

Original Research Paper

Traffict Density Affects Stomatal Character of Tanjung Plant (*Mimusops elengi*, L.) in Mataram City

Baiq Wiwik Purnama Sari¹, Prapti Sedijani^{1*}, I Gde Mertha¹

¹Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Mataram

Article History

Received : October 14th, 2020

Revised : October 22th, 2020

Accepted : December 28th, 2020

Published : January 02th, 2021

*Corresponding Author:

Prapti Sedijani,

Program Studi Pendidikan

Biologi FKIP Universitas

Mataram, Mataram, Indonesia;

Email: praptisedijani@unram.ac.id

Abstract: Increase in traffic density increases air pollution. Air pollution affects plant life physiologically, for the long run it could be morfologically, one of whichs is the stomatal characters. This research aimed to determine the influence of traffic density difference to the stomatal characteristic of Tanjung leaves (*Mimusops elengi* L.) in Mataram City. Sampling was carried out on 4 designated locations including the Unram Library (control) that has no traffic density, Jl. Dr. Sudjono (Low traffic), Jl. Ahmad Yani and Jl. Majapahit (high traffic). The method used was Post ex Facto, Purposive sampling. The measured parameters included the number of stomata, the number of open and closed stomata, the stomatal index, the stomatal size and the aperture size of the stomata. The research data was analyzed in a qualitative description and in a quantitative description using analysis of Varian (ANOVA). The results showed that the traffic density reduces the number of stamata as well as their size, the number of opened and increased the number of closed stomata, increases stomatal index due to stomatal damage and reduces stomatal aperture in Mataram city. It is concluded that traffic density affects stomatal haracter tanjung plant. Thrence, this finding reveals that stomatal character of tnajjung plant can be used as air pollution bioindicator.

Keywords: Traffic Density, Air Pollution, Stomata, Tanjung Plant (*Mimudue sops elengi* L.)

Pendahuluan

Peningkatan jumlah kendaraan bermotor menyebabkan bertambahnya polutan yang mengakibatkan udara menjadi tercemar. Polutan berasal dari proses pembakaran tidak sempurna kendaraan bermotor berupa gas-gas buangan seperti CO, NO_x, SO_x, Pb, hidrokarbon dan partikulat (Mukono, 2005). Komponen- komponen bahan pencemar udara tersebut berdampak pada kesehatan makhluk hidup, antara lain perubahan morfologi dan kerusakan fisiologis sel tumbuhan terutama pada organ daun (Satolom *et al.*, 2013), khususnya stomata sebagai komponen penting daun yang sensitif terhadap perubahan lingkungan (Fahn, 1991). Hasil penelitian Astuti (2011); Solihin (2014) menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat paparan emisi gas buangan kendaraan bermotor, maka jumlah stomata semakin sedikit.

Polutan diatas ambang batas tidak saja dapat mempengaruhi kerusakan dan menurunkan ukuran

stomata (Mutaqin *et al.*, 2016; Astuti 2016), serta ukuran aperture (Raharjo 2015; Rachmawati 2006), namun juga berpengaruh terhadap jumlah stomata dan sel epidermis Susanti (2004) serta rasio buka/tutupnya stomata (Eka dan Husin 2006). Menurut Garty *et al.*, 2011; Raharjo, 2015 bahwa sebagai akibat dari dampak kerusakan stomata dan sel epidermis dapat menyebabkan gangguan metabolime (respirasi dan transpirasi). Sensitifitas stomata terhadap kondisi paparan polutan gas buangan kendaraan bermotor merupakan peluang untuk bisa dijadikan bioindikator pencemaran udara.

Tanaman tanjung (*Mimusops elengi* L.) merupakan tanaman yang banyak ditanaman diruas jalan Kota Mataram sebagai peneduh dan penambah estetika. Lebih dari itu tanaman tanjung merupakan tanaman yang cocok untuk dijadikan sampel dalam penelitian pencemaran karena tingkat toleransinya terhadap pencemaran udara (Udayana, 2004), dengan kata lain tanaman tanjung sensitif terhadap polusi udara.

Mataram merupakan ibu kota provinsi Nusa Tenggara Barat, dengan beberapa ruas jalan yang mempunyai tingkat kepadatan yang tergolong tinggi, sedang dan rendah (Dinas Perhubungan 2015) yang banyak ditanami tumbuhan tanjung (*Mimusops elengi* L.). Karena tanaman tanjung peka terhadap polusi udara maka penting digunakan sebagai sampel kualitas udara. Dari uraian diatas, artikel ini membahas hasil penelitian mengenai pengaruh tingkat kepadatan lalu lintas terhadap karakteristik stomata di Kota Mataram. Adapun karakteristik stomata yang diamati adalah; jumlah, indeks, ukuran, rasio stomata yang terbuka dan tertutup serta aperture stomata.

