

Respons Morfologi, Anatomi dan Fisiologi Daun Kersen (*Muntingia calabura*) Akibat Paparan Timbal Pb yang Berbeda di Surabaya

*Morphological, Anatomic and Physiological Responses of Cherry Leaves (*Muntingia calabura*) Due to Different Lead Pb Exposure in Surabaya*

Ahmat Khoirul Rifai*, Rinie Pratiwi Puspitawati

Universitas Negeri Surabaya

*e-mail: ahmatrifai16030244022@mhs.unesa.ac.id

Abstrak. Surabaya sebagai salah satu kota besar dengan tingkat perkembangan teknologi dan industri yang tinggi, sehingga meningkatkan minat masyarakat untuk datang. Hal ini menyebabkan pertumbuhan kendaraan semakin tidak terkontrol, yang berdampak pada penurunan kualitas udara akibat meningkatnya gas emisi dari kendaraan bermotor yang mengandung timbal (Pb). Paparan timbal (Pb) dari emisi kendaraan berpengaruh terhadap kondisi morfologi, anatomi dan fisiologi daun. Tanaman kersen (*Muntingia calabura*) memiliki prospektif tinggi sebagai akumulator logam berat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh paparan timbal (Pb) terhadap morfologi, anatomi dan fisiologi daun kersen (*Muntingia calabura*) serta mengetahui kadar timbal (Pb) pada daun kersen (*Muntingia calabura*). Jenis penelitian ini merupakan observasi. Pengamatan respons morfologi daun dilakukan dengan mengamati nekrosis serta luas daun. Pengamatan respons anatomi berupa jumlah stomata daun diamati menggunakan mikroskop. Pengamatan respons fisiologi berupa pengukuran kadar klorofil daun dilakukan dengan spektrofotometer. Kadar timbal diukur menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*). Sampel daun kersen diambil dari tiga lokasi dengan tingkat paparan timbal (Pb) yang berbeda yakni Jalan A. Yani, Jalan Darmo dan Jalan Ketintang. Analisis data dilakukan secara deskriptif. Penelitian ini menunjukkan bahwa hasil kondisi morfologi daun kersen dari lokasi Jalan A. Yani mengalami tingkat nekrosis yang tinggi, luas daun menyusut, dan jumlah stomata rendah dibandingkan sampel dari lokasi lainnya. Kadar klorofil tertinggi sebesar 38608,5 mg/L terdapat pada lokasi Jalan Ketintang. Kadar timbal (Pb) tertinggi terdapat pada lokasi Jalan A. Yani sebesar 0,546 mg/L, dibandingkan lokasi lainnya. Tanaman kersen memiliki potensi tinggi sebagai absorben timbal (Pb) dan indikator timbal (Pb) di lingkungan sekitar.

Kata kunci: daun kersen; paparan timbal (Pb); respons morfologi; anatomi; fisiologi; kadar timbal

Abstract. Surabaya is one of the big cities with a high level of technological and industrial development that has increased people's interest come to Surabaya. It causes the growing number of vehicles in the Surabaya uncontrolled, which results in a decrease in air quality due to emissions of motor vehicles containing lead (Pb). Lead exposure from motor vehicle emissions affects morphological conditions, stomata number, and leaf chlorophyll content. Cherry plant (*Muntingia calabura*) has a high prospective as a heavy metal accumulator. This study aims to determine the effects of lead exposure on response morphology, anatomy, physiology, and measuring lead levels of cherry leaves. This type of research is observation. Observation of leaf morphological responses carried out by observing leaf necrosis and area. Observation of leaf anatomy responses was the number of stomata using a microscope. Observation of leaf physiology responses was the measurement of chlorophyll levels was carried out with a spectrophotometer. Lead content was analyzed using AAS. Cherry leaves were taken from three locations with different levels of lead: A. Yani, Darmo, and Ketintang street. Data were analyzed descriptively. This research shows that the result of the morphological conditions of the cherry leaves from the A. Yani road experienced a high rate of necrosis, leaf area shrunk, and the number of stomata was small compared to other location. The highest chlorophyll content of 386808.5 mg/L at Ketintang street. The highest lead content at A. Yani road is 0.546 mg / L compared to other location. Cherry plants have high potential as lead absorbent and indicators of lead Pb in the environment.

