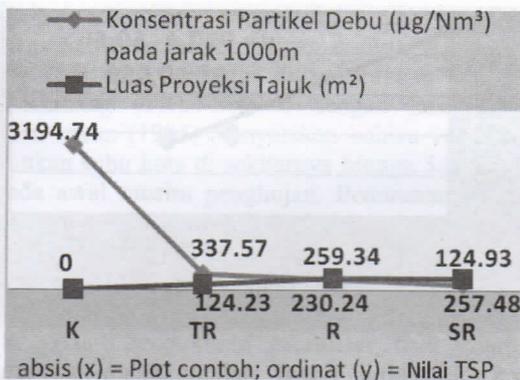
\*) Signifikan pada selang kepercayaan 90%

**Pengaruh luas proyeksi tajuk pohon**

Tumbuhan dapat mengurangi konsentrasi debu dengan tajuk yang rindang (Irwan 1994). Penelitian Dahlan (1989) menunjukkan bahwa tanaman memiliki kemampuan dalam mereduksi partikel debu dengan cara adsorpsi (terjerap) maupun absorpsi (terserap). Luas proyeksi tajuk pohon pada kedua jarak pengukuran (500 m dan 1000 m) meningkat dengan meningkatnya kerindangan pekarangan. Tajuk pohon terluas terdapat pada plot contoh Sangat Rindang (SR) dan tersempit pada plot contoh Tidak Rindang (TR), seperti terlihat pada Gambar 1.



a



b

Gambar 1. Pengaruh luas proyeksi tajuk terhadap penurunan konsentrasi partikel debu.

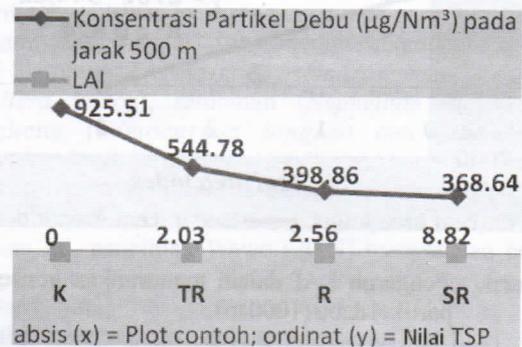
Berdasarkan Tabel 6 diketahui bahwa terdapat hubungan/korelasi antara luas proyeksi tajuk dengan konsentrasi partikel debu pada jarak pengukuran 500 m dan 1000 m dengan nilai koefisien korelasinya berturut-turut sebesar (-0,709) dan (-0,885) dan kemudian dilakukan uji hipotesis. Keputusan dari hasil uji hipotesisnya adalah luas proyeksi tajuk tidak mempengaruhi nilai konsentrasi partikel debu (terima  $H_0$ ) karena baik P-value yang dihasilkan (0,291) pada jarak 500 m maupun P-value pada jarak 1000 m (0,115) melebihi taraf alpha.

Parameter luas proyeksi tajuk dalam penelitian ini tidak mempengaruhi penurunan konsentrasi partikel debu secara signifikan kemungkinan dikarenakan parameter yang digunakan ini tidak terlalu efektif dimana pengukuran hanya dilakukan pada tajuk lapisan bawah.

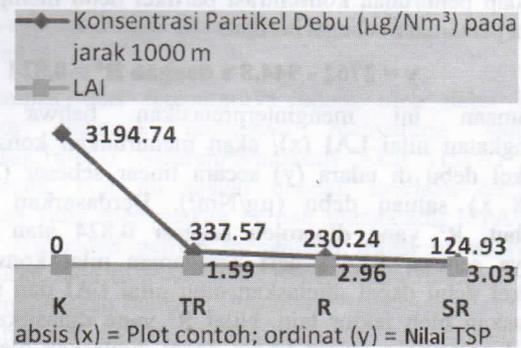
**Pengaruh Leaf Area Index (LAI)**

Leaf Area Index (LAI) atau Indeks Luas Daun (ILD) didefinisikan sebagai perbandingan total luas penampang daun dengan luas tanah yang ditutupi. Campbell (1986) diacu dalam Wood (2001) mengemukakan tujuan

dilakukannya penghitungan LAI adalah untuk menentukan ke-ideal-an sebuah kanopi/tajuk pohon. Berdasarkan hasil perhitungan, nilai LAI pada kedua jarak pengukuran meningkat dengan meningkatnya kerindangan pekarangan. Plot contoh Sangat Rindang (SR) memiliki nilai LAI terbesar, sebaliknya plot contoh Tidak Rindang (TR) nilai LAI terkecil (Gambar 2).



