

Karakteristik konsentrasi timbel (Pb) dalam daun 3 (tiga) jenis pohon di sekitar pabrik peleburan aki bekas di Tangerang dan Bekasi

Characteristics of lead (Pb) concentration in leaves of three tree species around used battery smelters in Tangerang and Bekasi

Ridwan Fauzi*, Muhamad Yusup Hidayat, Bambang Hindratmo, dan Siti Masitoh

Pusat Penelitian Pengembangan Kualitas dan Laboratorium Lingkungan,

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan

Kawasan Puspipstek Gedung 210, Serpong, Tangerang Selatan, Banten, Indonesia

* e-mail: ridwan_fkt@yahoo.com



INFO ARTIKEL

Sejarah artikel:

Diterima:

21 Februari 2019

Direvisi:

27 November 2019

Diterbitkan:

30 Desember 2019

Kata kunci:

timbel (Pb);

peleburan;

aki bekas;

kawasan industri

ABSTRAK

Konsentrasi timbel (Pb) yang tinggi di udara, khususnya di sekitar pabrik peleburan aki bekas berisiko bagi kesehatan manusia. Tumbuhan mempunyai fungsi filtrasi terhadap polutan udara sehingga udara yang dihasilkan menjadi lebih segar. Peran tumbuhan dalam penyerapan timbel di lokasi sekitar peleburan aki bekas belum banyak dikaji. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi karakteristik konsentrasi timbel dalam daun di sekitar pabrik peleburan aki bekas di kawasan industri Kadu Manis Tangerang dan kawasan industri Jababeka Bekasi. Penelitian ini adalah penelitian kuantitatif, sampel yang diambil merupakan daun pada pohon yang berada di sekitar kawasan industri Kadu Manis Tangerang dan kawasan industri Jababeka Bekasi. Sampel daun diambil sesuai arah mata angin dengan jenis pohon yang diambil adalah Trembesi (*Samanea saman*), Bintaro (*Cerbera manghas*), dan Glodokan (*Polyalthia longifolia*). Sampel daun diambil dalam radius 0 hingga 7,5 km dari lokasi peleburan aki bekas. Konsentrasi timbel dalam daun dihitung dengan menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*). Analisis data dilakukan dengan menggunakan regresi linear berganda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa arah angin berpengaruh nyata terhadap konsentrasi timbel dalam daun. Pepohonan yang berada di sebelah utara pabrik peleburan mempunyai kadar timbel paling besar dibanding tiga arah lainnya. Jarak dengan peleburan aki bekas hanya berpengaruh nyata terhadap konsentrasi timbel di kawasan industri Jababeka Bekasi.

ABSTRACT

Keywords:

lead (Pb);

smelter;

used batteries;

industrial area

*The high concentration of lead (Pb) in the air, especially around the smelter of used batteries is harmful for human health. Plants have a good filtration function for air pollutants. Effect of plants in the absorption of lead in the air, especially in locations around the smelting of used batteries has not been widely studied. This study aims to identify the characteristics of lead concentration in leaves around the smelter in industrial area of Kadu Manis, Tangerang and industrial area of Jababeka, Bekasi. This research is quantitative research, samples taken are leaves on trees that are around the smelters. Leaf samples were taken following the direction of the wind, with the tree species taken were Trembesi (*Samanea saman*), Bintaro (*Cerbera manghas*), and Glodokan (*Polyalthia longifolia*). Samples were taken in a radius of 0 to 7.5 km from the smelters. The lead concentration was analyzed using AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*). Data analysis was performed using multiple linear regression. Wind direction has a significant effect on lead concentration in leaves. Trees that are north of the smelter have the highest lead levels compared to the other three directions. The distance with lead smelting only has a significant effect on lead concentration in Jababeka Industries.*

1. Pendahuluan

Logam berat yang terbuang sebagai akibat aktivitas *anthropogenic* ke udara menjadi polutan yang bisa membahayakan bagi kehidupan. Seperti logam timbel (Pb) diketahui ada di dalam semua keadaan di alam, baik dalam tanah, sungai, danau, dan dalam laut (Sanna and Vallascas, 2011). Meskipun logam timbel adalah logam yang cukup berat, logam timbel juga ditemukan di udara, sebagai komponen pada debu dan uap air laut yang berhembus (Samsudin et al., 2015)..

