

TOLERANSI TANAMAN LANSKAP TERHADAP PENCEMARAN UDARA DI KOTA SIDOARJO

Air Pollution Tolerance of Landscape Plants in Sidoarjo City

Sylvia Hasna Salsabila

Jurusan Agroteknologi,
UPN Veteran Jatim
Email: hasnasyylvia@gmail.com

Pangesti Nugrahani

Jurusan Agroteknologi,
UPN Veteran Jatim
Email: pangesti_n@upnjatim.ac.id

Juli Santoso

Jurusan Agroteknologi,
UPN Veteran Jatim
Email: julisantoso@upnjatim.ac.id

Diajukan: 14 Agustus 2020

Diterima: 30 September 2020

ABSTRACT

Landscape plant has a few functions, such as for aesthetics plant, giving shade on the road, hedges and absorbing air pollution. Judging from its existence, landscape plants are often facing problem, such as clash with air pollution, as a result of the process of photosynthesis on the plants are disrupted. This research is conducted in two locations in Sidoarjo City, at the Alun-alun Sidoarjo area as the control location (L0) and Aloha area as the polluted location (L1). Method to determine tolerance level through calculation of APTI (Air Pollution Tolerance Index) with parameters of leaf pH, water content, ascorbic acid and chlorophyll. The results show that *Aerva sanguinolenta* has the highest APTI value reached 39.34 at L0 and *Pterocarpus indicus* has 37.08 at L1. Meanwhile, *Saraca asoca* has the lowest value 10.37 at L1. The difference value of APTI show the tolerance level of landscape plant to adapt in highly stress condition.

Keywords: air pollution, APTI, landscape plants, plant tolerance

PENDAHULUAN

Tanaman lanskap merupakan kelompok tanaman yang mempunyai banyak fungsi, seperti untuk keindahan, sebagai tanaman peneduh jalan, tanaman pagar dan tanaman penyerap polusi. Ditinjau dari keberadaannya, tanaman lanskap merupakan tanaman yang sering mengalami masalah, seperti masalah yang berbenturan dengan pencemaran udara, akibatnya proses fotosintesis pada tanaman terganggu. Proses fotosintesis terganggu akibat penurunan kadar klorofil yang diakibatkan oleh tingginya polusi udara. Efek pencemaran udara terhadap tumbuhan berdampak pada kerusakan morfologis dan fisiologi tumbuhan. Pencemaran udara dapat mengakibatkan perubahan fisik maupun kimia, selain itu juga dapat mengakibatkan stres fisiologi serta mengancam kehidupan suatu makhluk hidup termasuk tanaman (Zakaria, 2013).

Tanaman dapat digunakan sebagai bioremediasi yang dapat mengurangi tingkat pencemaran udara, karena tanaman dapat menyerap berbagai polutan seperti CO, NO, NO₂, SO₃, HF, dan O₃ (Nurfaida dan Yanti, 2011). Namun, tidak semua jenis tanaman dapat menyerap polutan secara efisien, karena perbedaan tingkat toleransinya. Kemampuan tanaman sebagai pereduksi polutan dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya faktor lingkungan, model penataan tanaman, fisiologi dan sifat morfologis tanaman (Irianto, 2015).

Penelitian ini dilakukan di Kota Sidoarjo karena kota ini mengalami perkembangan pesat. Sebelum masuknya industri modern, wilayah Sidoarjo dulunya adalah wilayah pertanian dan pertambakan. Sekarang Kota Sidoarjo menjadi kota dengan jumlah pabrik yang cukup banyak.

Berdasarkan dari pemikiran tersebut dan data ambien udara dari Dinas Lingkungan Hidup Sidoarjo, kualitas udara di Sidoarjo dirasa semakin memburuk. Apabila

kualitas udara buruk akan mempengaruhi tingkat polusi udara yang dapat membahayakan makhluk hidup khususnya tanaman tepi jalan.

Metode untuk mengetahui tingkat toleransi suatu tanaman terhadap polusi udara dapat diketahui melalui perhitungan APTI (*Air Pollution Tolerance Index*) dengan parameter pH daun, kadar air, asam askorbat dan klorofil total (Kurniati dan Irwanto, 2015). Nilai APTI dapat digunakan untuk membantu mengelompokkan tanaman berdasarkan tingkat toleransinya agar menjadi acuan rekomendasi penanaman yang baik.