a



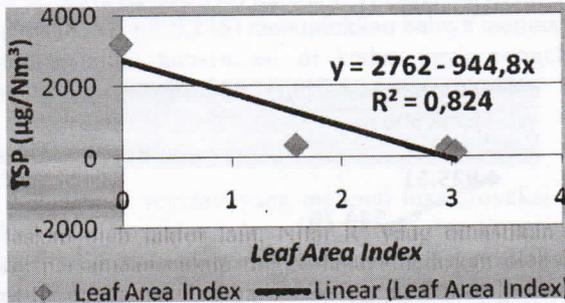
b

Gambar 2. Pengaruh LAI terhadap penurunan konsentrasi partikel debu.

Tabel 6 hasil analisis menunjukkan koefisien korelasi antara LAI dengan konsentrasi partikel debu pada jarak pengukuran 500 m dan 1000 m berturut-turut sebesar (-0,726) dan (-0,908) yang kemudian dilakukan pengujian hipotesis. Keputusan uji hipotesis berbeda untuk kedua jarak pengukuran, hanya uji korelasi LAI dengan konsentrasi partikel debu pada jarak pengukuran 1000 m yang menghasilkan keputusan tolak  $H_0$ , sedangkan terima  $H_0$  untuk jarak 500 m. Tolak  $H_0$  berarti bahwa terdapat pengaruh yang signifikan dari LAI terhadap nilai konsentrasi partikel debu pada jarak pengukuran 1000 m dengan selang kepercayaan 90% dan terima  $H_0$  berarti tidak ada pengaruh yang signifikan dari LAI terhadap nilai konsentrasi partikel debu pada jarak pengukuran 500 m.

Berdasarkan keputusan uji hipotesis, LAI pada jarak 1000 m secara signifikan mempengaruhi nilai konsentrasi

partikel debu di udara. Atas dasar itu kemudian dilakukan analisis regresi linear sederhana untuk mengetahui seberapa besar LAI mampu mempengaruhi nilai konsentrasi partikel debu di udara. Hasil analisis regresi linear sederhana dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh LAI dalam menurunkan konsentrasi partikel debu (1000 m).

Analisis pola hubungan linear antara pengaruh LAI terhadap penurunan konsentrasi partikel debu memperoleh model persamaan sebagai berikut:

$$y = 2762 - 944,8 x \text{ dengan } R^2 = 0,824$$

persamaan ini menginterpretasikan bahwa setiap peningkatan nilai LAI (x), akan menurunkan konsentrasi partikel debu di udara (y) secara linear sebesar (2762 - 944,8 x) satuan debu (µg/Nm³). Berdasarkan model tersebut, R² yang diperoleh sebesar 0,824 atau 82,4% artinya sebesar 82,4% dari keragaman nilai konsentrasi partikel debu dapat dijelaskan oleh nilai LAI dan sisanya dijelaskan oleh faktor lain. Nilai R² yang dihasilkan oleh model persamaan cukup tinggi dapat dijelaskan oleh letak titik-titik pengamatan terhadap garis regresi. Letak titik-titik amatan pada persamaan tersebut mendekati kurva regresi (Gambar 3), sehingga persamaan model dugaan yang diperoleh *fitted* (pas). Pengaplikasian model untuk mengetahui penurunan konsentrasi partikel debu yang dipengaruhi LAI ini hanya layak digunakan jika data LAI yang dimiliki berada pada selang yang telah diujikan (0-3,03).