Key words: cherry leaves; exposure lead (Pb); morphological response; anatomy; physiology; lead content

PENDAHULUAN

Permasalahan lingkungan di Indonesia saat ini mengalami pertambahan jumlah. Hal ini disebabkan oleh perkembangan teknologi dan pusat-pusat industri yang semakin besar. Meningkatnya jumlah kendaraan bermotor tiap tahun salah satunya terjadi di kota Surabaya. Hal ini menyebabkan pertumbuhan kendaraan di kota Surabaya semakin tidak terkontrol. Data BPS (Badan Pusat Statistik) Kota Surabaya tahun 2015-2018 menunjukkan bahwa sepeda motor lebih banyak mendominasi. Sumber polutan terbesar di kota besar, sebanyak 85% berasal dari kendaraan bermotor sepeda motor (Gusnita, 2012). Kendaraan bermotor menghasilkan asap knalpot mengandung timbal (Pb) sehingga menyumbang pencemaran udara (Ismiyati dkk, 2014). Pada proses pembakaran didalam mesin, sebanyak 30% timbal (Pb) dibakar bersama bensin dan sisanya dikeluarkan bersama emisi gas. Dengan demikian semakin meningkatnya pengguna kendaraan bermotor, khususnya kendaraan pribadi di Kota Surabaya, maka akan semakin meningkatkan gas emisi atau polutan ke udara. Standar baku mutu kandungan timbal (Pb) dalam kendaraan bermotor sesuai anjuran pemerintah yakni sebesar 0,013 gram/liter. Baku mutu timbal Pb di udara yaitu 0,025-0,04 g/Nm³.

Tumbuhan dalam kondisi terpapar polusi udara maupun terkena perubahan lingkungan memiliki respons alami. Respons tersebut dapat berupa respons morfologi, anatomi dan fisiologi. Respons morfologi tumbuhan pada bagian daun dapat berupa adanya nekrosis dan menggulungnya tepi daun (Fathia dkk, 2015). Respons anatomi tumbuhan pada bagian daun dapat berupa densitas stomata dan membuka menutupnya stomata (Solihin, 2014). Respons fisiologi tumbuhan pada bagian daun dapat berupa penurunan kadar klorofil (Novita dan Purnomo, 2012). Respons tumbuhan terjadi karena adanya tekanan lingkungan yang intensif serta agar tetap mampu untuk eksplorasi dan eksploitasi, selain itu terdapat berbagai faktor yang berpengaruh antara lain umur, varietas tanaman, keseimbangan nutrisi, kondisi tanaman, temperatur, kelambaban dan intensitas cahaya. Menurut Solihin (2014) menyatakan bahwa adanya akumulasi emisi kendaraan dalam daun akan menyebabkan terjadinya pengurangan jumlah stomata, rusaknya sel penjaga, meningkatnya penutupan stomata, rusaknya helai daun, terjadi penghambatan fotosintesis, penyusutan luas daun, kadar klorofil menurun dan kematian daun. Salah satu upaya dalam mengurangi dampak negatif dari timba (Pb) adalah dengan memanfaatkan pohon yang berada di pinggir jalan raya. Kemampuan tanaman dalam menyerap timbal Pb melalui mekanisme penyerapan pasif, membuat tanaman bisa dijadikan sebagai absorben timbal Pb.

Surabaya sebagai salah satu kota dengan jumlah peningkatan transportasi yang cukup tinggi memiliki potensi sebagai penyumbang emisi gas ke lingkungan (Dinas Perhubungan Kota Surabaya, 2018). Data survei kinerja lalu lintas Kota Surabaya pada tahun 2018 menunjukkan bahwa pada setiap jalan memiliki tingkat kepadatan kendaraan yang berbeda-beda. Jumlah volume kendaraan di jalan A. Yani sebesar 142.536,3 unit kendaraan/hari, di jalan Darmo sebesar 48.304,2 unit kendaraan/hari dan jalan Ketintang sebesar 27.744,6 unit kendaraan/hari.

Tanaman Kersen (*Muntingia calabura*) merupakan tanaman pohon yang memiliki banyak fungsi dan berpotensi baik untuk dikembangkan dalam program Hutan Kota. Menurut Zayadi dan Hayati (2017) secara ekologi perlunya dilakukan pemanfaatan tanaman kersen sebagai pohon peneduh jalan raya, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai tanaman penjerat partikel debu dan absorben Pb di udara. Oleh sebab itu, tanaman ini dapat ditanam pada kawasan dengan tingkat pencemaran udara tinggi.