Logam timbel adalah unsur beracun dan berbahaya bagi kesehatan manusia bahkan pada tingkat yang relatif rendah (Samsudin et al., 2015). Salah satu paparan timbel pada manusia adalah melalui sistem pernafasan, sekitar 25-50% timbel akan diserap oleh paru-paru karena ukurannya yang kecil ($<0,5\mu\text{m}$) sehingga lebih mudah diserap oleh jaringan paru-paru dan sisanya akan tertahan oleh rambut di hidung (Eibensteiner et al., 2005; Feleafel and Mirdad, 2013; Hindratmo et al., 2018). Bahkan timbel yang masuk dalam jaringan darah akan menyebabkan penyakit hipertensi (Ambarwanto et al., 2016).

Timbel merupakan salah satu polutan yang dihasilkan oleh aktivitas pembakaran bahan bakar minyak kendaraan bermotor dan aktivitas penguraian baik melalui pembakaran maupun secara alami bahan-bahan yang mengandung logam timbel (Sanna and Vallascas, 2011; Santoso et al., 2012). Daerah Kabupaten Tangerang yang terdapat pabrik peleburan aki bekas juga menunjukkan logam timbel di udara ambien yang cukup tinggi yaitu mencapai $2,045\ \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nilai ini lebih tinggi dari baku mutu yang telah ditetapkan yaitu hanya $2\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Mukhtar et al., 2013). Selain konsentrasi pencemaran timbel di udara ambien yang di atas baku mutu, juga ditemukan konsentrasi timbel dalam darah anak usia sekolah di sekitar kawasan pabrik peleburan aki di Kabupaten Tangerang juga cukup tinggi. Konsentrasi rata-rata timbel dalam darah anak usia sekolah tersebut mencapai $32,0\ \mu\text{g}/\text{dL}$. Nilai ini juga sudah di atas baku mutu yang telah ditetapkan oleh World Health Organization (WHO) yaitu $5\ \mu\text{g}/\text{dL}$ (Hindratmo et al., 2018).

Konsentrasi timbel yang tinggi di sekitar kawasan industri yang mendaur ulang aki bekas untuk pemurnian timbel kerap memberikan dampak buruk bagi udara di sekitarnya. Timbel dapat dengan mudah terdistribusi melalui media udara dari cerobong-cerobong yang terdapat di pabrik peleburan aki bekas (Brik and Ben Ammar, 2013). Kondisi ini mengakibatkan kualitas udara di sekitar pabrik menjadi tercemar oleh partikel-partikel timbel. Kawasan industri yang di dalamnya terdapat aktivitas peleburan timbel harus memperhatikan konsep pembangunan berkelanjutan dengan memperhatikan salah satunya fungsi tumbuhan sebagai filtrasi alami untuk polutan-polutan di udara yang dihasilkan dari pabrik tersebut. Kemampuan tumbuhan dalam menyaring polutan udara yang berimbas pada udara yang dihasilkan lebih segar (Pratiwi, 2012).

Konsentrasi timbel di udara dapat dikendalikan dengan menggunakan tumbuhan untuk menyerap dan

menyerap timbel di udara (Hidayat et al., 2019; Istiaroh et al., 2014). Sehingga tumbuhan bertindak sebagai agen fitoremediasi logam timbel (Caroline and Moa, 2015; Ferdhiani et al., 2015). Fungsi tumbuhan sebagai agen hayati tersebut bermanfaat untuk mereduksi polutan timbel di udara, hal ini menjadikan pentingnya suatu penelitian untuk mengetahui secara detail peran tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik konsentrasi timbel dalam daun di sekitar pabrik peleburan aki bekas yang berada di kawasan industri Kadu Manis Tangerang dan kawasan industri Jababeka Bekasi.