Bahan dan Metode

Waktu dan tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 11 s/d 29 Juli 2019 di Laboratorium FKIP, Universitas Mataram. Pengambilan sampel dilakukan selama 1 hari dengan memperhatikan tingkat kepadatan lalu lintas di Kota Mataram dan waktu pembukaan stomata daun yaitu dimulai pada pukul 09.00-11.00 WITA.

Pengambilan sampel

Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan teknik *Purposive sampling* berdasarkan kategori tingkat kepadatan (nilai VC rasio lalu lintas) yang merupakan rasio jumlah kendaraan yang lewat dengan kapasitas jalan. Pengambilan sampel daun tanjung (*Mimusops elengi* L.) dilakukan pada 4 lokasi yaitu kontrol (Perpustakaan Unram), lalu lintas rendah (Jl. Dr. Sudjono), lalu lintas sedang (Jl. Ahmad Yani), dan lalu lintas tinggi (Jl. Majapahit). Setiap lokasi ditentukan 3 pohon, masing- masing pohon dilakukan pencuplikan (pengambilan) 4 lembar daun pada ketinggian 1,5 m dari permukaan tanah, pada ranting yang terdedah mengarah ke jalan raya.

Penyiapan sampel untuk pengamatan karakteristik stomata

Fiksasi Daun

Fiksasi merupakan tahap pertama dalam pembuatan sediaan histologi yang bertujuan untuk mempertahankan elemen- elemen sel atau jaringan agar tetap pada tempatnya dan tidak mengalami perubahan bentuk maupun ukuran (Anonim, 2010). Larutan fiksasi yang digunakan pada penelitian ini adalah larutan FAA (*Formaldehyde Acetic-acid Alcohol*). Adapun langkah kerja fiksasi daun dilakukan sebagai berikut: larutan FAA (formaldehid, asam asetat glacial, dan alcohol 70%) dengan perbandingan 5:5:90 disiapkan sebelum pengambilan sampel. Kemudian daun dipotong-potong dengan ukuran (1x1) cm. potongan tersebut dimasukkan ke dalam larutan FAA dan diinkubasi selama 24 jam.

Pembuatan Preparat

Pengamatan stomata dilakukan dengan metode replika/cetakan, menurut (Haryanti, 2010 dalam Papuangan *et al.*, 2014). Pembuatan preparat cetakan stomata pada daun tanjung adalah: 1) potongan daun dikeluarkan dari larutan FAA kemudian dikeringkan pada suhu ruangan. 2) Bagian abaxial daun dioles kuteks bening (catkuku). 3) Pada bagian atas kuteks ditempelkan selotip bening, agar selotip menempel secara merata pada cetakan dilakukan pengepresan menggunakan ibu jari. 4) Cetakan dilepaskan dari daun dan selanjutnya deletakkan di atas kaca benda, diatur sedemikian rupa agar tidak terlipat. 5) Cetakan siap diamati di bawah mikroskop.

Analisis Data

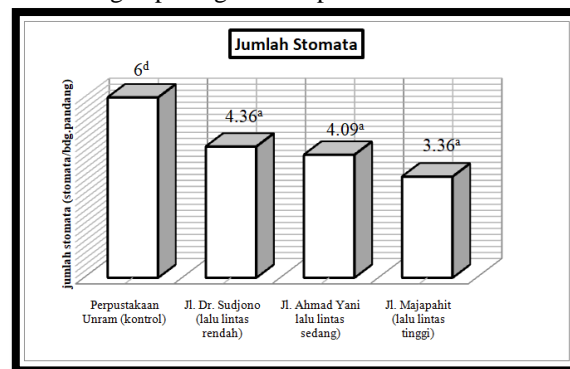
Data hasil pengamatan karakteristik stomata daun tanaman tanjung yang diperoleh kemudian dianalisis secara kualitatif dan kuantitatif menggunakan analisis ragam ANOVA.

Hasil dan Pembahasan

Dari hasil penelitian yang meliputi beberapa item karakteristik stomata dilaporkan tiap item.

