

Pengaruh Pencemaran Udara Terhadap Jumlah dan Ukuran Stomata Pada Tanaman Peneduh Tepi Jalan di Kota Madiun

Angga Rahabistara Sumadji

Program Studi PSDKU Biologi - Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya (Kampus Kota Madiun)

Abstract— Stomata adalah celah pada jaringan epidermis yang diapit oleh dua sel epidermis khusus yang disebut sel penutup. Dengan terjadinya perubahan bentuk sel penutup, maka terjadi pembukaan dan penutupan celah. Stomata memegang peranan penting dalam proses fotosintesis, selain pertukaran gas CO₂, stomata juga merupakan bagian tanaman tempat penyerapan polutan dan secara langsung dapat berinteraksi dengan jaringan mesofil. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah dan ukuran stomata pada tanaman peneduh tepi jalan yang ada di kota Madiun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata panjang dan lebar stomata pada tanaman peneduh tepi jalan, baik permukaan atas maupun permukaan bawah daun termasuk dalam kriteria ukuran yang kurang panjang (< 20 μm), untuk jumlah stomata tanaman reratanya berkisar dibawah 100 stomata per tanaman.

Kata kunci: tanaman peneduh tepi jalan, ukuran stomata, kota Madiun

I. PENDAHULUAN

Pencemaran udara merupakan masalah lingkungan yang cukup penting dewasa ini. Di beberapa kota industri pencemaran sudah mencapai tingkat yang cukup merugikan. Pencemaran udara terjadi jika udara di atmosfer dicampuri dengan zat atau radiasi yang berpengaruh buruk terhadap organisme hidup dan jumlah pengotoran ini cukup banyak, sehingga tidak dapat diabsorpsi atau dihilangkan (Hidayati, 2009).

Kegiatan transportasi dan industri yang ada di suatu kota dapat menghasilkan limbah berupa asap, gas-gas beracun, ataupun partikulat debu yang dapat mencemari udara dan lingkungan di sekitarnya. Molekul yang di hasilkan oleh adanya aktifitas industri dan transportasi antara lain SO₂, NO₂, CO₂, O₃, hidrokarbon, dan logam-logam berat seperti timbal (Pb), seng (Zn) dan cadmium (Cd). Molekul tersebut terdapat pada emisi gas buang kendaraan baik dalam bentuk padat dan cairan yang dapat mengendap dalam partikel debu (Rachmawati, 2006).

Kota Madiun merupakan salah satu kota di Provinsi Jawa Timur yang terletak pada 111° BT - 112° BT dan 7° LS - 8° LS. Wilayah Kota Madiun mempunyai luas 33,23 km² yang terbagi menjadi 3 (tiga) kecamatan, yaitu Kecamatan Manguharjo, Kecamatan Taman, dan Kecamatan Kartoharjo. Jumlah kendaraan yang ada di Kota Madiun mengalami peningkatan setiap tahunnya seiring bertambahnya jumlah penduduk usia muda yang mulai menggunakan kendaraan untuk aktifitas sehari-hari. Dari peningkatan jumlah kendaraan tersebut maka terjadi juga peningkatan jumlah gas buang atau emisi kendaraan (Tokan, 2015) (Tabel 1).

Tabel 1. Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis Kendaraan di Kota Madiun, Tahun 2017

No	Jenis kendaraan	Kecamatan Kota Madiun								
		Manguharjo			Taman			Kartoharjo		
		Pribadi	Binas	Umum	Pribadi	Binas	Umum	Pribadi	Binas	Umum
1	Sabu	449	9	3	1004	1	45	67	5	5
2	Jeep	262	-	-	519	3	-	292	3	-
3	Sejuta	2688	34	5	5871	35	41	1316	111	6
4	Bns	11	2	3	29	3	206	17	11	7
5	Truk	641	4	100	1739	13	308	379	95	61
6	Sepe Motor	25395	56	-	46058	197	-	30155	1045	-
7	Abit Dewa	61	-	-	5	-	-	-	-	-