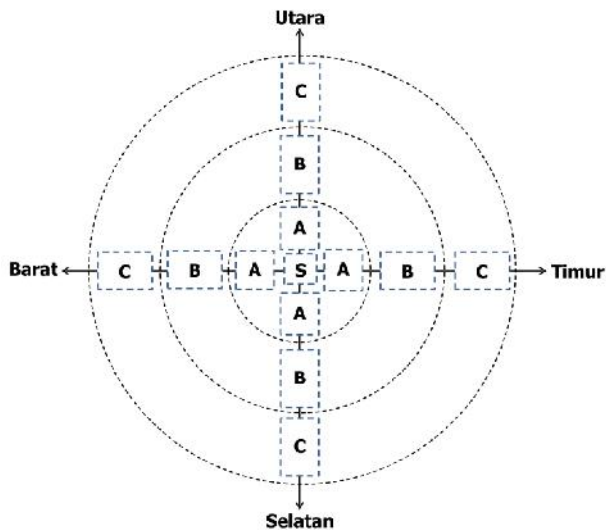
2. Metode

Pengumpulan data penelitian dilaksanakan di sekitar pabrik peleburan aki bekas di Kabupaten Tangerang, Propinsi Banten dan Kabupaten Bekasi, Propinsi Jawa Barat pada bulan Mei sampai dengan Juli 2018. Sedangkan analisis konsentrasi Pb dilakukan di Laboratorium Pusat Penelitian Pengembangan Kualitas dan Laboratorium Lingkungan (P3KLL), Serpong, Tangerang Selatan pada bulan Mei sampai dengan November 2018.

Pengambilan sampel berupa daun dari jenis pohon yang berada di sekitar pabrik. Sampel daun pohon diambil dari 3 jenis pohon yang ada di sekitar pabrik peleburan aki bekas. Ada beberapa kriteria daun yang diambil sebagai sampel, yaitu:

- Jenis pohon yang diambil sampelnya dari 3 jenis pohon yang sama. Jenis pohon yang diambil daunnya yaitu Trembesi (*Samanea saman*), Glodokan (*Polyalthia longifolia*), dan Bintaro (*Cerbera manghas*).
- Lokasi pengambilan pohon dengan sumber pencemar/ pabrik pada 3 titik yang berbeda secara random dengan batasan jarak dari sumber pencemar. Pembagian jarak pengambilan pohon sampel yaitu jarak 0 – 2,5 km; 2,5 – 5 km; dan 5 – 7,5 km. Jalur pengambilan sampel mempertimbangkan empat arah angin.
- Pengambilan daun di pohon dibagi dalam 3 bagian tajuk yaitu tajuk atas, tajuk tengah, dan tajuk bawah. Posisi daun yang di ambil berdasarkan arah mata angin yaitu utara, selatan, barat, dan timur). Jumlah daun yang diambil setiap arah mata angin sebanyak 5-10 helai untuk kemudian didekomposit dalam satu pohon.

Teknik pengambilan sampel daun diambil dari pohon secara acak, masing-masing dikumpulkan dalam kantong plastik dan dianalisis di laboratorium untuk dihitung konsentrasi timbelnya. Konsentrasi timbel ditentukan berdasarkan berat kering daun dengan 2 ulangan sampel untuk analisis logam timbel berasal dari daun pohon. Analisis timbel dalam daun pada kegiatan pengembangan ini menggunakan Intruksi Kerja (IK-04/B/P3KLL tahun 2014) merujuk pada metode APHA 2012 dengan menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*) (Hidayat et al., 2019).



Keterangan:

- A,B,C, dan D merupakan area pengambilan sampel (panjang setiap jalur ± 2,5 km).
- S merupakan sumber polutan (lokasi pabrik peleburan aki bekas)

Gambar 1. Sketsa pengambilan sampel daun berdasarkan arah angin.

Analisis data dilakukan dengan membandingkan terhadap konsentrasi logam timbel dalam daun dengan konsentrasi logam timbel dalam daun jenis pohon lainnya. Data konsentrasi timbel dalam daun yang diambil diolah secara kuantitatif dengan menggunakan perhitungan statistika. Pengaruh jarak pohon dengan sumber pencemar, jenis pohon, dan arah angin lokasi pohon terhadap konsentrasi dianalisis dengan menggunakan analisis regresi linier berganda (*multiple linear regression*). Formulasi yang disusun dalam analisis konsentrasi timbel dalam daun sebagai berikut:

$$Kons_i = 0 + 1Jarak_i + 2Diameter_i + 3Tinggi_i + 4LAI_i + i \quad (1)$$

Keterangan:

- $Kons_i$ = konsentrasi timbel di daun ke i (ppm),
- $Jarak_i$ = jarak sampel daun ke i dengan sumber pencemar (km),
- $Diameter_i$ = diameter pohon ke i (cm),
- $Tinggi_i$ = tinggi pohon ke i (m),
- LAI_i = *Leaf Area Index* jenis i (Hidayat et al., 2019; the Singapore Botanic Gardens, 2013),
- 0 = nilai konstanta dari model,
- $1, 2, \dots, 4$ = koefisien regresi dari masing-masing variabel,
- i = *error term* dari model.