Jumlah Stomata

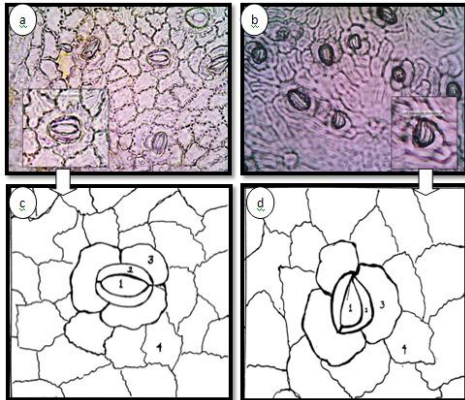
Hasil pengamatan jumlah stomata tanaman tanjung menunjukkan bahwa rata-rata stomata/bidang pandang berkisar 3,36 sampai dengan 6,00 (Gambar 1). Jumlah stomata terbanyak ditemukan pada tanaman tanjung di lokasi kontrol (Perpustakaan Unram), jumlah stomata terendah ditemukan pada jalan dengan kepadatan lalu lintas tinggi (Majapahit). Uji statistik menunjukkan bahwa perbedaan kepadatan lalu lintas berpengaruh nyata terhadap jumlah stomata ($p > 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa kepadatan lalu lintas di kota Mataram berdampak terhadap penurunan jumlah stomata, artinya penurunan jumlah stomata berbanding lurus dengan peningkatan kepadatan lalu lintas.



Gambar 1: Jumlah Stomata Tanaman Tanjung pada berbagai Tingkat kepadatan lalu lintas di Kota Mataram. Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang sama dinyatakan tidak berbeda nyata, nilai rata-rata yang diikuti huruf

yang berbeda dinyatakan berbeda nyata ($p > 0,05$)

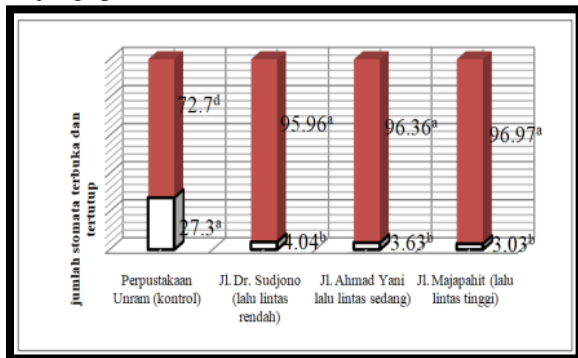
Paparan emisi kendaraan bermotor diduga mengakibatkan kerusakan stomata (stomata abnormal) (Gambar 2). Hal ini menyebabkan jumlah stomata normal menjadi menurun



Gambar 2: Bentuk Stomata yang Sel Penjaganya Mengalami Pergeseran a) Perpustakaan Unram (kontrol), b) Jl. Dr. Sudjono (Lalu Lintas Rendah). Diamati dengan Mikroskop Binokuler Perbesaran 10x40, c) Gambar Sistematis Stomata Normal, d) Gambar Sistematis Stomata Abnormal. 1) Stoma, 2) sel penutup, 3) sel penjaga, dan 4) sel epidermis

Jumlah Stomata Terbuka dan Tertutup

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa peningkatan kepadatan lalu lintas di kota Mataram berkorelasi dengan penurunan stomata terbuka dan peningkatan stomata tertutup tanaman tanjung (Gambar 3). Jumlah stomata terbuka tertinggi ditemukan pada kontrol dengan nilai 27,30%, sedangkan jumlah stomata terbuka terendah ditemukan pada kepadatan lalu lintas tinggi dengan nilai 3,03%. Sebaliknya jumlah stomata tertutup paling banyak ditemukan pada kepadatan lalu lintas tinggi dengan nilai 96,90% dan sangat sedikit pada kontrol 72,70%. Uji statistik menunjukkan bahwa perbedaan kepadatan lalu lintas berpengaruh nyata terhadap jumlah stomata terbuka dan tertutup tanaman tanjung ($p > 0,05$).