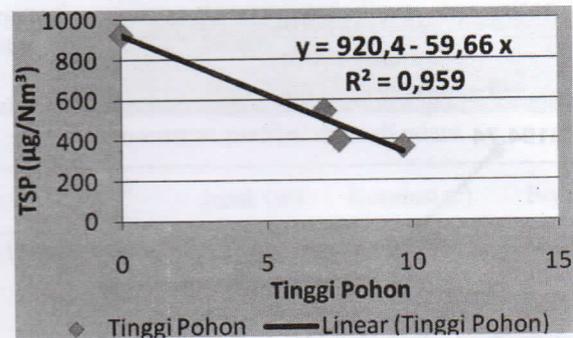
### Pengaruh tinggi pohon

Menurut Suharlan dan Sudiono (1975) diacu dalam Kapisa (1984), tinggi pohon dibedakan atas tinggi total pohon dan tinggi bebas cabang pohon. Tinggi pohon yang dimaksud dalam penelitian ini adalah tinggi total pohon.

Berdasarkan Tabel 6 diketahui bahwa koefisien korelasi antara rata-rata tinggi pohon dengan konsentrasi partikel debu pada jarak pengukuran 500 m dan 1000 m berturut-turut sebesar (-0,979) dan (-0,830) yang setelah dilakukan uji hipotesis ternyata menghasilkan keputusan

yang berbeda untuk kedua jarak pengukuran. Hanya rata-rata tinggi pohon pada jarak pengukuran 500 m yang mempengaruhi nilai konsentrasi partikel debu di udara secara signifikan (tolak Ho). Rata-rata tinggi pohon pada jarak pengukuran 1000 m tidak berpengaruh secara signifikan terhadap nilai konsentrasi partikel debu (terima Ho).

Berdasarkan keputusan uji hipotesis, rata-rata tinggi pohon pada jarak 500 m secara signifikan mempengaruhi nilai konsentrasi partikel debu di udara. Atas dasar itu kemudian dilakukan analisis regresi linear sederhana untuk mengetahui seberapa besar terjadi penurunan nilai konsentrasi partikel debu. Hasil analisis regresi linear sederhana dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Pengaruh tinggi pohon dalam menurunkan konsentrasi partikel debu (500 m)

Analisis pengaruh rata-rata tinggi total pohon terhadap penurunan konsentrasi partikel debu di udara memberikan hasil model regresi sebagai berikut:

$$y = 920,4 - 59,66 x \text{ dengan } R^2 = 0,959$$

Persamaan ini menginterpretasikan bahwa setiap peningkatan tinggi total pohon (x) sebesar satu-satuan (m), akan menurunkan konsentrasi partikel debu (y) di udara secara linear sebesar (920,4 - 59,66 x) satuan debu (µg/Nm³). Nilai R² yang diperoleh sebesar 0,959 atau 95,9% artinya sebesar 95,9% dari keragaman nilai konsentrasi partikel debu dapat dijelaskan oleh tinggi total pohon dan sisanya dijelaskan oleh faktor lain. Model ini dapat diaplikasikan untuk mengetahui besar penurunan konsentrasi partikel debu yang dipengaruhi tinggi total pohon tetapi hanya layak digunakan jika data tinggi pohon yang dimiliki berada pada selang yang telah diujikan (0-9,7).

### Peran vegetasi dalam menciptakan iklim mikro

Vegetasi dalam pekarangan dapat berfungsi sebagai pengatur suhu udara, dimana pada siang hari vegetasi mampu menahan sinar matahari sehingga suhu menjadi tidak teralu panas dan sebaliknya pada malam hari dapat

lebih hangat karena tajuk pohon dapat menahan radiasi radiasi cahaya matahari yang diserap permukaan bumi pada siang hari (Grey dan Deneke 1978). Hasil penelitian pada Tabel 7 menunjukkan bahwa semakin rindang vegetasi di pekarangan maka suhu udara semakin rendah.

Tabel 7. Suhu udara di kedua jarak pengukuran

Plot Contoh	Suhu Udara (°C)	
	500 m	1000 m
K	33	33
TR	32,5	32
R	31	30
SR	29,5	29

Berdasarkan Tabel 7 diketahui bahwa suhu terendah yaitu di pekarangan rumah dengan kriteria vegetasi Sangat Rindang (SR) dan tertinggi di pekarangan rumah yang Tidak Rindang (TR). Sejalan dengan hasil ini, hasil penelitian Irwan (1994) menyatakan bahwa vegetasi dapat menurunkan suhu kota di sekitarnya hingga 3,46% di siang hari pada awal musim penghujan. Penurunan suhu udara akan disertai meningkatnya kelembaban udara. Kelembaban udara serta kecepatan dan arah angin pada setiap plot contoh seperti dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil pengukuran parameter fisik udara pada setiap plot contoh