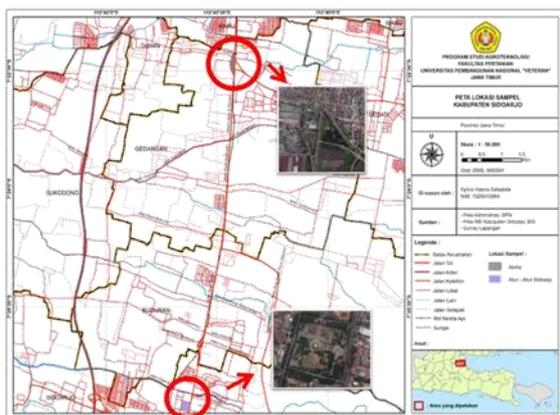
Salah satu fungsi tanaman yang paling penting adalah dapat menyerap polutan. Upaya menanggulangi pencemaran logam berat dapat dilakukan dengan memanfaatkan kemampuan tumbuhan sebagai penyerap logam. Biosorpsi dan akumulasi zat polutan oleh tumbuhan dapat terjadi melalui tiga proses yaitu, biosorpsi logam oleh akar, translokasi zat pencemar dari akar ke bagian batang atau daun untuk menjaga agar tidak menghambat metabolisme tumbuhan (Nurhikmah, 2015).

Bagian tanaman yang berfungsi sebagai penyerap polutan terutama adalah bagian tajuk tanaman, terutama daunnya. Proses pengurangan polutan dapat dilakukan dengan dua cara yaitu diserap (*absorp*) atau dijerap (*adsorp*) masuk ke struktur daun melalui stomata. Distribusi stomata sangat berhubungan dengan kecepatan dan intensitas transpirasi pada daun, yaitu misalnya letak satu sama lain dengan jarak tertentu. Dalam batas tertentu, maka makin banyak porinya makin cepat menguap. Penguapan dapat membantu mengurangi polusi udara melalui deposisi partikulat pada permukaan vegetasi, maupun dengan mekanisme pertukaran gas pada stomata terhadap pengurangan polutan gas. Jika lubang-lubang itu terlalu berdekatan, maka penguapan dari lubang yang satu akan menghambat penguapan lubang di dekatnya (Hariyanti, 2010). Hal ini menunjukkan peran dan fungsi tanaman terhadap polusi udara.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini di Kota Sidoarjo dilakukan pada bulan Desember 2018 sampai Februari 2019 di Laboratorium Bioteknologi Tanaman UPN "Veteran" Jawa Timur, sedangkan pengambilan sampel dilakukan pada tanaman lanskap yang terletak di Kota Sidoarjo, yaitu lokasi sebagai kontrol adalah kawasan Alun-alun Sidoarjo (L0) dan lokasi terpolusi adalah kawasan Aloha Sidoarjo (L1). Tanaman sampel diambil berdasarkan lokasi tanaman yang di dekat jalan raya.



Gambar 1. Lokasi Kontrol (Alun-alun) dan Lokasi Terpolusi (Aloha).

Alat dan Bahan

Alat dan bahan untuk menunjang penelitian ini adalah kamera, *sketch book*, komputer, cuvet, spektrofotometer, pH meter, saringan, kertas sampul, sentrifuge, mortar, oven, pipet, gelas ukur, gelas beaker, erlenmeyer, corong, gunting pangkas dan timbangan digital. Bahan penelitian berupa daun segar tanaman lanskap, *aquades*, asam askorbat murni 99%, 2,6 Dichlorophenolindophenol (DCPIP), asam oxalat dan natrium bikarbonat.

Rumus APTI = $[A(T+P) + R] / 10$, dimana: A = asam askorbat, P = pH daun, T = total klorofil, R = kadar air daun. Tanaman memiliki tingkat kadar parameter klorofil, pH, kadar air dan asam askorbat yang berbeda-beda tergantung dari fisiologi tumbuhan itu sendiri (Sumangala *et al*, 2018).

Tabel 1. Kriteria APTI (*Air Pollution Tolerance Index*) (Kurniati dan Irwanto, 2015)

Kriteria	Nilai APTI
Sensitif	<1
Sedang	1-16
Cukup Toleran	17-29
Toleran	30-100

Kriteria yang digunakan untuk vegetasi adalah jumlah tanaman yang mencukupi, tumbuhan yang sudah dewasa atau bukan anakan, dan tersedia di lokasi yang digunakan untuk sampel. Tanaman yang digunakan dalam penelitian berbeda-beda kelompoknya, terdiri dari penutup tanah, perdu, semak dan pohon. Sampel yang digunakan masing-masing terdiri dari dua lokasi yaitu kontrol dan terpolusi dengan tiga ulangan setiap sampelnya.

Penentuan Kadar Klorofil total

Klorofil total daun diukur dengan spektrofotometer dengan langkah awal memotong kecil daun sampel. Daun segar tanaman sampel sebanyak 0,5 gr dihancurkan lalu diekstrak dengan acetone 80% sebanyak 50 ml. Kemudian menyaring larutan dan memasukkannya ke dalam cuvet setrifuge. Larutan tersebut disentrifugasi selama 3 menit dengan kecepatan 2500 rpm. Selanjutnya menghitung kadar klorofil total daun dengan membandingkan pada panjang gelombang 645 nm dan 663 nm dengan rumus: $Ct = 20.2 (D645) + 8.02 (D663)$ (Veni *et al*, 2014).