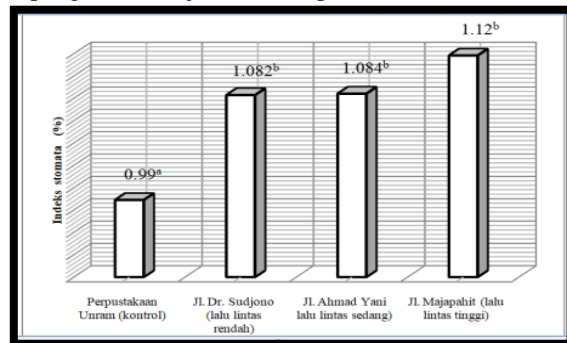


Gambar 3: Jumlah Stomata Terbuka dan Stomata

Tertutup Daun Tanaman Tanjung pada berbagai tingkat Kepadatan Lalu Lintas di Kota Mataram. Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang sama dinyatakan tidak berbeda nyata, nilai rata-rata yang diikuti huruf yang berbeda dinyatakan nyata ($p > 0,05$). Jumlah stomata terbuka (%), Jumlah stomata tertutup (%)

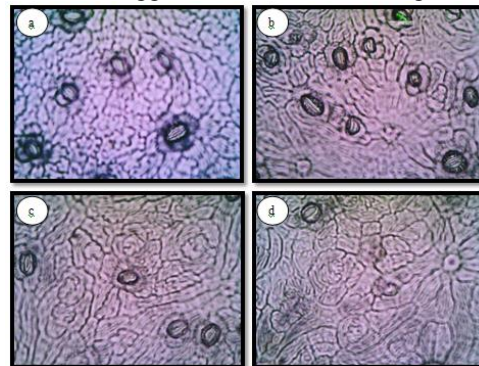
Indeks Stomata

Hasil pengamatan indeks tanaman tanjung berkisar antara 0,99% sampai dengan 1,12% (Gambar 4). Indeks stomata tertinggi pada kepadatan lalu lintas tinggi (1,12%) sedangkan indeks terendah pada kontrol (0,99%). Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan indeks stomata tanaman tanjung dipicu oleh peningkatan kepadatan lalu lintas. Indeks stomata dipengaruhi oleh jumlah sel epidermis.



Gambar 4: Nilai Indeks Stomata Tanaman Tanjung pada berbagai Tingkat Kepadatan Lalu Lintas di Kota Mataram. Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang sama dinyatakan tidak berbeda nyata, nilai rata-rata yang diikuti huruf yang berbeda dinyatakan berbeda nyata ($p > 0,05$).

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa sel epidermis tanaman tanjung pada kontrol lebih kompak dan kecil sedangkan sel epidermis pada kepadatan lalu lintas tinggi lebih besar (Gambar 5). Hal ini menunjukkan semakin tinggi tingkat kepadatan lalu lintas menyebabkan jumlah sel epidermis semakin sedikit sehingga indeks stomata meningkat.

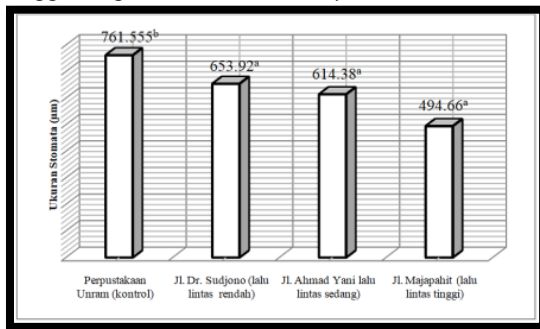


Gambar 5: Sel Epidermis daun Tanjung a) Perpustakaan Unram (kontrol), b) Jl. Dr. Sudjono (lalu lintas rendah), c) Jl. Ahmad Yani (lalu lintas sedang), d)

Jl. Majapahit (lalu lintas tinggi) diamati dengan Mikroskop Binokuler Perbesaran 10x40

Ukuran Stomata

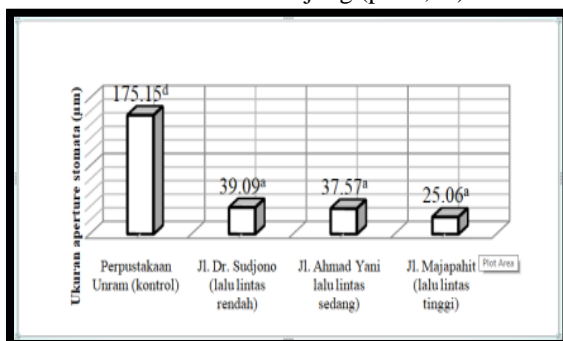
Uji statistik menunjukkan bahwa kepadatan lalu lintas di kota Mataram berpengaruh nyata terhadap ukuran stomata tanaman tanjung ($p > 0,05$). Ukuran stomata kontrol paling besar dengan rata-rata 761,55 μm sedangkan ukuran stomata terkecil pada lalu lintas tinggi dengan rata-rata 494,66 μm (Gambar 6).