Plot Contoh	Kelembaban (%)		Kecepatan Angin (m/s)		Arah Angin	
	500 m	1000 m	500 m	1000 m	500 m	1000 m
K	73	73	0,65	1,80	Barat Laut	Barat
TR	73	73	0,45	0,85	Barat	Barat Laut
R	78	78	0,35	0,70	Barat Daya	Barat Daya
SR	78	78	0,35	0,60	Barat Daya	Barat Laut

**Peran vegetasi untuk mereduksi partikel debu pencemar**

Sebesar 46,51% responden menyatakan sangat setuju dan 37,21% responden setuju bahwa kualitas fisik lingkungan di Desa Gunung Putri mengalami penurunan. Menurunnya kualitas fisik lingkungan salah satunya ditandai dengan terjadinya pencemaran udara oleh partikel debu. Menurut PP RI No 41 Tahun 1999, tercemarnya udara oleh partikel debu dapat diketahui apabila konsentrasi partikel debu di udara telah melebihi nilai baku mutu debu yang telah ditetapkan (230 µg/Nm³). Hasil penelitian pada Tabel 2 menunjukkan konsentrasi partikel debu di udara sudah melebihi nilai baku mutunya sehingga dapat

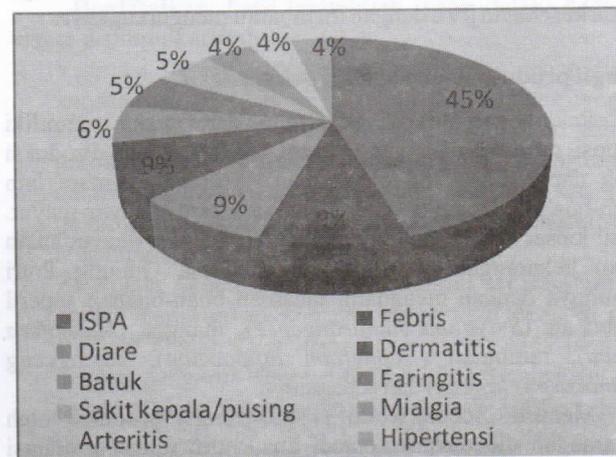
dikatakan bahwa udara di lokasi penelitian telah tercemar oleh partikel debu.

Tingginya konsentrasi partikel debu di udara secara umum dapat menyebabkan kondisi yang mengkhawatirkan bagi kesehatan masyarakat. Sebesar 88,37% responden mendukung bahwa tingginya kadar debu di udara menyebabkan kondisi kesehatan masyarakat cenderung menurun.

Masyarakat Desa Gunung Putri umumnya memanfaatkan lahan pekarangan rumah mereka dengan menanam jenis vegetasi yang menghasilkan buah-buahan seperti jambu air (*Syzigium samarangense*), mangga (*Mangifera indica*), rambutan (*Nephelium lappaceum*), kelengkeng (*Dimocarpus longan*) dan sebagainya. Berdasarkan hasil penelitian yang ditunjukkan oleh Tabel 5, konsentrasi partikel debu di udara dapat direduksi oleh vegetasi yang berada di pekarangan. Sejalan dengan hasil penelitian ini, penelitian Wawo (2009) menyatakan bahwa beberapa jenis tanaman buah (jambu air, mangga dan rambutan) yang mendominasi di Desa Gunung Putri memiliki kemampuan dalam menjerap partikel debu sehingga menurunkan konsentrasinya di udara.

**Peran vegetasi dalam meningkatkan kualitas kesehatan masyarakat**

Dampak dari tercemarnya udara oleh debu bagi kesehatan manusia umumnya menyerang saluran pernapasan/Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA) dan iritasi mata. Hal ini sesuai dengan keadaan 69,77% responden yang menyatakan pernah mengalami ISPA dan 86,05% responden pernah mengalami iritasi mata. Hasil penelusuran data di Puskesmas Kecamatan Gunung Putri, juga menunjukkan bahwa ISPA adalah jenis penyakit yang paling banyak (45,3%) diderita warga di Kecamatan Gunung Putri (Gambar 5).



