



PENGARUH STOMATA DAUN TANAMAN TERHADAP BESARNYA REDUKSI POLUSI UDARA

Nanny Kusminingrum

RINGKASAN

Pertumbuhan lalu lintas dan kepemilikan kendaraan yang tinggi, terutama di kota-kota besar dan menengah di Indonesia dalam dua puluh tahun terakhir ini, disamping meningkatkan gerak ekonomi, juga telah menimbulkan beberapa masalah seperti polusi udara.

Beberapa penelitian telah dilakukan oleh PUSAT LITBANG JALAN untuk mengurangi dampak negatif yang terjadi akibat polusi udara tersebut. Salah satu penelitian yang telah dilakukan, yaitu meneliti dan mengkaji berbagai jenis tanaman jalan dalam hubungannya dengan reduksi polutan dari gas buang kendaraan.

Untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi reduksi polusi udara tersebut, antara lain dengan meneliti korelasi stomata (pori-pori daun) terhadap reduksi polusi udara tersebut.

Dalam penelitian ini setiap tanaman yang akan diteliti, dilakukan pengamatan jumlah stomata yang terdapat pada daun, sehingga dapat diketahui pengaruhnya terhadap reduksi polusi udara yang ada.

SUMMARY

Vehicle growth and car ownership which is high, especially at big cities and at middle cities in Indonesia, at the end of the twenties, one side to increase of economy growth and the other side to make some problems, such as air pollution.

Some researches have done by Research Institute for Road Infrastructure Technology for reducing negative impact caused by this air pollution. One of them, is to research many kinds of road vegetations to reduce air pollution from emission (exhaust pipe of car).

For knowing factors which influence this air pollution reduction, one of them is to research about correlation between the number of leaves stomata and air pollution reduction

In this research, each vegetation which is observed, to calculate number of leaves stomata, therefore is known the effect to air pollution reduction.

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tanaman merupakan elemen lansekap yang penting. Carpenter, Walker dan Lanphear (1975) cit Maria Agustini (1994), menyatakan bahwa dalam dunia lansekap, tanaman memiliki nilai fungsional dan dapat dimanfaatkan untuk peningkatan kualitas lingkungan sehingga menjadi baik.

Nilai fungsional yang dapat dipenuhi tanaman dalam hal ini antara lain, sebagai : kontrol pandangan (visual), sebagai pembatas fisik, sebagai kontrol iklim, pencegah erosi. Pada waktu yang bersamaan,

penanaman tanaman dalam kota dapat meniadakan berbagai tekanan dalam kota yang ditimbulkan manusia, seperti : kebisingan, suhu yang tinggi dan polusi udara

Salah satu penelitian yang telah dilakukan oleh PUSAT LITBANG Teknologi Prasarana Jalan untuk mengurangi dampak negatif yang terjadi akibat polusi udara, yaitu meneliti dan mengkaji berbagai jenis tanaman jalan dalam hubungannya dengan reduksi polutan dari gas buang kendaraan.

Ada berbagai faktor yang mempengaruhi reduksi polusi udara. Salah satu faktor yang perlu dikaji adalah meneliti korelasi stomata terhadap reduksi polusi udara tersebut.

1.2. Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui pengaruh jumlah stomata pada daun terhadap besarnya reduksi polutan

II. STOMATA

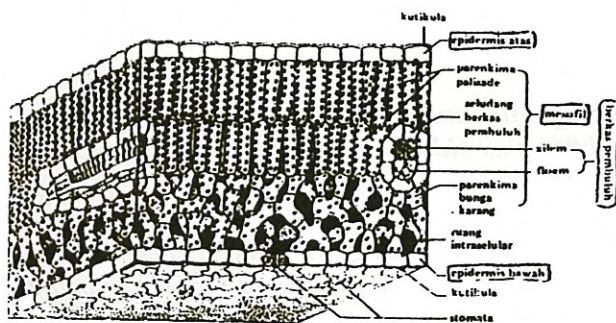
2.1. Pengertian

Stomata (jamak dari stoma) merupakan lubang-lubang berbentuk lensa pada epidermis daun yang bersambungan dengan ruang antar sel dalam daun (SITI SUTARNI, 1985). Selanjutnya MARIA (1994) dan COLIN (1983), menyatakan bahwa stomata merupakan pintu gerbang pertukaran gas dan uap air antara tumbuhan dengan lingkungan luarnya.