Gambar 6: Ukuran Stomata Tanaman Tanjung pada berbagai tingkat Kepadatan Lalu Lintas di Kota Mataram. Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang sama dinyatakan tidak berbeda nyata, nilai rata-rata yang diikuti huruf yang berbeda dinyatakan berbeda nyata ($p > 0,05$)

Ukuran Aperture Stomata

Hasil pengamatan menunjukkan ukuran aperture stomata terbesar 175,15 μm ditemukan pada kontrol 175,15 μm sedangkan ukuran aperture terkecil 25,06 μm ditemukan pada kepadatan lalu lintas tinggi (Gambar 7). Uji statistik menunjukkan bahwa kepadatan lalu lintas di kota Mataram berpengaruh nyata terhadap ukuran stomata tanaman tanjung ($p > 0,05$).



Gambar 7: Ukuran Aperture Stomata Tanaman Tanjung Tanjung pada berbagai tingkat Kepadatan Lalu Lintas di Kota Mataram. Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang sama dinyatakan tidak berbeda signifikan, nilai rata-rata yang diikuti huruf yang berbeda dinyatakan berbeda nyata ($p > 0,05$)

Secara umum hasil pengamatan menunjukkan bahwa kepadatan lalu lintas mengubah karakteristik

stomata (menurunkan jumlah stomata dan jumlah stomata terbuka, meningkatkan indeks stomata, memperkecil ukuran stomata serta ukuran aperture). Hal ini merupakan adaptasi tanaman tanjung terhadap paparan emisi kendaraan bermotor seperti Karbon monoksida (CO), Hidrokarbon (HC), Oksida nitrogen (NOx), Oksida belerang (SOx), Timbal (Pb) dan partikulat (Kristanto, 2013). Senyawa polutan tersebut akan berdampak pada 1) kerusakan penyusun daun (stomata, epidermis, mesofil dan berkas pembuluh), 2) kerusakan biokimia (penurunan kandungan enzim, pH, korofil dan kadar air), 3) gangguan fisiologis, 4) kerusakan visual seperti korosis (daun menguning), *flekting* (daun bintik-bintik) dan penurunan hasil panen (Budiyono, 2010; Nurmasari, 2018).

Mekanisme masuknya polutan pada daun akan menumpuk dan melekat pada permukaan daun. sehingga pada siang hari, saat stomata membuka untuk fiksasi CO₂ polutan ikut meresap secara difusi melalui celah stomata (Siregar, 2005; Romadhoni 2011; Darwis 2013) sehingga dalam waktu lama polutan akan terakumulasi dalam daun dan menyebabkan kerusakan stomata (abnormal) pada bagian sel penutupnya (Yunilarsari 2018; Kovack 1992, Eka 2002; Eka dan Husin 2006). Keabnormalan bentuk sel penutup dapat mengganggu fungsi normal sebagai pengawas stomata. Hal ini dapat mengganggu kecepatan proses pertukaran gas dan meningkatkannya kerentanan terhadap penerobosan patogen (Connel dan Miller, 1995).

Polutan juga dapat menyebabkan luka atau kerusakan jaringan epidermis (Desyanti 2012), dan kerusakan mesofil daun (palisade dan bunga karang) (Dwiputri, 2018). Kerusakan epidermis mempengaruhi pH sel (Nurmasari, 2018), sedangkan kerusakan mesofil berdampak perubahan fisik tumbuhan (Qonita dan Nugrahani, 2016). Perubahan secara fisik yang dimaksud diantaranya adalah terjadi pengentalan stroma, pembengkakan kompartemen stroma hingga pecahnya struktur kloroplas (Kartiko *et al.*, 2016).

Konsentrasi polutan di dalam jaringan berpengaruh langsung dengan pembukaan dan penutupan stomata serta ukuran aperturanya. Hal ini berakibat terhadap proses pemasukan zat lain, yang dapat terakumulasi di dalam kloroplas. Salah satu contoh gas polutan yang dapat masuk ke dalam tanaman melalui stomata adalah SO₂. Gas ini diperlukan sedikit untuk menyusun asam amin cystin dan methionin, namun jika berlebih SO₂ menyebabkan gangguan fisiologis, biokemis maupun morfologis (Lee *et al.*, 2017). Organ daun yang paling peka terhadap gas SO₂ adalah mesofil, tempat terdapatnya kloroplas dalam jumlah besar. Kadar SO₂ yang berlebih akan mengganggu jaringan mesofil tersebut, ketika tanaman terpapar, membrane tilakoid kloroplas menjadi lebih sensitive terhadap keberadaan senyawa tersebut berupa pembengkakan pada struktur tilakoid, sehingga menyebabkan penangkapan cahaya

oleh membrane tilakoid terganggu (Kartiko, 2016).