Sumber : Puskesmas Kecamatan Gunung Putri (2009).

Gambar 5. Jenis penyakit yang didap warga Kec. Gunung Putri tahun 2008.

Setiap warga negara berhak mendapat kesehatan dan kesejahteraan sosial, dan hidup dalam lingkungan fisik, sosial dan budaya yang sehat (DPU 2008). Perilaku masyarakat yang proaktif untuk memelihara dan meningkatkan kualitas kesehatan serta mencegah resiko terjadinya penyakit dapat dilihat dari kepedulian mereka terhadap kualitas dan keberadaan vegetasi di pekarangan rumah. Berdasarkan hasil penelitian, hampir seluruh responden (97,67%) sependapat bahwa semakin hijau pekarangan rumah maka akan semakin besar kemungkinan terhindar dari penyakit yang disebabkan oleh partikel debu sehingga dapat meningkatkan kualitas kesehatan mereka.

**Peran vegetasi dalam estetika dan kesehatan jiwa**

Dahlan (2004) mengatakan bahwa nilai estetika yang muncul dari pekarangan rumah yang hijau dan tertata indah selain bermanfaat untuk pemilik rumah juga dirasakan manfaatnya oleh orang lain, baik tetangga rumah maupun yang melewatinya merasakan kesejukan, kesegaran dan keindahan.

Ukuran, bentuk, warna dan tekstur tanaman serta unsur komposisi dan hubungannya dengan lingkungan sekitarnya merupakan faktor yang mempengaruhi kualitas estetika (Irwan 2005). Tajuk pohon juga berfungsi untuk memberi kesan lembut pada bangunan yang cenderung bersifat kaku. Suatu studi yang dilakukan atas keberadaan hutan kota terhadap nilai estetika menunjukkan bahwa masyarakat bersedia untuk membayar keberadaan hutan kota karena memberikan rasa keindahan dan kenyamanan (Tyrväinen 1998 diacu dalam Tinambunan 2007).

Sebesar 46,51% responden menanggapi sangat setuju dan 44,19% responden setuju terhadap pernyataan sebaiknya masyarakat memiliki pekarangan rumah yang hijau karena selain suasana sejuk, tenang, dan indah yang diciptakan vegetasi, pekarangan juga memberikan kesan alami sehingga secara psikologis vegetasi juga berfungsi untuk kesehatan jiwa dengan membantu mengurangi stress.

**Fungsi produksi oleh vegetasi pekarangan**

Pekarangan adalah ekosistem darat yang memiliki potensi produktivitas yang tinggi (Irwan 1992). Produksi yang dapat dihasilkan oleh lahan pekarangan antara lain buah-buahan, tanaman obat, tanaman hias dan sayur-mayur. Hasil observasi lapang menunjukkan bahwa pemanfaatan lahan pekarangan oleh masyarakat Desa Gunung Putri umumnya dengan menanam tanaman buah-buahan seperti jambu air (*Syzygium samarangense*), mangga (*Mangifera indica*), rambutan (*Nephelium lappaceum*), kelengkeng (*Dimocarpus longan*) dan sebagainya.

Menurut Soemarwotto (1983) fungsi produksi oleh pekarangan dibedakan menjadi dua, yaitu fungsi produksi subsisten dan fungsi produksi komersial. Penggunaan lahan untuk pekarangan di Desa Gunung Putri mengikuti kedua

fungsi tersebut, namun saat ini pekarangan cenderung hanya mengikuti fungsi subsistennya yaitu hasil produksi digunakan untuk keperluan sendiri.

**Fungsi sosial vegetasi pekarangan**

Pekarangan yang indah dan asri merupakan tempat yang nyaman untuk melakukan interaksi sosial baik dengan keluarga, teman, tetangga dan kerabat. Memanfaatkan pekarangan rumah sebagai tempat sarana interaksi sosial akan menciptakan suasana keakraban antar warga. Fungsi sosial dari sebuah pekarangan yang sangat terlihat adalah bahwa pekarangan merupakan simbol status penghuninya (Irwan 1992).