Epidermis daun merupakan satu lapisan sel yang tersusun, yang merupakan bagian dari jaringan daun

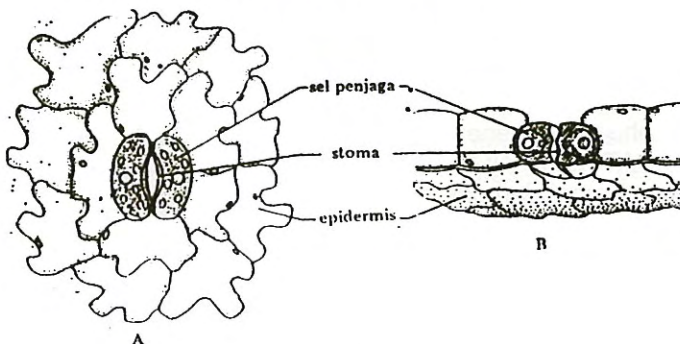
Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini

Gambar 1.
DIAGRAM DAUN



Di bawah ini disajikan irisan melintang daun

Gambar 2.
IRISAN MELINTANG DAUN



Stoma. A: dilihat dari atas. B: dilihat dari penampang melintang.

Sumber : Siti Sutarni. cs, 1985. Botani Umum 2
p : 30

2.2. Mekanisme membuka dan menutup stomata

Membuka menutupnya stomata dan perubahan ukurannya disebabkan oleh perubahan bentuk sel penjaga, yang dibangun sedemikian rupa sehingga kenaikan turgor (tekanan hidrostatik) menyebabkan terbukanya stomata, sedangkan penurunan turgor akan menyebabkan penutupan stomata.

Bila stomata membuka, merupakan jalan utama gas-gas (seperti : uap air, karbon dioksida, oksigen dll) yang bergerak dari daun ke udara atau sebaliknya.

Penampang melintang stomata, dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah ini

Gambar 3
PENAMPANG MELINTANG STOMATA



Keterangan :

A = Sel penjaga sewaktu terbuka
B = Sel penjaga sewaktu tertutup

Sumber : Siti Sutarni. cs, 1985. Botani Umum 2
p : 106

Dinding sel sebelah dalam setiap sel penjaga, yang berbatasan dengan stomata biasanya lebih tebal daripada dinding sebelah luar yang ada di belakangnya. Turgor / tekanan pada sel penjaga akan meningkat manakala air masuk ke dalamnya dari sel-sel di sekitarnya. Pada waktu sel mengembung, dinding sebelah luar yang lebih tipis, meregang lebih banyak daripada dinding dalam yang lebih kaku dan lebih tebal. Dengan demikian dinding luar menekan sel-sel epidermis yang ada di sekitarnya, dengan menarik dinding dalam yang tebal, sehingga menyebabkan peningkatan ukuran stomata

Penurunan turgor pada sel penjaga disebabkan oleh Bergeraknya air ke luar, dan penurunan volume menyebabkan dinding sebelah dalam yang lentur kembali pada keadaan semula, dengan demikian stomata menutup.

Stomata bisa terdapat pada epidermis atas maupun bawah.

Namun jumlah stomata pada epidermis bawah, biasanya lebih banyak dibandingkan pada epidermis atas.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lingkup Kegiatan

a. Persiapan bahan kimia

b. Persiapan peralatan

c. Persiapan tanaman

- Campurkan pupuk kandang dengan tanah subur, dengan perbandingan pupuk kandang : tanah subur = 1 : 3
- Masukkan campuran tersebut ke dalam pot berukuran :
 - diameter = 50 cm
 - tinggi pot = 25 cm
- Tanaman-tanaman yang akan diteliti, ditanam pada pot yang sudah disediakan
- Tanaman yang akan diteliti terdiri dari : 11 (sebelas) jenis tanaman dari kelompok pohon
- Pada saat akan dilakukan penelitian, dilakukan pengamatan:
 - diameter vertikal dan horizontal kerimbunan daun
 - persen kerimbunan daunSehingga dapat dihitung volume kerimbunan daun.
- Setiap tanaman yang akan diteliti, harus mempunyai volume kerimbunan daun yang sama, yaitu 40 dm^3 .