Gas polutan lain yang mempunyai efek negative antara lain timah hitam (Pb). Pb sangat berbahaya bagi manusia karena mekanisme masuknya Pb ke dalam tubuh manusia dapat melalui sistem pernafasan, pencernaan ataupun langsung melalui permukaan kulit (Hamidah, 1980). Pb dapat mengakibatkan diare, anemia, mual-mual sakit perut dan mual (Nurmasari, 2018). Pb juga menyebabkan gangguan pada hematopuitik (pembentukan dan pematangan sel darah merah), gangguan pada ginjal, sisem reproduksi bahkan sistem syaraf pusat melalui stres oksidasi (Flora *et al.*, 2012). Lebih detail pengaruh akumulasi Pb terhadap fotosintesis dilaporkan menyebabkan penurunan chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll, net photosynthesis (Pn), laju transpirasi (Tr), konduktansi stomata (Gs), konsentrasi CO₂ substomata (Ci), efisiensi fotokimia maksimum (Fv/Fm), quenching photochemical quenching (qP), efisiensi quantum photosystem II (ΦPSII). Dalam kondisi tercekam Pb, chloroplasts membengkak dan pecah, lamela thylakoid perlahan mengembang, and the dan terlepas dari dinding sel serta terjadi pengkerutan nucleus (Zhou *et al.*, 2018). Lebih lanjut, SO₂ dan Pb menyebabkan abnormalitas pada tiap jaringan tumbuhan (Sukarsono, 1998 dalam Romadhoni 2011).

Efeknya terhadap fungsi membran juga disebabkan karena Pb menurunkan pH dalam sel sehingga transpotasi transi membran terganggu (Sukarsono, 1998). Setelah Pb masuk ke dalam tanaman akan diikat oleh membrane sel, mitokondria dan kloroplas sehingga menyebabkan kerusakan visual yaitu *fleking*, klorosis, penurunan penyerapan air, pertumbuhan yang lambat atau pembukaan stomata yang tidak sempurna (Hutagalung, 1982 dalam Muslim, 2017).

Berdasarkan dampak terhadap tanaman, dan dari data hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman memodifikasi dirinya dengan menurunkan jumlah stomata, mengurangi stomata yang terbuka, memperkecil ukuran stomata dan ukuran aperture stomata. Adaptasi tersebut untuk mengurangi hilangnya air dan meminimalisir masuknya komponen-komponen gas buangan kendaraan bermotor. Hal ini mengindikasikan bahwa tanaman tanjung dapat digunakan sebagai bioindikator pencemaran udara.

Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang dilakukan di Kota Mataram, dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh kepadatan lalu lintas terhadap “karakteristik” stomata daun tanjung. Karakteristik stomata berubah sejalan dengan tingkat kepadatan lalu lintas. Dengan demikian, maka karakter stomata mempunyai peluang untuk dapat digunakan sebagai bioindikator pencemaran udara. Untuk

penelitian selanjutnya penggunaan ruas jalan dengan VC Rasio yang jauh berbeda perlu dilakukan.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik berkat bantuan dari berbagai pihak, oleh sebab itu peneliti mengucapkan terima kasih kepada Dosen Pembimbing 1 dan 2, Pegawai laboratorium dan teman-teman yang telah membantu