Salah seorang responden yang memiliki pekarangan rumah yang sangat rindang, besar dan asri menjadikan pekarangan rumahnya sebagai tempat berkumpul para keluarga dan kerabatnya secara rutin setiap minggu dengan mengadakan kegiatan arisan keluarga. Responden lain yang memenuhi lahan pekarangannya dengan tanaman obat juga mengemukakan bahwa setiap minggu ia mengadakan kegiatan terapi massal dengan kemampuan pengobatan tradisional yang dimilikinya.

**Kategori Sikap Masyarakat**

Tanggapan yang diberikan responden merupakan data kualitatif. Data tersebut kemudian diubah menjadi data kuantitatif menggunakan skala Likert, sehingga dihasilkan skor sikap masing-masing responden. Berdasarkan hasil perhitungan diketahui bahwa 76,74% responden memiliki sikap yang baik terhadap fungsi RTH tipe pekarangan (Gambar 7).



Gambar 7. Persentase kategori sikap responden.

Sikap masyarakat yang tergolong baik dapat didefinisikan bahwa masyarakat memahami benar fungsi RTH tipe pekarangan, terutama fungsi pekarangan rumah mereka untuk menghalangi banyaknya partikel debu yang akan masuk ke rumah. Mereka menyadari bahwa debu yang masuk kedalam rumah akan berdampak negatif bagi kondisi kesehatan. Tidak ada responden yang bersikap buruk karena pada dasarnya mereka menghendaki pekarangan rumah yang hijau dan asri.

### Hubungan karakteristik responden dengan sikap responden

Karakteristik responden yang diduga mempengaruhi sikap responden adalah umur, pendidikan, pekerjaan dan lama tinggal responden di lokasi penelitian. Hasil analisis uji pengaruh karakteristik responden terhadap pembentukan sikap responden menunjukkan bahwa umur, pekerjaan dan lama tinggal responden di kawasan penelitian memiliki pengaruh yang dalam proses pembentukan sikap (Tabel 10).

Tabel 10. Korelasi antara karakteristik responden dengan kategori sikap

Karakteristik Responden	Korelasi (rs)	P-value
Umur	0,371	0,014 (*)
Pendidikan Formal	-0,033	0,832
Pekerjaan	0,475	0,001 (*)
Lama Tinggal	0,395	0,009 (*)

\*) : Signifikan pada selang kepercayaan 90%.

**Umur** merupakan salah satu faktor internal seseorang yang ikut mempengaruhi fungsi biologis dan psikologis (Sujarwo 2004) sehingga biasanya umur menentukan kematangan seseorang sebelum bertindak. Berdasarkan Tabel 10 hasil uji korelasi *Spearman* (taraf  $\alpha$  0,1;  $r = 0,371$ ), menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara umur responden dengan kategori sikapnya. Semua responden (100%) pada kelas umur > 55 tahun memiliki sikap yang baik terhadap fungsi dan keberadaan pekarangan, hal ini karena mereka lebih sering mengikuti penyuluhan mengenai pentingnya tanaman dan penghijauan untuk menanggulangi permasalahan pencemaran udara sehingga dapat memahami isi penyuluhan yang diberikan serta mempengaruhi sikap mereka.

**Pendidikan formal** responden tidak mempengaruhi pembentukan sikap secara signifikan (taraf  $\alpha$  0,1;  $r = -0,033$ ). Hasil ini dapat dilihat dari perolehan nilai setiap tingkat pendidikan: semua responden dengan tingkat pendidikan SD (100%) memiliki sikap yang baik terhadap pekarangan, responden yang berpendidikan sampai SMA dan Perguruan Tinggi berturut-turut hanya 78,95% dan 75% responden yang bersikap baik, sedangkan responden dengan tingkat pendidikan SMP hanya 58,33% yang bersikap baik. Tidak berpengaruhnya tingkat pendidikan formal terhadap pembentukan sikap menegaskan bahwa walaupun sebagian besar responden berpendidikan tinggi namun tidak berarti mereka mempunyai banyak pengetahuan tentang pencemaran udara oleh debu maupun fungsi pekarangan dalam mereduksi debu. Hal ini dikarenakan terdapat kemungkinan bahwa pemahaman mengenai polusi udara dari partikel debu dan fungsi vegetasi dalam pekarangan

tidak diberikan dalam pendidikan formal yang telah ditempuh oleh sebagian besar responden.