Sumber: Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Madiun, tahun 2019

Emisi gas buang dapat mempengaruhi kesehatan bagi masyarakat yang tinggal di daerah tercemar, termasuk mempengaruhi pertumbuhan dari tanaman yang ada di suatu perkotaan. Dampak pencemaran udara terhadap tanaman yang tumbuh di daerah dengan tingkat pencemaran udara tinggi dapat menyebabkan terganggunya pertumbuhan tanaman dan rawan penyakit, antara lain klorosis, nekrosis, dan bintik hitam (Rachmawati, 2006).

Menurut Anisa (2019) partikulat yang terdeposisi di permukaan tanaman dapat menghambat proses fotosintesis. Terjadinya gangguan pencemaran terhadap tumbuhan dapat digolongkan dalam dua kategori yaitu pencemaran secara primer dan pencemaran secara sekunder. Gangguan secara primer

adalah terjadinya kontak langsung antara sumber pencemar dengan bagian-bagian permukaan tumbuhan secara langsung sehingga dapat mengganggu dan menutupi lapisan epidermal yang membantu sistem penguapan pada tumbuhan. Gangguan secara sekunder adalah gangguan yang terjadi pada tumbuhan karena pencemaran yang mengganggu pada sistem akar, terjadi karena penumpukan pencemar pada tanah dan permukaan air.

Stomata adalah celah pada jaringan epidermis yang diapit oleh dua sel epidermis khusus yang disebut sel penutup. Dengan terjadinya perubahan bentuk sel penutup, maka terjadi pembukaan dan penutupan celah. Stomata memegang peranan penting dalam proses fotosintesis, selain pertukaran gas CO₂, stomata juga merupakan bagian tanaman tempat penyerapan polutan dan secara langsung dapat berinteraksi dengan jaringan mesofil. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah dan ukuran stomata pada tanaman peneduh tepi jalan yang ada dikota Madiun.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di 4 (empat) jalan yang dianggap mewakili lokasi pada jalan utama di Kota Madiun. Pada lokasi tersebut banyak ditemukan pohon peneduh tepi jalan dan jalur tersebut digunakan untuk berjalan kaki. Jalur-jalur tersebut meliputi:

- a) Jalur A : Jalan Agus Salim
- b) Jalur B : Jalan Yos Sudarso
- c) Jalur C : Jalan Panglima Sudirman
- d) Jalur D : Jalan Pahlawan

Sampel daun yang diambil adalah daun yang terkena cahaya matahari langsung dan telah membuka sempurna. Pengamatan dilakukan terhadap jumlah stomata tiap bidang pandang, panjang stomata dan lebar stomata. Hasil stomata dari daun yang diperoleh dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kerapatan stomata} = \frac{\text{Jumlah stomata}}{\text{Satuan luas bidang pandang}}$$

Rumus luas bidang pandang:

$$\frac{1}{4} \pi d^2 = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,5^2 = 0.19625 \text{ mm}^2$$

$$\text{Indeks stomata} = \frac{\text{Jumlah stomata}}{\text{Jumlah stomata} + \text{sel epidermis}}$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Ukuran Stomata

Pencemaran udara merupakan salah satu masalah yang serius dan keberadaannya semakin lama mengalami peningkatan. Salah satu bentuk dampak negatifnya yaitu sulitnya untuk memperoleh udara berkualitas baik dan bersih. Pencemaran udara yang

terjadi merupakan masalah pencemaran lingkungan yang terberat bagi daerah perkotaan. Akibat pencemaran udara dapat membahayakan kesehatan manusia dan kelestarian tanaman (BAPEDAL, 1999). Peningkatan polusi atau pencemaran udara pada umumnya diakibatkan adanya emisi kendaraan, aktivitas industri, penambahan kepadatan penduduk, kurangnya hutan atau taman kota (Munir, dkk., 2019).