Penentuan pH Daun

Berdasarkan penelitian Agbaire dan Esiefarienne (2009) derajat keasaman atau pH daun diukur agar menggunakan pH meter dengan menghancurkan 5 g daun segar didalam 100 ml *aquades*. Menyaring ekstrak daun lalu disentrifugasi 2.500 rpm selama 10 menit. Lalu larutan tersebut diukur dengan pH meter.

Penentuan Konsentrasi Asam Askorbat

Analisa perhitungan asam askorbat menggunakan metode titrasi DCPIP (Anjali *et al*, 2012). Bahan pertama membuat 4% asam oksalat (4 g asam oksalat dilarutkan dalam 100 ml *aquades*), kemudian membuat larutan DCPIP (53 mg DCPIP dan 42 mg natrium bikarbonat dilarutkan dalam 200 ml *aquades*). Membuat larutan stok asam askorbat (100 mg asam askorbat dilarutkan dalam 100 ml asam oksalat 4% dalam labu standar). Jaringan segar (50 mg daun) ditumbuk lalu diberi larutan asam oksalat (5 ml) dan kemudian disaring.

Setelah semua larutan dibuat, larutan kerja asam askorbat (disiapkan dengan melarutkan 10 ml larutan stok menjadi 100 ml dengan bantuan *aquades*) diambil 10 ml lalu campurkan larutan sampel sebanyak 5 ml kemudian diletakkan pada elenmeyer. Sebesar 10 ml asam oksalat (4%) ditambahkan kedalamnya dan dititrasi terhadap diklorofenol indofenol (DCPIP) hingga berwarna merah muda yang bertahan selama beberapa menit, dianggap sebagai titik akhir. Kemudian hitung kadarnya dengan rumus:

$$AA = \frac{0,5}{V1} \times \frac{V2}{5} \times \frac{100}{W}$$

Keterangan:

V1: volume awal (ml)

V2: volume titrasi (ml)

W : berat sampel (mg)

Penentuan Kadar Air Tanaman

Berdasarkan penelitian Agbaire dan Esiefarienne (2009) sampel daun dikeringkan dalam oven pada suhu 80°C selama 48 jam untuk menghilangkan air. Kadar air daun diukur berdasarkan metode gravimetri dengan rumus:

$$\text{Kadar Air(\%)} = \frac{bb - bk}{bb} \times 100$$

Keterangan:

bb = berat basah

bk = berat kering

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setiap tanaman memiliki tingkat toleransi terhadap pencemaran udara yang berbeda-beda. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, tanaman dapat bertahan hidup dengan nilai toleransi terhadap pencemaran udara yang berbeda-beda berdasarkan pada kriteria yang dihitung dengan rumus APTI dengan beberapa komponen penyusun nilainya seperti pH, kadar air, asam askorbat dan klorofil.

Hasil analisa Agbaire (2009) menunjukkan bahwa tanaman yang stres bertindak defensif dengan meningkatkan atau menurunkan kadar air relatifnya, asam askorbat konten, kandungan total klorofil dan pH untuk membantu tanaman mempertahankan keseimbangan fisiologisnya di bawah tekanan kondisi yang disebabkan oleh polutan udara.

Asam Askorbat

Tanaman *Pterocarpus indicus* memiliki kadar asam askorbat tertinggi pada lokasi terpolusi sebesar 10,764 mg/g dan pada daerah kontrol sebesar 10,196 mg/g. Tingginya nilai asam askorbat membuat tanaman ini memiliki toleransi tanaman yang baik dan tergolong toleran. Berbeda dengan tanaman *Bougainvillea* yang memiliki kadar asam askorbat yang rendah sebesar 2,973 mg/g pada lokasi terpolusi. Hal ini menunjukkan tanaman *Bougainvillea* mempunyai tingkat toleransi yang rendah dengan kriteria toleransi sedang. Berdasar pada penelitian Dwiputri (2018), formulasi APTI menunjukkan bahwa perubahan asam askorbat memberikan pengaruh yang paling baik dibandingkan dengan parameter lain seperti klorofil total, pH ekstrak daun, dan kadar air daun. Menurut Zhang *et al.* (2016) asam askorbat mempengaruhi toleransi terhadap polusi udara pada tanaman, karena mengaktifkan banyak aktivitas fisiologis dan mekanisme pertahanan dalam tanaman. Asam askorbat dapat bertindak sebagai donor elektron untuk berbagai enzim dan reaksi non-enzimatik, reduksi agen, dan antioksidan.

kondisi tepolusi. Sedangkan tanaman *Saraca asoca* memiliki kadar air terendah pada lokasi terpolusi yaitu sebesar 51,36%. Tanaman *Saraca asoca* mempunyai tingkat toleransi terendah. Menurut Bakiyaraj dan Ayyappan (2014) mengatakan bahwa polusi udara meningkatkan permeabilitas sel, menyebabkan hilangnya air dan nutrisi terlarut.