**Pekerjaan.** Hasil uji korelasi pada Tabel 10 menunjukkan pekerjaan mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap sikap masyarakat (taraf  $\alpha$  0,1;  $r = 0,475$ ). Menurut Harihanto (2001), pekerjaan seseorang dapat mempengaruhi persepsi, sikap dan perilaku. Pengaruh ini dapat bersifat langsung maupun melalui pengetahuan dan pengalaman. Seluruh responden dengan jenis pekerjaan PNS, pelajar, POLRI memiliki sikap yang baik terhadap fungsi RTH pekarangan. Sebaliknya, hasil penelitian menunjukkan pegawai industri yang memiliki sikap baik hanya 40%, padahal secara teoritis seseorang yang pekerjaannya berhubungan dengan dampak langsung dari partikel debu pencemar akan memiliki pengetahuan dan pengalaman yang lebih banyak dibanding orang dengan pekerjaan lainnya. Hal ini dapat dikarenakan mereka sudah terbiasa dengan keadaan tempat bekerjanya sehingga tidak terlalu peduli dengan dampak yang akan ditimbulkan.

**Lama tinggal** seseorang di suatu kawasan berkontribusi terhadap tingkat pengalaman dan pengetahuan yang dimilikinya (Harihanto 2001). Berdasarkan hasil analisis (Tabel 10), lama tinggal responden di lokasi penelitian berpengaruh nyata terhadap sikapnya (taraf  $\alpha$  0,1;  $r = 0,395$ ). Semakin lama responden tinggal di lokasi penelitian maka semakin tinggi tingkat pengalaman dan pengetahuannya sehingga semakin baik pula sikap mereka terhadap fungsi dan keberadaan RTH. Sebanyak 86,67% dari responden yang sudah menetap di lokasi penelitian lebih dari 24 tahun bersikap baik terhadap fungsi dan keberadaan pekarangan rumah mereka.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Vegetasi dalam pekarangan mampu menurunkan konsentrasi partikel debu, semakin rindang vegetasi pekarangan maka semakin rendah nilai konsentrasi partikel debu di udara ambien. Keberadaan vegetasi dalam pekarangan memiliki berbagai manfaat untuk meningkatkan kualitas lingkungan yang dirasakan secara langsung oleh masyarakat
2. Parameter vegetasi yang berpengaruh secara signifikan dalam menurunkan konsentrasi partikel debu di udara ambien adalah *Leaf Area Index* (LAI) pada jarak 500 dengan pengaruh sebesar (2762 - 944,8 x) satuan debu ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ ) dan tinggi pohon pada jarak 1000 m dengan pengaruh sebesar (920,4 - 59,66 x) satuan debu ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )
3. Mayoritas responden (76,74%) memiliki sikap yang termasuk kategori baik terhadap fungsi dan keberadaan pekarangan, artinya masyarakat memahami akan

pentingnya memiliki pekarangan rumah, tidak ada responden yang bersikap buruk dan 23,26% responden bersikap sedang