3. Hasil dan pembahasan

Penelitian ini melakukan pengambilan data konsentrasi timbel dalam daun dari beberapa jenis tanaman yang berada di sekitar kawasan peleburan aki bekas. Lokasi pengambilan sampel daun dilakukan di 2 (dua) lokasi, yaitu sekitar pabrik peleburan aki bekas di Kawasan Industri Kadu Manis, Kabupaten Tangerang

dan sekitar peleburan aki bekas di Kawasan Industri Jababeka, Kabupaten/Kota Bekasi. Penelitian ini menggunakan sampel yang diambil dari bagian tumbuhan berupa daun karena daun sebagai bagian tumbuhan yang paling berperan dalam proses evapotranspirasi atau keluar masuknya partikel ke dalam bagian tumbuhan. Selain itu daun merupakan bagian tumbuhan yang paling dahulu terpapar polutan di udara (Istiaroh et al., 2014).

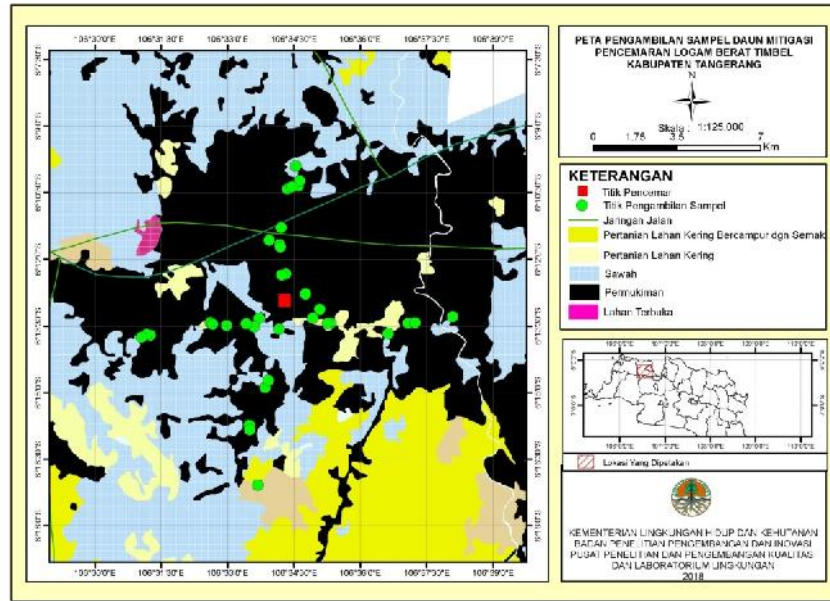
Pengambilan sampel daun dilakukan terhadap 3 (tiga) jenis tanaman. Ketiga jenis tersebut adalah Trembesi (*Samanea saman*), Glodokan (*Polyalthia longifolia*), dan Bintaro (*Cerbera manghas*). Pohon-pohon tersebut banyak ditemukan di turus jalan. Lokasi pengambilan sampel ditentukan berdasarkan interval jarak dengan lokasi peleburan aki bekas. Interval jarak yang digunakan yaitu 0 – 2,5 km, >2,5 – 5 km, dan >5 – 7,5 km dari industri peleburan aki bekas. Di setiap lokasi/ interval jarak diambil sampel daun dari ketiga jenis pohon tersebut. Sehingga, jumlah sampel yang berhasil dikumpulkan di lapangan sebanyak 36 sampel daun dari 3 jenis pohon. Selain pengambilan sampel daun juga dilakukan perekaman koordinat lokasi, diameter pohon, dan tinggi pohon.

3.1. Kawasan Industri Kadu Manis Kabupaten Tangerang

Di sekitar kawasan industri Kadu Manis, Kabupaten Tangerang pengambilan sampel dilakukan pada Bulan Mei 2018. Sampel yang berhasil dikumpulkan sebanyak 36 sampel daun dari 3 jenis pohon. Sampel-sampel tersebut diambil secara random pada 4 arah penjuruan mata angin. letak sampel secara lebih jelas bisa dilihat di Gambar 1.

Sampel daun yang telah diambil dilakukan analisis untuk mengetahui konsentrasi timbel. Analisis pengujian konsentrasi timbel dilakukan di Laboratorium P3KLL, Serpong. Pengujian konsentrasi timbel dilakukan di Laboratorium P3KLL, Serpong. Laboratorium telah terakreditasi dengan nomor akreditasi LP 083 IDN. Pengujian konsentrasi timbel dilakukan dengan menggunakan IK-04/B/P3KLL tahun 2014. Hasil pengujian tersaji dalam Tabel 1 dengan konsentrasi timbel hasil pengujian tertera di kolom 4.