Derajat Keasaman (pH)

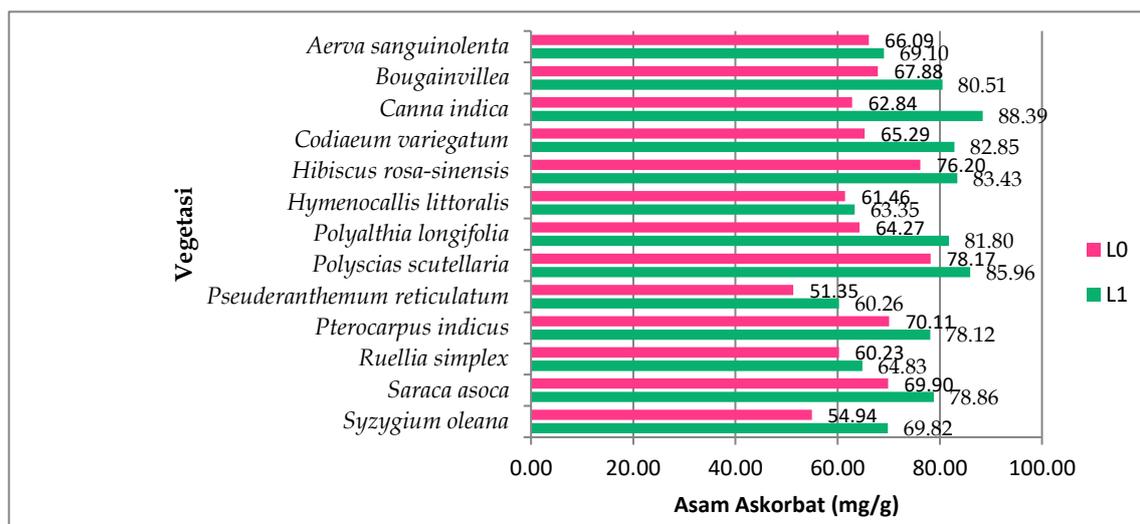
Tanaman *Aerva sanguinolenta* memiliki kandungan pH tertinggi pada lokasi terpolusi yaitu sebesar 7,27, sedangkan tanaman *Canna indica* memiliki pH yang rendah yaitu 5,55. Toleransi tanaman *Aerva sanguinolenta* berbeda dengan *Canna indica*. *Aerva sanguinolenta* memiliki kategori tanaman yang toleran sedangkan *Canna indica* memiliki tingkat toleransi dalam kategori sedang. Menurut Zuoari *et al.* (2018) pH memiliki peran penting dalam proses fisiologi tumbuhan, Sebagian besar enzim, yang terlibat dalam aktivitas biologis organisme membutuhkan pH yang relatif tinggi untuk bekerja dengan baik, sehingga tanaman dengan pH rendah lebih rentan terhadap polusi sedangkan tanaman dengan pH 7 lebih toleran terhadap polusi.

Klorofil

Menurut Pada penelitian ini tanaman *Aerva sanguinolenta* memiliki kandungan klorofil tinggi pada lokasi kontrol sebesar 26,46 mg/g, sehingga tanaman ini termasuk dalam kriteria toleransi tanaman yang tergolong tanaman toleran yang ditunjukkan dengan nilai APTI tertinggi yaitu sebesar 39,34.

Air Pollution Tolerance Index (APTI)

Toleransi tanaman terhadap pencemaran udara merupakan suatu hal yang setiap hari terjadi dalam tanaman sebagai kemampuan tanaman dalam merespon tekanan lingkungan yang ekstrem dari kondisi normal. Respon pertumbuhan tanaman terganggu akibat cekaman lingkungan seperti pencemaran udara.