Penelitian sebelumnya oleh Hidayati (2009) yang membahas analisis kandungan logam berat pada daun *Pterocarpus indicus* (Angsana) dan daun *Muntingia calabura* (Kersen) di kawasan lumpur porong Sidoarjo mengatakan bahwa kemampuan tanaman kersen dalam menyerap logam berat timbal lebih baik dibandingkan dengan angšana, sebab permukaan daunnya yang kasar dan berbulu menjadikan logam berat timbal mudah menempel dan masuk ke dalam sel daun melalui stomata. Potensi tanaman kersen dapat digunakan sebagai barometer polusi udara (bioindikator). Hal tersebut dikarenakan kepekaan tanaman terhadap perubahan lingkungan lebih tinggi dibandingkan hewan dan manusia (Haruningtyas, 2014).

Berdasarkan latar belakang diatas dapat diketahui bahwa daun memiliki tingkat sensitivitas yang tinggi terhadap emisi logam berat Pb, sehingga penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis kemampuan adaptasi daun kersen (*Muntingia calabura*) terhadap paparan emisi logam berat timbal Pb.

BAHAN DAN METODE

Jenis penelitian ini yakni observasi. Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari-Maret 2020. Terdapat tiga lokasi pengambilan sampel yakni Jalan A. Yani, Jalan Darmo, dan Jalan Ketintang Kota Surabaya. Pengamatan nekrosis dan jumlah stomata dilakukan di Laboratorium Struktur dan Perkembangan, Jurusan Biologi FMIPA Unesa. Analisis kadar klorofil dilakukan di Laboratorium Fisiologi, Jurusan Biologi FMIPA Unesa dan uji kadar timbal (Pb) di Laboratorium Kimia Fisika, Jurusan Kimia FMIPA Unesa.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi hot plate, Erlenmeyer, pinset, oven, timbangan analitik, AAS (Atomic Absorption Spectrophotometry), plastik, cutter, spektrofotometri λ 649 dan 665 nm, mikroskop, object glass, cover glass, labu ukur 100 ml, gelas ukur 100 ml, gelas kimia 250 ml, cuvet, mortal, alu, tabung reaksi, tisu kering, kertas saring, corong, pipet, gunting, label dan alat tulis menulis.

Bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini meliputi larutan asam nitrat (HNO₃), larutan asam perklorat (HClO₄) 70 %, akuades, larutan standar Pb sebanyak 1000 ppm, kuteks bening, alkohol 96%, dan sampel daun kersen (*Muntingia calabura*).

1. Prosedur uji kadar timbal pada daun kersen (*Muntingia calabura*)

Daun kersen dipanaskan dalam oven suhu 70°C hingga berat kering konstan. Kemudian diabukan dalam furnace suhu 600°C selama 1 jam. Abu daun diberi HNO₃ pekat (65%) dan akuades masing-masing sebanyak 5 ml, lalu dipanaskan, dan ditambah air hingga 25 ml. Larutan tersebut diukur kadar timbalnya dengan AAS (Atomic Absorption Spectrophotometry). Penghitungan kadar Pb daun menggunakan rumus perhitungan konsentrasi Pb daun :

$$Cy' = Cy \times \frac{V}{W}$$

Keterangan :

Cy' = kandungan Pb pada jaringan daun ($\mu\text{g/g}$)

Cy = konsentrasi Pb terukur pada AAS ($\mu\text{g/ml}$)

V = volume pengenceran (ml)

W = berat kering daun (g)

2. Prosedur pengamatan kondisi morfologi dan penghitungan jumlah stomata

Kondisi morfologi daun diamati dengan melihat luas daun dan ada tidaknya nekrosis pada daun yang terpapar timbal.

Permukaan daun diolesi kutek transparan dan dibiarkan mengering selama 5 sampai 10 menit, lalu ditemplei potongan selotip transparan dan diratakan. Selanjutnya dikelupas secara perlahan-lahan, dan ditempelkan pada object glass. Pengamatan jumlah stomata dilakukan menggunakan mikroskop binokuler dengan perbesaran 40x10 dan menghitungnya secara manual menggunakan counter hand pada bidang pandang dengan diameter 150 μm .

3. Prosedur uji kadar klorofil pada daun kersen (*Muntingia calabura*)

Sebanyak satu gram daun kersen diekstraksi dengan alkohol 96% menggunakan mortar alu sampai seluruh klorofil terlarut. Absorbansi diukur menggunakan spektrofotometri, dengan 3 kali pengulangan untuk setiap sampel daun. Untuk menghitung kadar klorofil total menggunakan rumus: Klorofil total (g/ml) = 20,0 OD₆₄₉ + 6,1 OD₆₆₅.