Referensi

- Anonim (2010). *Prinsip Kerja Pembuatan Preparat Histologi*. URL: <http://bontocina.kaizen.blogspot.com/2010/12/prinsip-kerja-pembuatan-preparat.html>
- Astuti, S.I. (2016). Morfologi dan Histologi Daun Tanjung (*Mimusops elengi* L.) pada Tingkat Paparan Emisi Kendaraan Berbeda di Yogyakarta. *Skripsi Program Studi Diploma III Pengelolaan Hutan*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada. URL: http://etd.repository.ugm.ac.id/home/detail_pencarian/101595#filepdf
- Budiyono, A. (2010). Pencemaran Udara: Dampak Pencemaran Udara Pada Lingkungan. *Jurnal Bidang Penelitian Ozon dan Polusi Udara, Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfir dan Iklim* 2(1). URL: https://Jurnal.lapan.go.id/index.php/berita_dirgantara/article/view/687
- Connell, D.W., & Miller G.J. (1995). *Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Darwis, A., Novri, Y., Kandowanko, D.W.K., & Baderan (2014). Indeks dan Kerapatan Stomata Pada Daun Tumbuhan *Bougainvillea glabra* C. sebagai Bioindikator Pencemaran Gas buangan Kendaraan Bermotor di Kota Gorontalo. *Skripsi*. FMIPA, Universitas Gorontalo. URL: <http://repository.ung.ac.id/skripsi/show/431409066>
- Desyanti, C., W. (2012). Identifikasi Struktur Anatomi Daun Angsana dan Beringin Akibat Pengaruh Vulkanik Pasca Gunung Merapi. *Skripsi*. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. URL: <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/60882>
- Dinas Perhubungan Kota Mataram (2015). *Hasil Survey Kepadatan Lalu Lintas Kota Mataram*.

- Mataram: Dinas Perhubungan Kota Mataram.
- Dwiputri, D.A. (2018). Developing Plant Tolerance indicator to Air Pollution. Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. *Jurnal Lanskap Indonesia* 10(1). DOI: <https://doi.org/10.29244/jili.2018.10.1.19-27>
- Eka, I. (2002). Tingkat Kerusakan Stomata Daun Zea mays di Daerah Lalu Lintas Padat. *Jurnal MIPA UMS*, Surakarta.
- Eka, K.I. & Husin A. (2006). Interaksi Kadar Pb dalam Daun dengan Persentase Kerusakan Stomata Tanaman Glodogan (*Garcinia dulcis*). *Artikel. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Universitas Muhammadiyah Puwokerto*. URL: <http://ardialmathor.files.wordpress.com/2013/04/contoh-artikel-ilmiah1.pdf>
- Fahn, A. (1991). *Anatomi Tumbuhan*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Flora, G., Gupta, D., & Tiwari, A. (2012). Toxicity of Lead A Rivuew with Recent Updates, *Interdiscip toxicol* 5(2) 47-58. DOI:10.2478/v10102-012-0009-2.
- Garty, J., Tamir, O., Hassid, I., Eshel, A., Cohen, Y., Kamiela, A., & Kozlovsky (2001). Photosynthesis, Chlorophyll Integrity, and Spectral Reflectance in Lichens Exposed to Air Pollution. *J. Enviromental Quality*. DOI: <https://doi.org/10.2134/jeq2001.303884x>.
- Hamidah (1980). *Keracunan yang disebabkan oleh Timah Hitam*. *Pewarta Oseana*.
- Kartiko, W., H., Ismanto, & Sri, W. (2016). Studi Perbandingan Struktur Morfologi dan Anatomi Daun Mahoni (*Swetenia mahagoni*) antara Daerah Kedunghalang Kota Bogor dengan Daerah Ciapus Kabupaten Bogor. *Jurnal Biologi*. URL: https://pdfrock.com/pdf-to-docx.html?queue_id=5f92be8b421873535d8b4587.
- Kovack, M. (1992). *Biological Indicators in Enviromental Protection Market Cross House*. England.
- Kristanto, P. (2013). *Ekologi industri (jilid 2)*. Andi Yogyakarta. Yogyakarta.
- Lee, H.K., Khaine, I., Kwak, M.J., Jang, J.H., Lee, T.Y., Lee, J.K., Kim, I.R., Kim, W.I., Oh, K.S., & Woo, S.Y. (2017). The Relationship Between SO₂ Exposure and Plant Physiology: A Mini Riview, *Hortic Environ Biotechnol*. 58(6) 523-529. DOI: 10.1007/s13580-017-0053-0.
- Mukono (2005). *Toksikologi Lingkungan*. Surabaya: Airlangga University.
- Muslim, N.F.D. (2017). Pengaruh Cekaman Logam Berat Timbal (Pb) terhadap Pertumbuhan Beberapa Varietas Kedelai (*Glicine max* (L) Merril). *Skripsi*. Fakultas Sains Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang. URL: <https://etheses.uin-malang.ac.id/eprint/11048>
- Mutaqin, A.Z., Rully, B., Tia, S., Mohamad, N., & Radewi, S.F. (2016). Studi Anatomi Daun Mangga (*Mangifera indica*) Berdasarkan Perbedaan Lingkungan. *Jurnal Biodjati*. DOI:<https://doi.org/10.15575/biodjati.v1i1.100>.
- Nurmasari (2018). Pengaruh Emisi Kendaraan Bermotor terhadap Ukuran dan Kerapatan Trikona *Tectona grandis* Linn. Sebagai Tanaman Pelindung Jalan. *Skripsi*. Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Raden Intan. Lampung. URL:<https://repository.radenintan.ac.id/id/eprint/5488>.
- Papuangan, N., Nurhasanah, & Mudmainah D. (2014). Jumlah dan Distribusi Stomata pada Tanaman Penghijau di Kota Ternate, *Jurnal Bioedukasi* 3(1). ISSN: 2301-4678. URL:<http://ejournal.unkhair.ac.id/index.php/bioedu/article/view/62>.
- Qonita, F., I., Nugrahani, P., & Sukartinungrum (2016). Toleransi Beberapa Spesies Tanaman Lanskap terhadap Pencemaran Udara di Taman Pelangi Surabaya. *Jurnal Plumula* 5(2). ISSN: 2089-8010. URL:<http://ejournal.upnjatim.ac.id/index.php/plumula/article/view/769>.
- Rachmawati (2006). Uji Pencemaran Udara oleh Partikulat Debu di Sekitar Terminal Lebak Bulus Berdasarkan Bioindikator Stomata pada Tanaman Glodogan (*Polyathia longifolia*). *Skripsi: Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta. URL:<http://repository.uinjkt.ac.id/dspace/bitstream/123456789/17018/1/RACHMAWATI-FST.pdf>.