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat nilai konsentrasi timbel dalam daun tertinggi adalah pada jenis pohon trembesi (*Samanea saman*) dengan konsentrasi timbel terkandung sebesar 44,98 mg/kg dan berada di sebelah timur dari pabrik peleburan aki bekas. Nilai konsentrasi timbel terkecil adalah jenis Bintaro (*Cerbera manghas*) dengan konsentrasi timbel 0,33 mg/kg dengan lokasi sebelah timur dari pabrik peleburan. Rata-rata konsentrasi timbel dalam daun di sekitar kawasan peleburan aki bekas adalah 12,23 mg/kg. Dengan rata-rata konsentrasi timbel berdasarkan lokasi arah dari peleburan yang tertinggi yaitu disebelah utara pabrik peleburan mencapai 20,37 mg/kg. Penelitian yang dilakukan oleh Samsudin et al. (2015) menemukan konsentrasi timbel dalam daun pada beberapa jenis pohon di Tangerang adalah 3,30 – 101,93 ppm/cm².



Gambar 1. Peta lokasi pengambilan sampel daun di wilayah sekitar industri Kadu Manis, Kabupaten Tangerang.

Tabel 1. Konsentrasi timbel dalam daun dari beberapa pohon di sekitar kawasan industri Kadu Manis, Kabupaten Tangerang.

Arah	Nama Pohon	Range	Konsentrasi (mg/ kg)	LAI	Jarak ke Sumber	Diameter	Tinggi
Barat	1. Bintaro (<i>Cerbera manghas</i>)	1	7,42	4	1,22	8	5
		2	8,57	4	3,22	30	12
		3	5,27	4	5,92	8	6
	2. Glodokan (<i>Polyalthia longifolia</i>)	1	10,39	3	1,17	5	3
		2	4,32	3	3,14	15	10
		3	3,47	3	5,77	5	2
	3. Trembesi (<i>Samanea saman</i>)	1	20,82	2,5	1,8	35	17
		2	24,66	2,5	2,6	50	20
		3	4,88	2,5	6,2	15	10
Selatan	1. Bintaro (<i>Cerbera manghas</i>)	1	13,04	4	0,66	20	8
		2	4,67	4	3,14	17	6
		3	4,23	4	5,1	30	12
	2. Glodokan (<i>Polyalthia longifolia</i>)	1	5,78	3	1,48	20	14
		2	3,95	3	3,15	8	5
		3	3,40	3	7,17	12	17
	3. Trembesi (<i>Samanea saman</i>)	1	22,85	2,5	0,06	32	15
		2	16,16	2,5	2,81	32	16
		3	9,01	2,5	5,1	20	14
Timur	1. Bintaro (<i>Cerbera manghas</i>)	1	4,65	4	1,66	25	13
		2	0,33	4	4,29	15	10
		3	0,72	4	5,32	25	9
	2. Glodokan (<i>Polyalthia longifolia</i>)	1	14,12	3	1,26	15	9
		2	1,53	3	4,26	7	5
		3	0,68	3	5,32	35	20
	3. Trembesi (<i>Samanea saman</i>)	1	10,16	2,5	1,2	40	11
		2	6,98	2,5	4,27	28	15
		3	44,98	2,5	5,32	35	20
Utara	1. Bintaro (<i>Cerbera manghas</i>)	1	22,13	4	1,72	15	7
		2	10,57	4	2,96	10	8
		3	13,91	4	5,34	10	6
	2. Glodokan (<i>Polyalthia longifolia</i>)	1	36,29	3	1,72	20	14
		2	23,62	3	2,96	15	12
		3	7,41	3	5,63	18	10
	3. Trembesi (<i>Samanea saman</i>)	1	13,89	2,5	1,69	25	8
		2	28,60	2,5	2,87	30	12
		3	26,90	2,5	5,4	10	4
Rata-rata			12,23				

Penelitian yang dilakukan oleh Inayah et al (2010) menunjukkan bahwa rata-rata konsentrasi timbel yang terdapat pada tanaman Angsana yang ada di kota Tangerang berkisar antara 2,04 – 7,30 µg/g. Partikel logam berat yang menempel pada permukaan daun yang lebih lebar dan lebih kasar adalah tujuh kali lebih besar daripada permukaan daun yang licin (Santoso et al., 2012). Permukaan daun yang licin dan lurus apabila terpapar debu partikel yang menempel akan mudah tertiuap angin sehingga waktu tinggalnya lebih sebentar, sehingga penyerapan timbal ke dalam daunnya lebih sedikit (Dewi, 2012).