HASIL

Hasil pengukuran akumulasi timbal pada jaringan daun tanaman (Tabel 1) menunjukkan bahwa pada lokasi Jalan A. Yani penyerapan timbal (Pb) tertinggi dengan rerata sebesar 0,546 ppm, lokasi jalan Darmo dengan jumlah rerata sebesar 0,439 ppm dan rerata penyerapan timbal (Pb) terendah pada lokasi jalan Ketintang sebesar 0,323 ppm.

Data nekrosis daun yang terjadi pada lokasi Jalan A. Yani lebih banyak dibandingkan dengan Jalan Ketintang (Tabel 2). Berdasarkan data pada Tabel 3 menunjukkan rerata luas daun Kersen dari tertinggi ke terendah secara berurutan terdapat pada jalan Ketintang yakni sebesar 30,3 cm², jalan Darmo dengan rerata sebesar 27,6 cm² dan jalan A. Yani 25,6 cm² (Tabel 3).

Data jumlah stomata daun Kersen di tiga lokasi bervariasi. Pada lokasi jalan A. Yani jumlah stomata daun Kersen berkisar antara 14-15 dengan jumlah rerata sebesar 14,7, lokasi jalan Darmo berkisar antara 16-18 dengan jumlah rerata sebesar 16,7 dan lokasi jalan Ketintang berkisar antara 18-20 dengan jumlah rerata sebesar 19,0 (Tabel 4). Dilihat dari data jumlah stomata daun Kersen diatas

maka jumlah stomata daun rerata dari tiga lokasi yang diteliti ternyata berurutan dari tinggi ke rendah yaitu jalan Ketintang, jalan Darmo dan jalan A. Yani.

Hasil pengukuran kadar klorofil untuk melihat pengaruh kadar timbal pada daun menunjukkan bahwa, pada lokasi jalan A. Yani memiliki rerata kadar klorofil daun Kersen terendah sebesar 32243,9 mg/L, lokasi jalan Darmo dengan jumlah rerata sebesar 36754,6 mg/L dan lokasi jalan Ketintang yang memiliki rerata kadar klorofil tertinggi sebesar 38608,5 mg/L (Tabel 5).

Selanjutnya hasil pengukuran faktor fisika kimia lingkungan dari setiap tanaman di ketiga lokasi, faktor tersebut yaitu pH tanah, kelembaban tanah, suhu udara dan intensitas cahaya. Data faktor fisika kimia pada lokasi jalan A. Yani memiliki kelembaban tanah lebih rendah dibandingkan pada lokasi jalan Darmo dan jalan Ketintang yaitu 40%, lokasi jalan A. Yani memiliki intensitas cahaya lebih besar dibandingkan pada lokasi jalan Darmo dan jalan Ketintang yaitu berkisar antara 14520-17490 Cd, sedangkan pH tanah dari tiga lokasi hampir sama dengan berkisar antara 6,9-7 masih tergolong asam mendekati normal dan suhu udara dari tiga lokasi berkisar antara 29-34 °C. (Tabel 6).

Tabel 1. Kadar Timbal (Pb) pada Jaringan Daun Kersen (*Muntingia calabura*)

Lokasi	Kadar Timbal (mg/L)			Rerata
	1	2	3	
Jalan A. Yani	0,536	0,599	0,502	0,546
Jalan Darmo	0,457	0,428	0,432	0,439
Jalan Ketintang	0,352	0,363	0,255	0,323

Keterangan: 1, 2, 3 = Ulangan

Tabel 2. Nekrosis pada Daun Kersen (*Muntingia calabura*)

Lokasi	Nekrosis		
	1	2	3
Jalan A. Yani	++	+	++
Jalan Darmo	++	+	+
Jalan Ketintang	+	-	-

Keterangan: 1, 2, 3 = Ulangan; ++ (Banyak); + (Sedikit); - (Tidak ada)

Tabel 3 Luas pada Daun Kersen (*Muntingia calabura*)

Lokasi	Luas Daun (cm ²)			Rerata
	1	2	3	
Jalan A. Yani	26	27	24	25,6
Jalan Darmo	29	26	28	27,6
Jalan Ketintang	32	29	30	30,3

Keterangan: 1, 2, 3 = Ulangan

Tabel 4. Jumlah Stomata pada Jaringan Daun Kersen (*Muntingia calabura*)

Lokasi	Jumlah Stomata Daun			Rerata
	1	2	3	
Jalan A. Yani	15	15	14	14,7
Jalan Darmo	18	16	16	16,7
Jalan Ketintang	20	19	18	19,0

Keterangan: 1, 2, 3 = Ulangan

Tabel 5. Kadar Klorofil pada Jaringan Daun Kersen (*Muntingia calabura*)