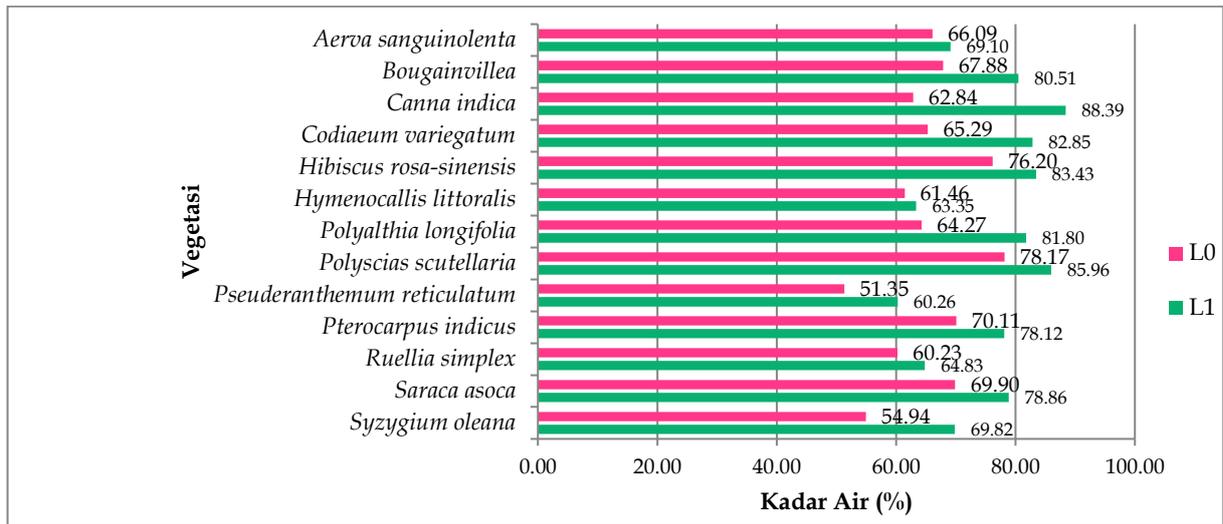


Gambar 2. Kadar Asam Askorbat pada Area Kontrol (L0) dan Terpolusi (L1)

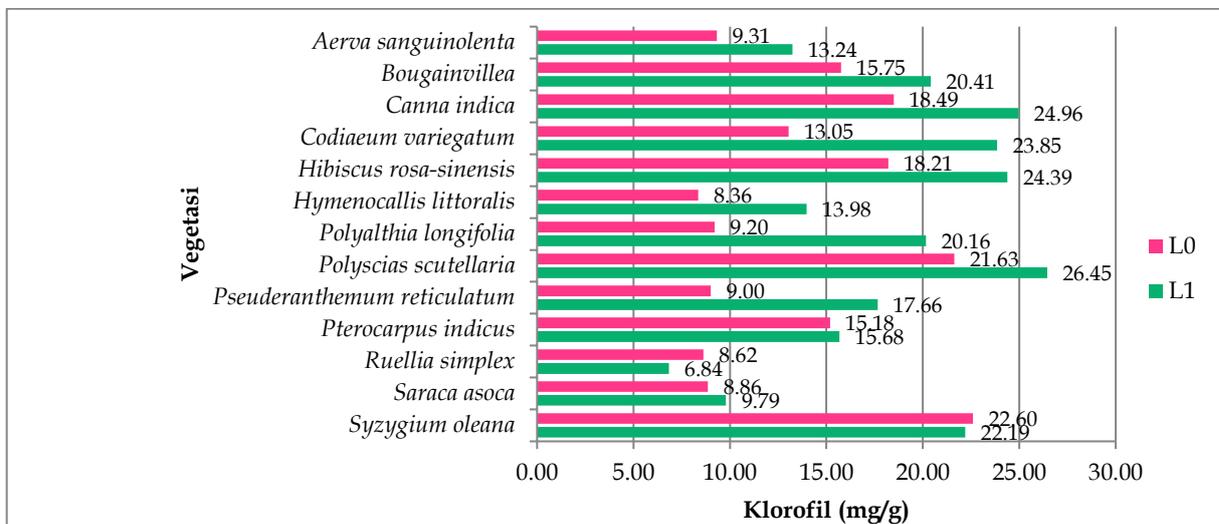
Kadar Air

Kadar air tanaman juga berpengaruh dalam toleransi suatu tanaman. Kadar air tertinggi diperoleh oleh *Pseuderanthemum reticulatum* sebesar 88,30% pada lokasi kontrol dan *Aerva sanguinolenta* sebesar 78,17% dalam