d. Persiapan laboratorium (Rumah kaca)

- ❖ Dipersiapkan ruangan-ruangan kaca yang berukuran $2 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 2 \text{ m}$
- ❖ Terlebih dahulu pada ruangan-ruangan tersebut dilakukan pra penelitian, untuk mendapatkan :
 - waktu hembusan
 - interval hembusan
 - flow hembusan (laju alir udara dalam liter/menit)

Sumber gas buang yang dijadikan simulasi ini yaitu generator dengan bahan bakar solar.

Dari penelitian ini diinginkan konsentrasi NO_x yang dihasilkan adalah dua kali ambang yang diizinkan ($= 0,10 \text{ ppm}$). Hal ini disebabkan konsentrasi polutan tersebut di kota-kota besar dengan lalu lintas cukup tinggi sudah mencapai nilai tersebut. Sehingga dari simulasi ini diharapkan mendapatkan gambaran dalam penanganannya sesuai dengan kondisi lapangan yang ada.

3.2. Pengamatan/pengukuran

Pengamatan/pengukuran yang dilakukan, meliputi :

- a. Data visual tanaman, yaitu :
- Jenis tanaman
 - Tinggi tanaman (cm)
 - Diameter vertikal dan horizontal kerimbunan daun (cm)
 - Persen kerimbunan daun (%)
- b. Data iklim, yaitu :
- Temperatur udara ($^{\circ}\text{C}$)
 - Kelembaban udara (%)

c. Konsentrasi polutan NO_x (ppm)

3.3. Cara kerja

- Setiap tanaman yang sudah dipersiapkan dimasukkan ke dalam ruangan, secara random sampling.
- Ruangan dihembus, dengan : waktu, interval dan flow hembusan tertentu (sesuai hasil pra penelitian), sehingga dicapai konsentrasi NO_x rata-rata dalam ruangan sekitar $0,10 \text{ ppm}$.
- Lakukan pengukuran konsentrasi NO_x , temperatur udara dan kelembaban udara di dalam ruangan penelitian pada saat :
 - segera setelah penghembusan
 - satu jam setelah penghembusan
 - dua jam setelah penghembusan
- Dalam pengukuran NO_x digunakan metoda Griess – Saltzman (James P Lodge, JR, 1989)

3.4. Perumusan Hypotesa

Jumlah stomata mempengaruhi besarnya reduksi polusi udara

3.5. Rancangan Analisis

Untuk menjawab hypotesis, dalam penelitian ini digunakan rancangan dasar Rancangan Acak Kelompok (RAK)

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Pra penelitian

Dari hasil pra penelitian, untuk mendapatkan konsentrasi NO_x rata-rata $0,10 \text{ ppm}$, dicapai dengan :

- Waktu hembusan : 6 menit
- Interval hembusan : setiap 3 jam sekali
- Flow hembusan : $1,5 \text{ liter/menit}$

Hasil pra penelitian tersebut, digunakan sebagai dasar dalam penelitian yang dilaksanakan.

4.2. Penelitian dan pembahasan

Evaluasi dilakukan untuk data :

- Segera setelah penghembusan
- Satu jam setelah penghembusan
- Dua jam setelah penghembusan

4.2.1. Segera setelah penghembusan

Konsentrasi NO_x rata-rata pada ruangan kontrol pada saat segera setelah penghembusan adalah $0,117 \text{ ppm}$