Kontribusi polutan sebagian besar berasal dari hasil pembuangan kendaraan yang melewati jalan, hasil-hasil buangan dari aktivitas industri dan transportasi di kota dibagi menjadi 2 bagian, yaitu gas dan partikulat. Pencemar gas antara lain berupa karbon monoksida (CO), sulfur oksida (SO_x), nitrogen oksida (NO_x), dan hidrokarbon (HC). Adapun pencemaran berupa partikulat berupa asap, kabut, dan debu (Mutaqin, dkk., 2016).

Campbell, dkk. (1999) menjelaskan bahwa, sebagian besar tumbuhan, memiliki stomata yang lebih banyak di permukaan bawah daun dibandingkan dengan permukaan atas. Adaptasi yang terjadi pada stomata tanaman akan meminimalkan kehilangan air yang terjadi lebih cepat melalui stomata pada bagian atas suatu daun yang terkena matahari (Hidayati, 2009). Menurut Hidayati (2009) jumlah kerapatan stomata di bawah permukaan daun lebih tinggi dibandingkan di atas daun pada jenis tanaman peneduh jalan, sehingga semakin tinggi jumlah kerapatan stomata, semakin tinggi pula potensi menyerap logam berat atau partikel di udara.

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap ukuran (µm) dan kerapatan (per mm²) stomata tanaman peneduh tepi jalan, diperoleh hasil seperti yang tersaji pada tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata Ukuran Stomata Tanaman Peneduh Tepi Jalan Kota Madiun

No.	Nama Tanaman	Rata-rata Panjang Stomata (µm)		Rata-rata Lebar Stomata (µm)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
1.	Angsana	16,78	18,34	5,39	7,89
2.	Beringin	13,20	11,89	5,56	2,40
3.	Gilungun	15,39	16,78	4,67	5,78
4.	Gaual	13,22	14,78	4,56	4,67
5.	Camara Udang	13,56	15,56	3,20	3,78

Berdasarkan tabel rata-rata ukuran stomata (Tabel 2) menunjukkan bahwa rata-rata panjang dan lebar stomata pada semua jenis tanaman yang diamati, baik permukaan atas maupun permukaan bawah daun termasuk dalam kriteria ukuran yang kurang panjang (< 20 µm). Ukuran panjang stomata tersebut berkisar antara 13,20 – 18,34 µm dan lebarnya berkisar antara 3,20 – 7,89 µm. Adanya perbedaan ukuran stomata dari tanaman peneduh, berdasarkan atas kemampuan stomata

tanaman tersebut untuk membuka yang tentunya sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Sebagian besar bahan-bahan pencemar udara mempengaruhi tanaman melalui daun (Munir, dkk., 2019).

Mekanisme tanaman untuk bertahan dari zat pencemar udara adalah melalui pergerakan membuka dan menutupnya stomata. Membuka dan menutupnya stomata merupakan mekanisme adaptasi sehingga tanggapan terhadap konsentrasi gas yang diemisikan oleh kendaraan bermotor yang bersifat toksik terhadap tanaman dapat diminimalkan (Munir, dkk., 2019).

Ketika stomata menerima intensitas cahaya matahari yang terlalu banyak maka stomata akan mengurangi pembukaan porusnya yang bertujuan untuk meminimalisir kehilangan H₂O dari daun akibat transpirasi. Sebagaimana diketahui bahwa H₂O merupakan bahan dalam proses fotosintesis. Sebaliknya pada posisi ternaung stomata harus mengoptimalkan pembukaan porusnya yang bertujuan untuk menyerap CO₂ untuk keperluan fotosintesis. Pembukaan porus stomata yang maksimal ini dipengaruhi pula oleh kerapatan stomata yang rendah sehingga untuk memperoleh CO₂ yang tercukupi yaitu dengan cara memaksimalkan pembukaan stomata (Munir, dkk., 2019).