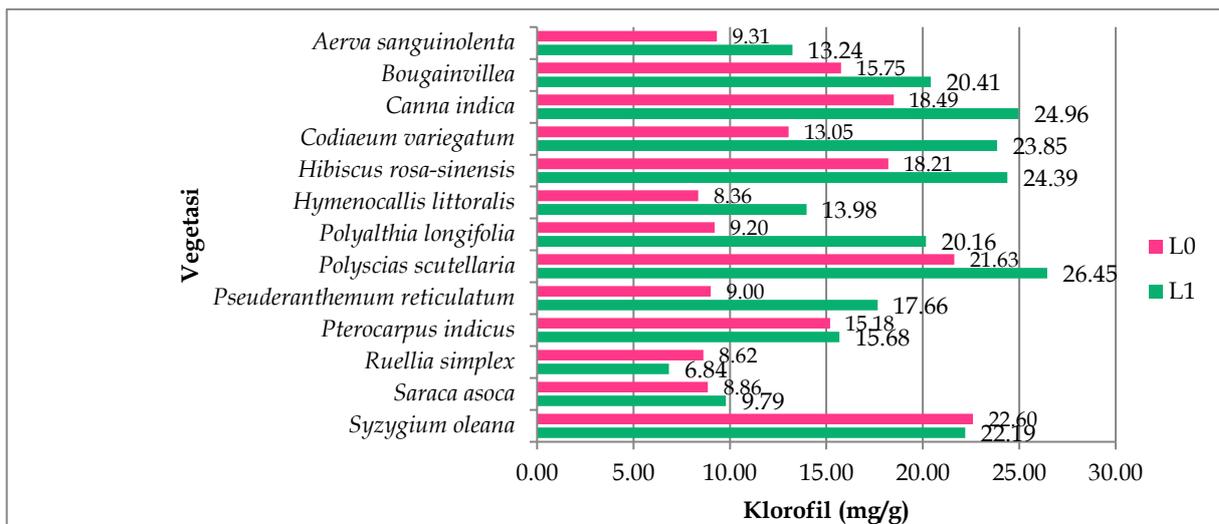
Tanaman dengan toleransi rendah akan menampakkan kerusakannya secara fisik dan fisiologisnya. Seperti nekrosis bahkan sampai layu dan mengalami kematian



Gambar 3. Presentase Kadar Air pada Area Kontrol (L0) dan Terpolusi (L1)



Gambar 4. Kadar pH pada Area Kontrol (L0) dan Terpolusi (L1)



Gambar 5. Kadar Klorofil pada Area Kontrol (L0) dan Terpolusi (L1)

karena tidak tahan dengan lokasi dengan polusi yang tinggi.

Menurut penelitian Dewi (2001), pengaruh hujan asam dengan pH 2,8 terhadap anakan Akasia berupa gejala kerusakan nekrosis, klorosis dan abnormalitas bentuk

daun. Terdapat 25,85% keabnormalan bentuk daun menjadi melengkung dan mengalami kematian jaringan pada daun.

Tanaman akan kekurangan nutrisi karena limbah yang mencemari tanah telah membunuh organisme pengurai

bangkai. Organisme tersebut antara lain adalah bakteri, jamur, dan cacing, hingga sisa makhluk hidup, seperti potongan kayu, tumpukan rumput yang tidak bisa diuraikan menjadi anorganik. Tanaman yang tumbuh didaerah dengan tingkat pencemaran tinggi dapat mengalami berbagai gangguan pertumbuhan serta rawan akan berbagai penyakit, antara lain klorosis, nekrosis, dan bintik hitam (Wijianto, 2013).

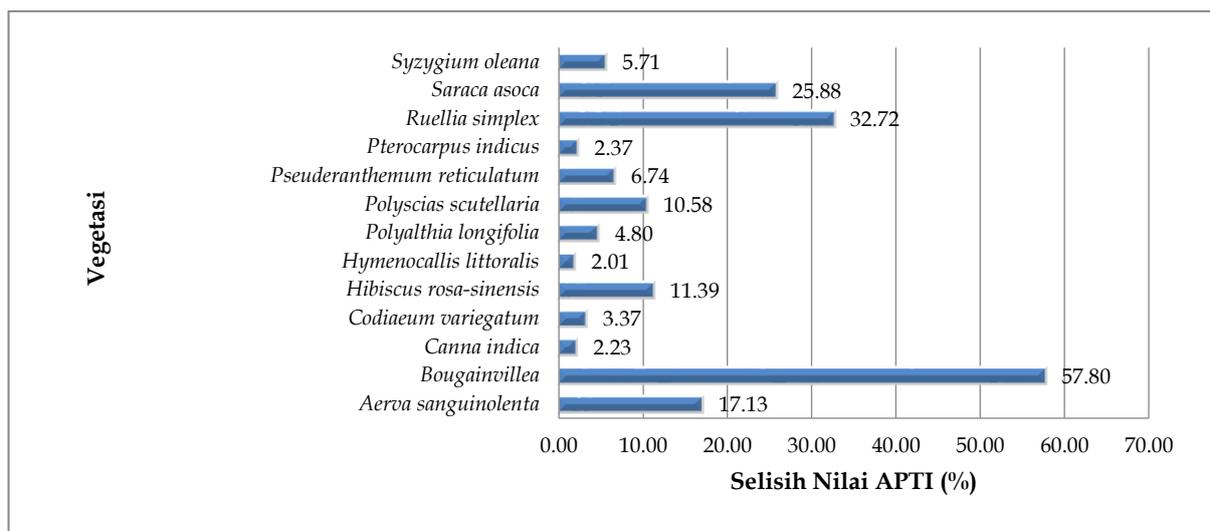
ini terjadi karena lokasi tanaman tersebut sangat berdekatan dengan jalan raya yang diduga perlu kemampuan dan jumlah beberapa komponen fisiologis seperti pH, asam askorbat, kadar air atau klorofil yang tinggi guna mempertahankan dirinya terhadap polusi udara. Tanaman tersebut toleran terhadap polusi udara.