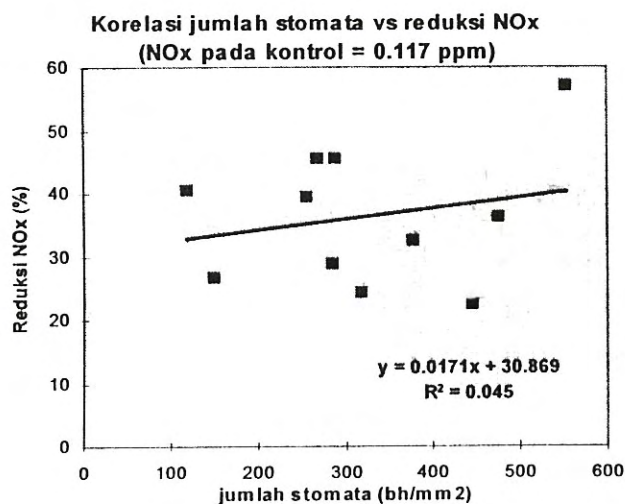
Analisa data hubungan antara jumlah stomata tanaman dengan pengurangan konsentrasi NO_x dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini

Tabel 1.
KORELASI JUMLAH STOMATA TANAMAN TERHADAP
PERSEN PENGURANGAN NO_x PADA RUANGAN
Dengan konsentrasi nox rata-rata = 0,117 ppm

NO	JENIS TANAMAN	JUMLAH STOMATA RATA-RATA (bh/m ²)	PENGURANGAN NO _x (%)
1.	Felicism	552,99	57.18
2.	Acret	288,02	45.61
3.	Ganitri	268,93	45.60
4.	Kembang Merak	118,51	40.61
5.	Bungur	256,44	39.58
6.	Galinggem	475,50	36.37
7.	Pohon Saputangan	376,23	32.47
8.	Kupu-kupu	285,66	28.92
9.	Tanjung	150,09	26.68
10.	Cempaka	317,06	24.40
11.	Asam Kranji	445,19	22.41

Untuk lebih jelasnya hubungan antara jumlah stomata terhadap reduksi No_x dapat dilihat pada Grafik di bawah ini

Gambar 4.
GRAFIK JUMLAH STOMATA TERHADAP REDUKSI NO_x



Berdasarkan Tabel 1 di atas, menunjukkan bahwa :

1. Korelasi antara jumlah stomata dengan besarnya reduksi NO_x, diperoleh nilai yang rendah ($R^2 = 0.045$). Karena itu dari hasil analisa tersebut menunjukkan bahwa bila ruangan dengan konsentrasi NO_x rata-rata sekitar dua kali lipat dari ambang yang diizinkan (yaitu 0.117 ppm), ternyata tidak ada korelasi antara jumlah stomata dengan reduksi NO_x
2. Suatu jenis tanaman mempunyai kemampuan tertentu dalam mereduksi polusi udara, dimana bahkan dengan jumlah stomata lebih rendah dari yang lainnya, ternyata reduksi NO_x nya lebih besar.

Contoh :

Tanaman Kembang Merak dengan jumlah stomata rata² = 118.51 bh/mm², ternyata kemampuan mereduksi NO_x rata-rata sebesar = 40.61 %.

Hal ini menunjukkan nilai yang lebih besar dibandingkan dengan tanaman Asam Kranji yang mempunyai jumlah stomata rata-rata = 445.19 bh/mm² yang hanya mereduksi NO_x sebesar 22.41 % saja. Demikian pula untuk jenis tanaman lainnya, dapat dilihat pada Tabel 1 di atas.

4.2.2. Satu jam setelah penghembusan

Konsentrasi NO_x rata-rata pada ruangan kontrol pada saat satu jam setelah penghembusan adalah 0,089 ppm

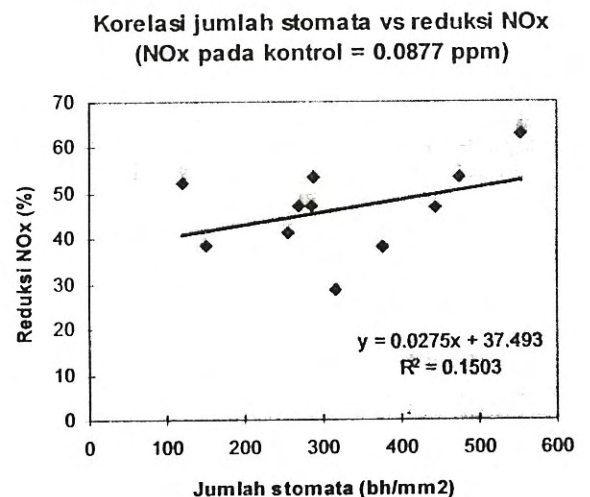
Korelasi antara jumlah stomata dengan reduksi NO_x pada ruangan dengan konsentrasi NO_x rata-rata = 0.089 ppm, dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 5 di bawah ini.