Lokasi	Kadar Klorofil Daun (mg/L)			Rerata
	1	2	3	
Jalan A. Yani	28077,3	39697,0	28951,4	32243,9
Jalan Darmo	37777,5	35766,8	36719,6	36754,6
Jalan Ketintang	33714,0	41173,5	40937,9	38608,5

Keterangan: 1, 2, 3 = Ulangan

PEMBAHASAN

Kemampuan tanaman untuk beradaptasi pada kondisi lingkungan tinggi polutan timbal (Pb) dengan menyerap timbal (Pb) berbeda-beda. Timbal (Pb) yang diabsorpsi berlebihan oleh tanaman

dapat mempengaruhi morfologi, perubahan struktur jaringan tanaman, serta perubahan fisiologi dan jika terjadi dalam skala besar dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman bahkan menyebabkan kematian. Berdasarkan data kadar timbal (Pb) terakumulasi dalam daun Kersen dari ketiga lokasi, kadar timbal (Pb) terakumulasi tertinggi berada di lokasi jalan A. Yani dengan jumlah rerata sebesar 0,546 ppm, kemudian terendah berada di lokasi jalan Ketintang dengan jumlah rerata sebesar 0.323 ppm (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa tanaman Kersen mampu beradaptasi dan dapat bertahan hidup pada cekaman lingkungan tinggi polutan timbal (Pb) (jalan A. Yani), sehingga tanaman ini berpotensi tinggi menjadi absorben timbal (Pb) dan sebagai indikator Pb di sekitar lingkungan setempat.

Tabel 6. Faktor Fisik dan Kimia Lingkungan Tanaman Kersen (*Muntingia calabura*)

Lokasi		pH Tanah	Kelembaban Tanah (%Rh)	Suhu Udara (°C)	Intensitas Cahaya (Cd)
Jalan A. Yani	1	6,9	40	33	15650
	2	7	40	34	17490
	3	6,9	40	32	14520
Jalan Darmo	1	6,9	70	31	10110
	2	6,9	80	30	9900
	3	6,9	70	31	10170
Jalan Ketintang	1	6,9	70	29	7640
	2	6,9	80	30	9350
	3	7	70	30	9310

Keterangan: 1, 2, 3 = Ulangan

Timbal (Pb) yang terakumulasi dalam daun Kersen dapat mempengaruhi morfologi, ditinjau dari nekrosis dan luas daun tanaman Kersen. Dari tiga lokasi tersebut didapatkan jumlah nekrosis daun paling banyak terdapat pada lokasi jalan A. Yani dan paling sedikit pada lokasi jalan Ketintang (Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa adaptasi daun tanaman Kersen terhadap cekaman polutan timbal (Pb) dalam bertahan hidup yakni nekrosis. Nekrosis disebabkan oleh kematian jaringan tanaman. Pada kondisi terkena paparan polutan, daun akan mengalami perubahan warna menjadi coklat atau merah kecoklatan. Terjadinya perubahan warna tersebut disebabkan oleh tingginya konsentrasi gas polutan yang terserap, sehingga jaringan daun mengalami kerusakan dalam waktu singkat (Kusumastuty, 2018). Berdasarkan data luas daun dari ketiga lokasi, luas daun tanaman Kersen tertinggi berada di lokasi jalan Ketintang dengan jumlah rerata sebesar 30,3 cm², kemudian terendah berada di lokasi jalan A. Yani dengan jumlah rerata sebesar 25,6 cm² (Tabel 3). Hal ini menunjukkan bahwa luas daun pada lokasi jalan A. Yani dengan pencemaran tinggi atau diasumsikan kepadatan lalu lintas tinggi mengalami penyusutan atau lebih kecil dibandingkan jalan Darmo dan jalan Ketintang. Adanya akumulasi timbal (Pb) dalam daun menghambat pembelahan dan pemanjangan sel-sel apikal, sehingga terjadi penyusutan luas daun (Sulistiana dan Ludivica, 2016). Menurut Tabaika (2013) menyatakan bahwa adanya akumulasi timbal dengan konsentrasi yang berbeda dalam daun menyebabkan luas daun pada spesies tanaman yang sama ataupun berbeda, maupun dalam satu pohon atau berbeda pohon memiliki variasi, selain itu didukung juga oleh posisi daun, menerima cahaya secara langsung atau posisi ternaungi. Pada lokasi jalan Ketintang luas daun tanaman Kersen tidak berpengaruh secara nyata sehingga proses pertumbuhan dan perkembangan sel tidak terganggu.