Tanaman dengan APTI tinggi terbukti toleran terhadap

Tabel 2. Tingkat toleransi tanaman terhadap pencemaran udara berdasarkan APTI

No	Nama Latin	APTI		Tingkat Toleransi	
		L0	L1	L0	L1
1	<i>Aerva sanguinolenta</i>	39,34	32,60	Toleran	Toleran
2	<i>Bougainvillea</i>	26,47	11,17	Cukup Toleran	Sedang
3	<i>Canna indica</i>	13,47	13,17	Sedang	Sedang
4	<i>Codiaeum variegatum</i>	12,76	12,33	Sedang	Sedang
5	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	23,01	20,39	Cukup Toleran	Cukup Toleran
6	<i>Hymenocallis littoralis</i>	20,35	19,94	Cukup Toleran	Cukup Toleran
7	<i>Polyalthia longifolia</i>	15,63	14,88	Sedang	Sedang
8	<i>Polyscias scutellaria</i>	28,93	25,87	Cukup Toleran	Cukup Toleran
9	<i>Pseuderanthemum reticulatum</i>	32,21	30,04	Toleran	Toleran
10	<i>Pterocarpus indicus</i>	36,20	37,08	Toleran	Toleran
11	<i>Ruellia simplex</i>	27,78	18,69	Cukup Toleran	Cukup Toleran
12	<i>Saraca asoca</i>	13,99	10,37	Sedang	Sedang
13	<i>Syzygium oleana</i>	11,56	12,26	Sedang	Sedang

Keterangan: L0 = Kontrol, L1 = Lokasi terpolutan



Gambar 6. Selisih Nilai APTI pada Lokasi Terpolusi dan Kontrol

Tanaman yang memiliki nilai APTI tertinggi adalah tanaman *Aerva sanguinolenta* dengan nilai 39,34 pada lokasi kontrol dengan kriteria toleran. Sedangkan tanaman *Saraca asoca* memiliki tingkat kriteria toleransi yang sedang dengan nilai sebesar 10,37 pada lokasi terpolusi.

Perbedaan selisih nilai APTI pada setiap tanaman antara lokasi terpolusi dan lokasi kontrol dapat menunjukkan kriteria toleransi terhadap tanaman tersebut. Tanaman yang memiliki selisih nilai APTI yang sedikit antara lokasi terpolusi dan lokasi kontrol, menunjukkan tanaman tersebut toleran dalam kondisi terpapar polusi yang tinggi atau rendah, karena tanaman tersebut dapat menyesuaikan diri.

Pada tabel 2 menunjukkan tanaman *Pterocarpus indicus* dan *Syzygium oleana* memiliki akumulasi APTI tertinggi pada lokasi terpolusi (L1) dari pada lokasi kontrol (L0), hal

polusi udara bertindak sebagai bioakumulator penting dari polutan udara, sedangkan tanaman yang menunjukkan APTI rendah dapat diklasifikasikan sebagai sensitif terhadap pencemaran udara dapat bertindak sebagai bioindikator polusi udara (Rai *et al.* 2013).

Gambar 6 menunjukkan bahwa tanaman memiliki perbedaan selisih nilai APTI antara lokasi terpolusi dengan kontrol. Banyak atau sedikitnya selisih nilai APTI disebabkan oleh komponen penyusun indeks APTI. Tanaman yang memiliki selisih sedikit, mempunyai kadar komponen penyusun indeks APTI yang tidak berbeda jauh antara tanaman pada lokasi terpolusi dan kontrol, sedangkan pada tanaman yang memiliki persentase selisih banyak memiliki kadar komponen penyusun APTI yang berbeda jauh antara lokasi terpolusi dan kontrol.