Haryanti dan Meirina (2009) dalam penelitiannya mengatakan, bahwa ketika intensitas cahaya meningkat maka porus stomata akan mulai menyempit secara perlahan untuk mengurangi transpirasi. Zat pengatur tumbuh yang terdapat dalam tanaman juga mempengaruhi proses pembukaan dan penutupan stomata. Jika daun tanaman mengalami kekurangan air, ABA di dalam jaringan akan mengalami peningkatan. Jika daun tanaman mengering normal secara perlahan-lahan ABA meningkat sebelum akhirnya stomata menutup. Penutupan ini diduga karena responnya terhadap rawan air melalui peranan ABA. Pada sore hari cahaya matahari mulai berkurang intensitasnya, sehingga suhu lingkungan menjadi turun, porus stomata mulai membesar lagi tapi tidak semaksimal pembukaan pada pagi hari karena sore sampai malam hari secara perlahan stomata akan menutup kembali (Haryanti dan Meirina, 2009).

B. Jumlah Stomata

Stomata ditemukan pada bagian tumbuhan yang berhubungan dengan udara terutama pada bagian daun tanaman. Pada daun yang berfotosintesis, stomata ditemukan di kedua permukaan daun, atau hanya dipermukaan sebelah bawah. Pada daun yang pertulangannya sejajar stomata tersusun dalam barisan yang sejajar. Berdasarkan hasil pengamatan jumlah stomata tanaman peneduh tepi jalan, diperoleh hasil seperti yang tersaji pada tabel 3.

Tabel 3. Jumlah Stomata Tanaman Peneduh Tepi Jalan Kota Madiun

No.	Nama Tanaman	Rerata Jumlah Stomata
1.	Angsana	60,8
2.	Beringin	70,4
3.	Glodogan	85,9
4.	Gamal	49,6
5.	Cemara Udang	51,3

Berdasarkan hasil penelitian dapat dilihat bahwa pada tanaman peneduh tepi jalan di kota Madiun rata-rata jumlah stomatanya di bawah 100 dan letak stomata tanaman peneduh tersebut berada di bagian bawah daun. Hal ini sesuai dengan teori bahwa stomata tanaman yang berfotosintesis, letaknya stomata dapat ditemukan di kedua permukaan daun, atau hanya dipermukaan sebelah bawah. Pada daun yang pertulangannya sejajar stomata tersusun dalam barisan yang sejajar (Merdekawati, 2015).

Stomata yang terletak di bagian bawah daun tanaman berguna untuk mempertahankan suhu tubuh tanaman agar tidak terlalu panas karena sinar matahari langsung, selain itu permukaan atas daun yang terpapar langsung dengan sinar matahari dapat menyebabkan tanaman kehilangan banyak air. Menurut Afa dan Sudarsono (2014) hal ini dipengaruhi oleh aktivitas fisiologis tanaman dengan cara penghindaran stomata terhadap paparan langsung cahaya matahari sehingga stomata lebih banyak terdapat di bawah permukaan daun. Hal yang sama dikemukakan oleh Cambpbell, dkk. (1999) bahwa stomata pada sebagian besar tumbuhan lebih terkonsentrasi pada permukaan bagian bawah daun, yang mengurangi transpirasi karena permukaan bagian bawah menerima lebih sedikit cahaya matahari dibanding dengan permukaan atas.

Haryanti dan Meirina (2009) mengemukakan kegiatan transpirasi tanaman terpengaruh oleh faktor luar dan dalam. Faktor luar seperti kecepatan angin, cahaya, air, kelembaban udara, suhu dan tekanan udara. Faktor dalam misalnya ketebalan daun, jumlah stomata/mm², adanya kutikula, banyak sedikitnya trikoma/bulu daun dan bentuk serta lokasi stomata di permukaan. Sel epidermis yang menjadi sel tetangga tidak mempunyai klorofil, sedangkan sel penutup stomata mengandung klorofil, fosfat organik, enzim posporilase dan waktu pagi masih kedapatan adanya sedikit amilum di dalamnya.