Luas daun berpengaruh terhadap jumlah stomata yang penting bagi tumbuhan sebagai pertukaran gas dan proses fotosintesis. Berdasarkan hasil pengamatan, jumlah stomata pada daun Kersen pada permukaan atas tertinggi berada di lokasi jalan Ketintang dengan jumlah rerata sebesar 19,0, kemudian terendah berada di lokasi jalan A. Yani dengan jumlah rerata sebesar 14,7 (Tabel 4). Hal ini menunjukkan bahwa tanaman Kersen di lokasi jalan A. Yani mampu beradaptasi dengan kondisi lingkungan ekstrim berupa intensitas cahaya dan suhu tinggi. Pada kondisi lingkungan dengan intensitas cahaya dan suhu tinggi, kinerja stomata pada daun dioptimalkan untuk mendukung fotosintesis dan mencegah transpirasi berlebihan (Fujiyanto dkk., 2015). Luas daun berpengaruh terhadap laju transpirasi, sebab jumlah stomata yang banyak meningkatkan laju transpirasi (Suyitno, 2012), sehingga tanaman mampu menyerap CO₂ dan menghasilkan O₂ lebih banyak dalam proses fotosintesis (Haryanti, 2013; Andini, 2011). Menurut Raharjo dkk (2015) menyatakan bahwa semakin tinggi tingkat pencemaran udara atau salah satunya timbal (Pb) maka semakin banyak menyebabkan kerusakan stomata. Kerusakan tersebut ditandai dengan sel penutup

yang putus dan pergeseran letaknya, sehingga kedudukannya tidak sejajar. Selain itu, emisi kendaraan atau salah satunya timbal (Pb) yang terakumulasi dalam daun juga meningkatkan jumlah stomata yang tertutup serta mempengaruhi pembelahan sel induk stomata, sehingga jumlah stomata berkurang. Masuknya partikel logam berat yang berdiameter $\pm 0,2 \mu\text{m}$ melalui stomata akan menyebabkan gangguan metabolisme dalam sel yang berpengaruh terhadap proses fotosintesis (Hidayati, 2009).

Selain mempengaruhi jumlah stomata, luas daun juga berpengaruh terhadap biosintesis klorofil (pigmen hijau) pada daun. Berdasarkan hasil pengamatan, kadar klorofil pada daun Kersen tertinggi berada di lokasi jalan Ketintang dengan jumlah rerata sebesar 38608,5 mg/L, dan terendah berada di lokasi jalan A. Yani dengan jumlah rerata sebesar 32243,9 mg/L. Jika dibandingkan kadar klorofil dengan jumlah timbal (Pb) yang terakumulasi pada daun Kersen (Tabel 1), dapat diketahui bahwa ada kecenderungan penurunan kadar klorofil pada daun yang tinggi kadar akumulasi timbalnya. Masuknya timbal (Pb) pada jaringan daun secara berlebihan akan mempengaruhi kadar klorofil daun, sebab jumlah Mg dan Fe yang berfungsi membentuk struktur kloroplas berkurang sehingga volume dan jumlah kloroplas menurun. Dengan demikian, sejumlah kecil logam berat yang masuk dalam jaringan daun akan berdampak pada rusaknya struktur kloroplas, sehingga terjadi penurunan pigmen klorofil dan daun menjadi menguning dan klorosis (Hardiyanti, 2017). Selain itu, biosintesis salah satu bagian klorofil yakni porifirin tidak optimal, sebab kinerja enzim porphobilinogen deaminase dan amino levulinic acid dehidratase dihambat oleh timbal (Ulfah dkk, 2017; Fascavitri dkk, 2018). Penyusutan luas daun dapat mempengaruhi penurunan kadar klorofil, karena faktor cekaman polutan timbal (Pb).