Tabel 2.
KORELASI JUMLAH STOMATA TANAMAN TERHADAP
PERSEN PENGURANGAN NO_x PADA RUANGAN
Dengan konsentrasi NO_x rata-rata = 0,0877 ppm

NO.	JENIS TANAMAN	JUMLAH STOMATA RATA-RATA (bh/m ²)	PENGURANGAN NO _x (%)
1.	Felicism	552,99	63.07
2.	Galinggem	475,50	53.48
3.	Acret	288,02	53.40
4.	Kembang Merak	118,51	52.25
5.	Kupu-kupu	285,66	47.17
6.	Ganitri	268,93	47.07
7.	Asam Kranji	445,19	46.74
8.	Bungur	256,44	41.31
9.	Tanjung	150,09	38.53
10.	Pohon Saputangan	376,23	38.08
11.	Cempaka	317,06	28.69

Untuk lebih jelasnya hubungan antara jumlah stomata terhadap reduksi NO_x dapat dilihat pada Grafik di bawah ini

Gambar 5.
GRAFIK JUMLAH STOMATA TERHADAP REDUKSI NO_x



Berdasarkan Tabel 2 dan Gambar 5 di atas, menunjukkan bahwa :

1. Korelasi antara jumlah stomata dengan besarnya reduksi NO_x, diperoleh nilai yang rendah ($R^2 = 0.1503$). Hal ini menunjukkan bahwa jumlah stomata pengaruhnya kecil sekali terhadap reduksi NO_x
2. Kemungkinan adanya aspek lain yang mempengaruhi besarnya reduksi polutan NO_x, seperti :
 - Laju transpirasi (penguapan)
Dimana laju transpirasi ini antara lain ditentukan oleh ketebalan daun
 - Konduktans stomata (kemampuan stomata dalam melalukan gas).
Hal ini untuk setiap tanaman mempunyai Kemampuan tertentu.

Sehubungan dengan hal tersebut, maka perlu dikaji lebih mendalam mengenai keterkaitan antara parameter-parameter tersebut dengan reduksi NO_x

4.2.3. Dua jam setelah penghembusan

Konsentrasi NO_x rata-rata pada ruangan kontrol pada saat dua jam setelah penghembusan adalah 0,0561 ppm

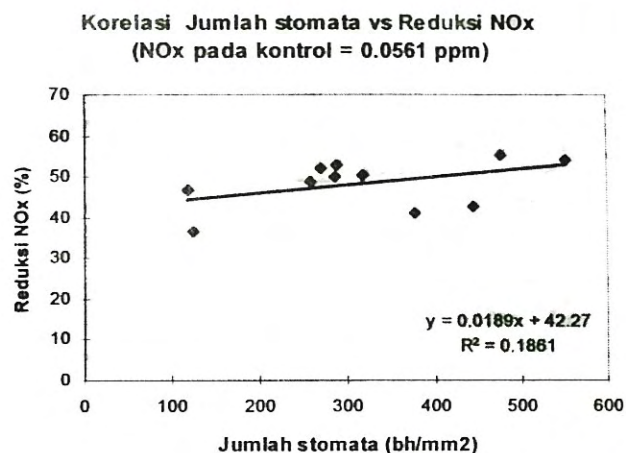
Pada Tabel 3 dan Gambar 6 di bawah ini, disajikan korelasi jumlah stomata dan reduksi polutan NO_x pada ruangan dengan konsentrasi NO_x rata-rata = 0,0561 ppm

Tabel 3.
KORELASI JUMLAH STOMATA TANAMAN TERHADAP PERSEN PENGURANGAN NO_x PADA RUANGAN Dengan konsentrasi NO_x rata-rata = 0,0561 ppm