4. Faktor-faktor sosial yang mempengaruhi sikap masyarakat adalah umur, jenis pekerjaan dan lama tinggal. Semakin tua responden maka semakin baik sikapnya, demikian pula halnya dengan lama tinggal, semakin lama responden tinggal semakin baik sikapnya. Pengaruh pekerjaan terhadap sikap berdasarkan interaksi langsung pekerja dengan partikel debu pencemar. Pendidikan formal tidak berhubungan dengan sikap responden.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Aji BS. 2006. Pemetaan Penyebaran Polutan sebagai Bahan Pertimbangan Pembangunan Ruang Terbuka Hijau (RTH) di Kota Cilegon [skripsi]. Bogor: Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor.
- [BMKG] Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Balai Besar Wilayah II Stasiun Klimatologi Darmaga Bogor. 2009. Data Klimatologi Bulan Juni-Juli 2009 dan Data Series Klimatologi Tahun 1978, 1988, 2006 dan 2009. Bogor.
- [BPS] Badan Pusat Statistik Kabupaten Bogor. 2009. Kecamatan Gunung Putri dalam Angka Tahun 2008. Bogor
- Dahlan EN. 1989. Studi Kemampuan Tanaman dalam Menjerap dan Menyerap Timbal Emisi dari Kendaraan Bermotor [tesis]. Bogor: Program Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Dahlan EN. 1992. Hutan Kota untuk Pengelolaan dan Peningkatan Kualitas Lingkungan Hidup. Jakarta: Asosiasi Pengusaha Hutan Indonesia.
- Dahlan EN. 2004. Membangun Kota Kebun (Garden City) Bernuansa Hutan Kota. Bogor: IPB Press.
- [DLLAJR] Dinas Lalu Lintas dan Angkutan Jalan Raya Kabupaten Bogor. 2009. Data Jaringan DLLAJR Kecamatan Gunung Putri Tahun 2008. Bogor.
- Grey GW, FI Deneke. 1978. Urban Forestry. John Wiley and Sons.
- Gunawan W. 1999. Persepsi dan Perilaku Sosial Ekonomi Masyarakat Desa Sinarasa terhadap Pelestarian Sumberdaya Hutan di Taman Nasional Gunung Halimun [skripsi]. Bogor: Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor.
- Harihanto. 2001. Persepsi, Sikap, dan Perilaku Masyarakat Terhadap Air Sungai (Studi Kasus di DAS Kaligarang, Jawa Tengah) [tesis]. Bogor: Program Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Irwan ZD. 1992. Prinsip-prinsip Ekologi dan Organisasi Ekosistem Komunitas dan Lingkungan. Jakarta: Bumi Aksara.
- Irwan ZD. 1994. Peranan Bentuk dan Struktur Hutan Kota terhadap Kualitas Lingkungan Kota [disertasi]. Bogor: Program Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Irwan ZD. 2005. Tantangan Lingkungan dan Lansekap Hutan Kota. Jakarta: Bumi Aksara.
- Loveless AR. 1989. Prinsip-prinsip Biologi Tumbuhan untuk Daerah Tropika (Jilid ke-2). Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara.
- Puskesmas Kecamatan Gunung Putri. 2009. Laporan Tahunan Puskesmas Kecamatan Gunung Putri 2008 (Derajat Kesehatan Masyarakat). Jakarta: UPF Karanggan.
- Saragih GS. 2007. Sikap Masyarakat Kelurahan Pancoran Mas Terhadap Taman Hutan Raya Pancoran Mas, Depok [skripsi]. Bogor: Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor.
- Soemarwoto O. 1983. Ekologi, Lingkungan Hidup dan Pembangunan. Jakarta: Djambatan.
- Sujarwo. 2004. Pengetahuan, Sikap dan Tindakan Masyarakat Sekitar Hutan dalam Pelestarian Hutan (Kasus di Hutan Diklat Tabo-Tabo Kabupaten Pangkep, Provinsi Sulawesi Selatan) [tesis]. Bogor: Program Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Tjasyono B. 1999. Klimatologi Umum. Bandung: Penerbit ITB.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2007 Tentang Penataan Ruang.
- Wawo MFC. 2009. Kemampuan Tiga Jenis Tanaman dalam Menjerap Debu (Studi Kasus di Desa Gunung Putri Kecamatan Gunung Putri, Kabupaten Bogor) [skripsi]. Bogor: Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor.
- [DPU] Departemen Pekerjaan Umum. 2008. Pedoman Penataan Ruang. <http://www.penataanruang.net/pedoman/RTH/Bab3.PDF> [21 Des 2009].
- Kapisa N. 1984. Studi Tentang Hubungan Antara Tinggi Bebas Cabang, Diameter dan Volume Pohon Matoa

(*Pometia spp.*), Kayu Besi (*Intsia spp.*), dan Nyatoh (*Palaquium spp.*) di Areal Hutan Mandopi KPH Manokwari [skripsi]. Papua: Fakultas Pertanian Universitas Cendrawasih.  
<http://www.papuaweb.org/unipa/dlib-s123/kapisa-noak/s1.PDF> [25 Juli 2009].

Tinambunan RS. 2007. Tinjauan Pustaka. <http://www.damandiri.or.id/file/riswandiipbbab2.pdf> [21 Des 2009].

Wood J. 2001. HemiView Application Note: Canopy LAI Calculation. [ftp.dynamax.com/HemiView/LAI/Calculation\\_in\\_Excel/pdf](ftp.dynamax.com/HemiView/LAI/Calculation_in_Excel/pdf) [16 Juli 2009].