Faktor fisika dan kimia lingkungan dapat menunjang atau mempengaruhi tanaman dalam beradaptasi terhadap cekaman polutan timbal (Pb) sehingga memiliki peranan penting. Berdasarkan hasil pengamatan faktor fisika dan kimia lingkungan maka nilai pH tanah berkisar 6,9 hingga 7 yang mana tergolong netral. Menurut Gultom dan Lubis (2014) menyatakan bahwa pH optimal penyerapan timbal (Pb) adalah 4, sedangkan pH dalam penelitian ini adalah netral, hal ini menunjukkan bahwa tanaman kersen memiliki kemampuan untuk menyerap timbal (Pb) pada pH tanah netral. Nilai kelembaban tanah berkisar 40-80% yang mana tergolong sedang-tinggi, nilai kelembaban yang tinggi menyebabkan laju transpirasi melambat karena uap air. Nilai suhu udara berkisar 29-34°C termasuk kedalam suhu optimal. Dewanti (2012) menyatakan bahwa kisaran suhu optimal tanaman yaitu $\pm 30^\circ\text{C}$, suhu yang tinggi akan meningkatkan laju respirasi sehingga kadar CO₂ dalam daun tinggi. Kemudian nilai intensitas cahaya berkisar antara 7640-17490 Cd yang mana tergolong rendah-sedang. Nilai optimal intensitas cahaya berkisar antara $\pm 32.000 \text{ Cd}$, jika kurang dari itu maka fotosintesis tidak maksimal (Ibrahim dan Hizqiyah, 2013).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa timbal (Pb) pada daun *Muntingia calabura* mempengaruhi morfologi berupa adanya nekrosis dan penyusutan pada luas daun. Nekrosis tertinggi pada jalan A. Yani dan terendah pada jalan Ketintang. Luas daun tertinggi pada jalan Ketintang dan pada jalan A. Yani. Timbal (Pb) pada daun *Muntingia calabura* mempengaruhi anatomi berupa jumlah stomata daun pada permukaan atas. Jumlah stomata tertinggi pada jalan Ketintang dan terendah pada jalan A. Yani. Timbal (Pb) pada daun *Muntingia calabura* mempengaruhi fisiologi berupa kadar klorofil daun. Kadar klorofil tertinggi pada jalan Ketintang dan terendah pada jalan A. Yani. Kadar timbal (Pb) pada daun *Muntingia calabura* pada kepadatan jalan di Kota Surabaya nilai rerata kadar timbal (Pb) jalan A. Yani 0,546 ppm, nilai rerata kadar timbal (Pb) jalan Darmo 0,439 ppm, dan nilai rerata kadar timbal (Pb) jalan Ketintang 0,323 ppm.

DAFTAR PUSTAKA

- Andini NA, 2011. Anatomi Jaringan Daun dan Pertumbuhan Tanaman *Celosia cristata*, *Catharanthus roseus*, dan *Gomphrena globosa* pada Lingkungan Udara Tercemar. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor.
- Badan Pusat Statistika, 2018. Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor menurut Jenis tahun 2015 - 2018. (*Online*), diakses 23 November 2018.
- Dewanti D, 2012. Pengaruh Suhu Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman. *Skripsi*. Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur: Tidak Diterbitkan.
- Dinas Perhubungan Kota Surabaya, 2018. *Laporan Survey Kinerja Lalu Lintas Tahun 2018*. Surabaya: Dinas Perhubungan Pemerintah Kota Surabaya.