Raharjo, H.P., Sri H., & Rini B. (2015). Pengaruh Tingkat Kepadatan Lalu Lintas dan Waktu Pengamatan yang Berbeda Terhadap Ukuran dan Jumlah Stomata Daun Glodokan (*Polyalthia longifolia* Sonn). *Jurnal Akademikal Biologi*, 4(1) 73-84. E-ISSN: 2621-9824. URL:<http://ejournal3.undip.ac.id/index.php/biologi/article/view/19402>.

Romadhoni, M. (2011). Pengaruh Polusi Udara Terhadap Stomata Daun Angsana (*Pterocarpus indicus*). Program Studi Biologi. Institut Sepuluh November, Surabaya. URL:<https://www.muhammadromadhoni.blogspot.com/2011/11/pengaruh-polusi-terhadap-stomata.html?m=1>.

Satolom, A.W., Novri, Y., & Kandowangko, A.S.K. (2013). Analisis Kadar Klorofil, Indeks Stomata dan Luas Daun Tumbuhan Mahoni pada berbagai jalan di Gorontalo. *Skripsi*. Program Studi Biologi Fakultas MIPA, Universitas Negeri Gorontalo. URL:<https://repository.ung.ac.id/skripsi/show/431409034/analisis-kadar-klorofil-indeeks-stomat-dan-luas-daun-tumbuhan-mahoni-pada-berbagai-jalan-di-gorontalo.html>.

Siregar, EBM. (2005). Pencemaran Udara, Respon Tanaman dan Pengaruhnya pada Manusia. *Skripsi*. Program Studi Kehutanan Fakultas Pertanian, USU, Sumatera Utara. URL:<http://repository.usu.ac.id/handle/123456789/1095>

Solihin (2014). Morfologi Daun, Kadar Korofil dan Stomata Glodokan pada Daerah dengan Tingkat Paparan Emisi Kendaraan yang Berbeda. *Skripsi*. UIN Kalijaga, Yogyakarta. URL:<http://digilib.uin-suka.ac.id/id/eprint/10977>.

Susanti, E. (2004). *Stomata sebagai Bioindikator Pencemaran Udara Sektor Transportasi*. Bandung: ITB.

Udayana, C. (2004). Toleransi Spesies Pohon Tepi Jalan Terhadap Pencemaran Udara di Simpang Susun Jakarta Cawang. *Skripsi*. IPB, Bogor. URL:<http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/7142>.

Yunilasari, M. (2018). Karakteristik Stomata pada Daun Suku *Myrtaceae* di UIN Raden Intan Lampung. *Skripsi*: UIN Raden Intan. Lampung. URL:<http://repository.radenintan.ac.id/id/eprint/>

[5145](#).

Zhou, J., Zhang, Z., Zhang, Y., Wei, Y., & Jiang, Z. (2017). Effects of Lead Stress On the Growth, Physiology, and Celluler Structure of Privet Seedling, *Plos ONE* 13(3). DOI:10.1371/journal.phone.0191139.