NO	JENIS TANAMAN	JUMLAH STOMATA RATA-RATA (bh/mm ²)	PENGURANGAN NO _x (%)
1.	Galinggem	475,50	55.47
2.	Felcium	552,99	54.17
3.	Acret	288,02	52.94
4.	Gantri	268,93	51.95
5.	Cempaka	317,06	50.52
6.	Kupu-kupu	285,66	50.09
7.	Bungur	256,44	48.98
8.	Kembang Merak	118,51	46.92
9.	Asam Kranji	445,19	42.54
10.	Pohon Saputangan	376,23	41.04
11.	Tanjung	122,97	36.55

Untuk lebih jelasnya hubungan antara jumlah stomata terhadap reduksi NO_x dapat dilihat pada Grafik di bawah ini

Gambar 6.
GRAFIK JUMLAH STOMATA TERHADAP REDUKSI NO_x



Dari Tabel 3 dan Gambar 6 di atas, menunjukkan bahwa :

1. Nilai derajat keeratan = $R^2 = 0.1861$
Hal ini menunjukkan bahwa antara jumlah stomata dengan reduksi polusi udara, derajat keeratannya kecil sekali. Atau dapat dikatakan bahwa jumlah stomata pengaruhnya kecil terhadap besarnya reduksi polusi udara (NO_x)
2. Tanaman Felcium, masih tetap merupakan jenis tanaman yang mempunyai reduksi polusi udara (NO_x) tertinggi, dengan jumlah stomata yang paling tinggi dibandingkan dengan ke sepuluh jenis tanaman lainnya.

V. KESIMPULAN

1. Pada beberapa tanaman yang di-uji, jumlah stomata daun pengaruhnya kecil terhadap pengurangan polusi udara (NO_x). Namun demikian, pada umumnya makin besar jumlah stomata, makin besar reduksi NO_x
2. Faktor jenis tanaman ikut menentukan besarnya reduksi NO_x dari udara.
 - Tanaman Kembang Merak dengan jumlah stomata rata-rata paling kecil dibandingkan dengan ke sepuluh jenis tanaman lainnya, yaitu hanya sebesar 118.51 bh/mm², ternyata menunjukkan potensi mereduksi NO_x yang cukup tinggi
 - Pada tanaman Felcium dan Galinggem, dengan jumlah stomata rata-rata lebih besar dibandingkan dengan ke sembilan jenis tanaman lainnya, yaitu sebesar 552.99 bh/mm² dan 475.50 bh/mm², ternyata menunjukkan potensi mereduksi NO_x yang cukup tinggi

3. Kemungkinan adanya aspek lain yang mempengaruhi besarnya reduksi polutan NO_x, seperti :
 - Laju transpirasi (penguapan)
Dimana laju transpirasi ini antara lain ditentukan oleh ketebalan daun
 - Konduktans stomata (kemampuan stomata dalam **melakukan** gas).
Hal ini untuk setiap tanaman mempunyai kemampuan tertentu.
 - Luas stomata daun

Sehubungan dengan hal tersebut, maka perlu dikaji lebih mendalam mengenai keterkaitan antara parameter-parameter tersebut dengan reduksi NO_x

VI. DAFTAR PUSTAKA

1. James P Lodge, Jr, 1989. **Methods of Air Sampling and Analysis**. Third Edition. Printed in The United States of America. Lewis Publisher, Inc. p : 389 - 393
2. Maria Agustini, 1994. **Identifikasi Ciri Arsitektur dan Kerapatan Stomata 25 Jenis Pohon Suku Leguminosae untuk Elemen Lansekap Tepi Jalan**. Jurusan Budidaya Pertanian. Fakultas Pertanian – IPB.
3. Nizar Nasrullah, DR,Ir,M.Agr., 1997. **Studi Kemampuan Tanaman Jalan Raya dalam Menyerap Polusi Udara (NO₂)**. Riset Unggulan Terpadu III. Bidang Teknologi Perlindungan Lingkungan. Kantor Menteri Negara Riset dan Teknologi.
4. Siti Sutarmi Tjitrosoono, Prof. DR.Ir.MSc, dkk., 1985. **Botani Umum 2**. Penerbit Angkasa, Bandung.

Penulis :

Ir. Nanny Kusminingrum, Peneliti Madya Bidang Lingkungan Jalan, Pada PusLitbang Prasarana Transportasi