- Fascavutri A, Rachmadiarti F, dan Bashri A, 2018. Potensi Tanaman Lili Paris (*Chlorophytum comosum*), Melati Jepang (*Pseuderanthemum reticulatum*), dan Paku Tanduk Rusa (*Platyserium bifurcatum*) sebagai Absorben Timbal (Pb) di Udara. *LenteraBio*. Vol. 7(3).
- Fathia LAN, Medha B, dan Sitawati, 2015. Analisis Kemampuan Tanaman Semak Di Median Jalan Dalam Menyerap Logam Pb. *Produksi Tanaman*. Vol. 3(7) : 528 – 534.
- Fujiyanto Z, Prihastanti E, Haryanti S, Biologi J, Sains F, dan Diponegoro U, 2016. Karakteristik Kondisi Lingkungan, Jumlah Stomata, Morfometri, Alang-Alang Yang Tumbuh Di Daerah Padang Terbuka Di Kabupaten Bora Dan Ungaran. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*. Vol. 23(2): 48-53.
- Gultom EM, dan Lubis MT, 2014. Aplikasi Karbon Aktif Dari Cangkang Kelapa Sawit Dengan Aktivator H₃PO₄ Untuk Penyerapan Logam Berat Cd dan Pb. *Jurnal Teknik Kimia USU*. Vol. 3(1): 5-10.
- Gusnita D, 2012. Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) di Udara dan Upaya Penghapusan Bensin Bertimbal. *Jurnal Berita Dirgantara*. Vol. 13(3): 95-97.
- Hardiyanti YM, 2017. Akumulasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Pengaruhnya Pada Daun Glodokan Tiang (*Polyalthia longifolia*) di Jalan A.P. Pettrani Kota Makassar. *Skripsi*. Makassar : Fakultas Sains dan Teknologi Uin Alauddin Makassar.
- Haruningtyas N, 2014. Respons Pertumbuhan dan Anatomi Jaringan Daun pada *Asystasia gangetica*, *Impatiens balsamina*, dan *Mirabilis jalapa* Akibat Polusi Udara. *Skripsi*. Bogor : Departemen Biologi, FMIPA IPB.
- Haryanti S, 2013. Jumlah dan Distribusi Stomata pada Daun Beberapa Spesies Tanaman Dikotil dan Monokotil. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*. Vol. 18(2): 21-23.
- Hidayati SR, 2009. Analisis Karakteristik Stomata, Kadar Klorofil dan Kandungan Logam Berat Pada Daun Pohon Pelindung Jalan Kawasan Lumpur Porong Sidoarjo. *Skripsi*. Malang : Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Malang.
- Ibrahim Y dan Hizqiyah IYN, 2013. *Dasar – Dasar Fisiologi Tumbuhan*. Bandung: Pelangi Press.
- Ismiyati, 2014. Pencemaran Udara Akibat Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor. Universitas Muhammadiyah: Jakarta. *Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik (JMTransLog)*. Vol. 1 (3).
- Kusumastuty DA, 2018. Analisis Perubahan Morfologi dan Kadar Klorofil pada Tanaman Kersen (*Muntingia calabura* L.) di Area Pertambangan Minyak Bumi Wonocolo Kabupaten Bojonegoro. *Skripsi*. Malang : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan UMM.
- Novita Y dan Purnomo T, 2012. Penyerapan Logam Timbal (Pb) dan Kadar Klorofil *Elodea Canadensis* pada Limbah Cair Pabrik Pulp dan Kertas. *LenteraBio*. Vol. 1(1): 1-8.
- Raharjo HP, Sri H dan Rini B, 2015. Pengaruh Tingkat Kepadatan Lalu Lintas dan Waktu Pengamatan yang Berbeda Terhadap Ukuran dan Jumlah Stomata Daun Glodokan (*Polyalthia longifolia*). *Jurnal Biologi*. Vol. 4 (1): 73-84.
- Solihin A, 2014. Morfologi Daun, Kadar Klorofil, dan Stomata Glodokan (*Polyalthia longifolia*) pada Daerah dengan Tingkat Paparan Emisi Kendaraan yang Berbeda di Yogyakarta. *Skripsi*. Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Sulistiana S dan Ludivica ES, 2016. Akumulasi Timbal (Pb) dan Struktur Stomata Daun Puring (*Codiaeum variegatum*). *Prosiding Seminar Nasional MIPA*. Tangerang : Jurusan Biologi FMPA Universitas Terbuka Tangerang Selatan.
- Suyitno, 2012. Perbandingan Jumlah Stomata pada Bagian Abaksial dan Adaksial, (Online), (http://www.pertanian.untag.smd.ac.id/wpcontent/uploads/2012/06/Proses_Transpirasi_Pada_Tanaman_Bab_IX), diakses 20 April 2020.
- Tabaika R, Hadisusanto dan Suwarno, 2013. Akumulasi dan Dampak Logam Timbal (Pb) pada Tanaman Peneduh Jalan di Kota Ternate, Maluku utara. *Jurnal Bioedukasi*. Vol 2 (1): 139-149.
- Ulfah M, Rachmadiarti F dan Rahayu YS, 2017. Pengaruh Timbal (Pb) Terhadap Kandungan Klorofil Kiambang (*Salvinia molesta*). *LenteraBio*. Vol. 6(2).
- Zayadi H dan Hayati A, 2017. Distribusi Spasial Pohon Peneduh Jalan Raya Lowokwaru Kota Malang Dengan Aplikasi GIS. *Jurnal Ilmiah BIOSAIN TROPIS (BIOSCIENCE-TROPIC)*. Vol. 3: 46-52.

Available Online: 30 November 2021

Published: 31 Januari 2022

Authors:

Ahmat Khoirul Rifai, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya, Jalan Ketintang Gedung C3 Lt.2 Surabaya 60231, Indonesia, e-mail: ahmatrifai16030244022@mh.unesa.ac.id
 Rinie Pratiwi Puspitawati, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya, Jalan Ketintang Gedung C3 Lt.2 Surabaya 60231, Indonesia, e-mail: riniepratiwi@unesa.ac.id

How to cite this article:

Rifai AK, Puspitawati RP, 2022. Respons Morfologi, Anatomi dan Fisiologi Daun Kersen (*Muntingia calabura*) Akibat Paparan Timbal Pb yang Berbeda di Surabaya. *LenteraBio*; 11(1): 8-14