Sel-sel pengawal yang mengelilingi stomata mengendalikan pembukaan dan penutupan stomata.

Penutupan stomata penting untuk mencegah kehilangan air pada waktu persediaan air terbatas, tetapi sekaligus membatasi pengambilan CO₂ untuk fotosintesis. Kebanyakan spesies tanaman budidaya di tanam di tempat yang mendapat radiasi matahari penuh akan memiliki stomata pada kedua permukaan daun (Gardner, dkk., 2008).

IV. KESIMPULAN

Rata-rata panjang dan lebar stomata pada tanaman peneduh tepi jalan, baik permukaan atas maupun permukaan bawah daun termasuk dalam kriteria ukuran yang kurang panjang (< 20 µm), untuk jumlah stomata tanaman reratanya berkisar dibawah 100 stomata per tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Afa, L. O dan W. A. Sudarsono. 2014. Pengaruh Naungan Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kolesom (*Talinum triangule* (Jacq.) Willd). *Jurnal Agriplus*. 24(2): 144-151.
- Anisa, S. 2019. Pengaruh Pencemaran Udara terhadap Kerapatan Stomata pada Daun Mahoni (*Swietenia mahagoni* L. Jacq) Sebagai Tanaman Pelindung di Bandar Lampung. *Skripsi*. Jurusan Pendidikan Biologi. Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan. Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
- BAPEDAL. 1999. *Catatan Kursus Pengelolaan Kualitas Udara*. Badan Pengendalian Dampak Lingkungan. Jakarta.
- Campbell, N. A., J. B. Reece dan L. G. Mitchell. 1999. *Biologi*. Erlangga. Jakarta.
- Gardner, F. P., R. B. Pearce dan R. L. Mitchell. 2008. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Haryanti, S. dan T. Meirina. 2009. Optimalisasi Pembukaan Porus Stomata Daun Kedelai (*Glycine max* (L) Merrill) pada Pagi Hari dan Sore. *Jurnal Bioma*. 11(1):11-16.
- Hidayati, S. R. 2009. Analisis Karakteristik Stomata, Kadar Klorofil dan Kandungan Logam Berat pada Daun Pohon Pelindung Jalan Kawasan Lumpur Porong Sidoarjo. *Skripsi*. Jurusan Biologi. Fakultas Sinstek Dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Malang. Malang.
- Merdekawati, R. P. 2015. Jumlah dan Ukuran Stomata Pada Daun Glodokan (*Polyalthia longifolia*) di Jalan Tun Abdul Razak dan Di Area Kampus UIN Alauddin Makassar. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi. UIN Alaudin Makassar.
- Munir, A., L. Darlian dan S. Nurjaya. 2019. Studi Morfologi Stomata Daun Glodokan (*Polyalthia longifolia* Sonn) pada Lingkungan Berbeda. *Jurnal Bionature*. 20(2): 109 – 115.
- Mutaqin, A. Z., R. Budiono., T. Setiawati., M. Nurzaman dan R. S. Fauzia. 2016. Studi Anatomi Stomata Daun Mangga (*Mangifera indica*) Berdasarkan Perbedaan Lingkungan. *Jurnal Biodjati*. 1(1): 13 – 18.
- Rachmawati. 2006. Uji Pencemaran Udara Oleh Partikulat Debu Di Sekitar Terminal Lebak Bulus Berdasarkan Bioindikator Stomata pada Tanaman Glodogan (*Polyalthia longifolia*). *Skripsi*. Program Studi Biologi. Jurusan MIPA. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta.
- Tokan, C. A. C. 2015. Pengendalian Pencemaran Udara Melalui Pengelolaan Ruang Terbuka Hijau (RTH) Di Kota Yogyakarta. *Skripsi*. Program Studi Ilmu Hukum. Fakultas Hukum. Universitas Atmajaya Yogyakarta. Yogyakarta.