SIMPULAN

Berdasar pada penelitian yang dilakukan, tanaman *Aerva sanguinolenta* memiliki APTI tertinggi dengan nilai 39,34 pada lokasi kontrol (L0) dan *Pterocarpus indicus* dengan nilai 37,08 pada lokasi terpolusi (L1) sedangkan *Saraca asoca* memiliki APTI terendah dengan nilai 10,37 pada lokasi terpolusi (L1). Selisih nilai APTI setiap tanaman menunjukkan ketahanan suatu tanaman dalam menyesuaikan fisiologi tanaman pada cekaman. Sedangkan klasifikasi tanaman *Aerva sanguinolenta*, *Pseuderanthemum reticulatum* dan *Pterocarpus indicus* merupakan tanaman toleran, tanaman *Hibiscus rosa-sinensis*, *Hymenocallis littoralis*, *Polyscias scutellaria*, *Ruellia simplex* termasuk dalam kriteria tanaman yang cukup toleran dan tanaman *Bougainvillea* sp., *Canna indica*, *Codiaeum variegatum*, *Polyalthia longifolia*, *Saraca asoca*, dan *Syzygium oleana* termasuk tanaman dalam kategori toleransi sedang berdasar hasil penelitian yang telah dilakukan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Agbaire, P.O., dan E. Esiefarienrhe. 2009. Air Pollution Tolerance Indices (APTI) of Some Plants Around Otorogun Gas Plant in Delta State, Nigeria. *J. Appl. Sci. Environ. Manage* Vol. 13(1). 11 - 14.
- Anjali, M. Kumar, N. Singh dan K. Pal. 2012. Effect of Sulphur Dioxide on Plant Biochemicals. *International Journal of Pharma Professional's Research* Vol 3. 538-544
- Bakiyaraj, R. and Ayyappan, D. 2014. Air Pollution Tolerance Index Of Some Terrestrial Plants Around An Industrial Area. *Int. J. Mod. Res. Rev*, 2(1), 1-7.
- Dewi, I.S. 2001. Pengaruh Hujan Asam Terhadap Beberapa Jenis Anakan Tanaman Hutan Kota (Studi Pemilihan Jenis-Jenis Pohon Berdasarkan Ketahanan Terhadap Hujan Asam). IPB. Bogor
- Dwiputri, D.A. 2018. Developing Plant Tolerance Indicator To Air Pollution, Case Study In Krakatau Industrial Estate Cilegon City, Indonesia. *Jurnal Lanskap Indonesia* Vol 10 (1), 19-27
- Irianto, K. 2015. Buku Bahan Ajar Pencemaran Lingkungan. Universitas Warmadewa: Bali. 88 Halaman
- Kurniati, C. dan R.R. Irwanto. 2015. Evaluasi Nilai APTI dan API pada *Swietenia macrophylla* dan *Agathis dammara* yang Terdapat di Kampus ITB Ganesha, Bandung. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia* Vol 1(7). 1610-1614
- Nurfaida, Dariati, T. dan Yanti, C.W.B. 2011. Bahan Ajar Ilmu Tanaman Lanskap. Universitas Hasanuddin. Makassar. 27 Halaman
- Rai, P.K., L.S. Panda, B.M. Chutia dan Singh. 2013. Comparative Assessment of Air Pollution Tolerance Index (APTI) in the industrial (Rourkela) and Non-Industrial Area (Aizawl) of India: An Ecomanagement Approach. *African Journal of Environmental Science and Technology*. Vol 7(10) 944-948
- Sumangala H.P., C. Aswath, R.H. Laxman and M.R. Namratha. 2018. Estimation of Air Pollution Tolerance Index (APTI) of Selected Ornamental Tree Species of Lalbagh, Bengaluru, India. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(2): 3894-3898
- Veni, K., Marimuthu dan K. Lavanya. 2014. Air Pollution Tolerance Index of Plants a Comparative Study. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences* Vol 6.320-324
- Wijianto, Eko. 2013. Validasi Metode Analisis Pb dengan Menggunakan Flame Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) untuk Studi Biogeokimia dan Toksisitas Logam Timbal (Pb) pada Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum*). Universitas Lampung. Lampung. 69 Halaman
- Zakaria, N. 2013. Analisis Pencemaran Udara (SO₂), Keluhan Iritasi Tenggorokan dan Keluhan Kesehatan Iritasi Mata pada Pedagang Makanan di Sekitar Terminal Joyoboyo Surabaya. UNAIR. Surabaya. 7 Halaman
- Zhang, P. Q., Liu, Y. J., Chen, X., Yang, Z., Zhu, M. H. and Li, Y. P. (2016). Pollution Resistance Assessment of Existing Landscape Plants on Beijing Streets Based on Air Pollution Tolerance Index Method. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 132, 212-223.
- Zouari, M., Elloumi, N., Mezghani, Labrousse, B. Rouina, B. Abdallah, dan B. Ahmed. 2018. A Comparative Study of Air Pollution Tolerance Index (APTI) of Some Fruit Plant Species Growing in the Industrial Area of Sfax, Tunisia.