Tabel 2.

Hasil estimasi faktor-faktor mempengaruhi konsentrasi timbel dalam daun pada pohon sekitar pabrik peleburan aki bekas di kawasan industri Kadu Manis, Kabupaten Tangerang.

Variabel	Koefisien	Standard Error	Sig.
Jarak Pohon dengan Sumber	-1,304	0,825	
Arah angin	-4,371	1,348	***
Diameter pohon	0,091	0,228	
Tinggi Pohon	0,651	0,517	
Leaf Area Index (Constant)	-4,025	2,513	
	31,528	10,366	***
Jumlah Obs	36		
Signifikansi Model	***		
R Square	0,451		
Adjusted R Square	0,360		

Keterangan:
*** : Signifikan = 1%

Berdasarkan hasil estimasi dengan menggunakan analisis regresi berganda untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi konsentrasi timbel dalam daun pada pohon di sekitar kawasan industri Kabupaten Tangerang dapat dilihat pada hasil estimasi Tabel 2. Hasil estimasi menunjukkan bahwa konsentrasi timbel di daun hanya dipengaruhi oleh arah sumber. Setelah ditelusur lebih mendalam konsentrasi timbel paling besar berada di sebelah utara kawasan industri Kadu Manis. Pada kegiatan penelitian yang dilakukan oleh (Hermawan et al., 2011; Hidayat et al., 2019) menunjukkan pola bahwa jarak berpengaruh secara signifikan terhadap konsentrasi timbel dalam daun. Pada penelitian tersebut, sumber polutan merupakan timbel yang berasal dari kendaraan bermotor. Namun demikian, dengan hasil penelitian ini dapat diduga adanya sumber lain pencemaran timbel selain yang bersumber dari kawasan industri Kadu Manis. Karakteristik pencemaran timbel di udara mengikuti arah angin dan jarak, apabila sumber pencemar sudah diketahui maka konsentrasi timbel akan semakin kecil apabila semakin jauh dari sumber pencemar (Bobu et al., 2013).

Berdasarkan Tabel 3 dapat dijelaskan bahwa konsentrasi timbel pada daun di sekitar kawasan industri Kadu Manis berbeda nyata secara statistik. Hal ini ditunjukkan dengan signifikansi hasil analisis pada tingkat kepercayaan 95% (P < 0,05). Dari tabel tersebut konsentrasi timbel di sebelah utara kawasan industri berbeda nyata dengan 3 arah yang lain, yaitu barat, selatan, dan timur.

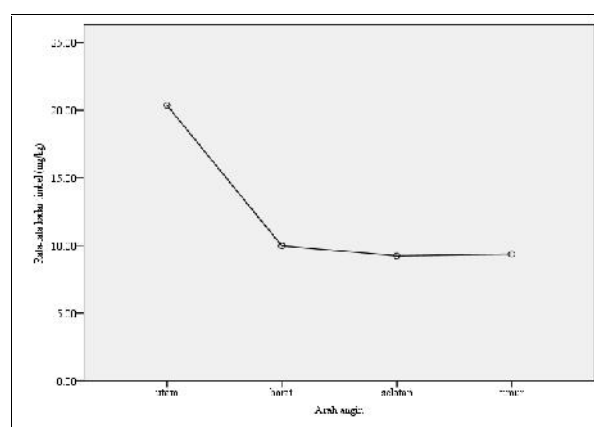
Tabel 3.

Hasil estimasi konsentrasi timbel dalam daun berdasarkan arah sumber pencemar dari kawasan industri Kadu Manis di Kabupaten Tangerang.

Arah	Arah	Koefisien	Standar Error	Sig.
Utara	Barat	10,39111	4,69187	**
	Selatan	11,13667	4,69187	**
	Timur	11,01889	4,69187	**
Barat	Utara	-10,39111	4,69187	**
	Selatan	0,74556	4,69187	
	Timur	0,62778	4,69187	
Selatan	Utara	-11,13667	4,69187	**
	Barat	-0,74556	4,69187	
	Timur	-0,11778	4,69187	
Timur	Utara	-11,01889	4,69187	**
	Barat	-0,62778	4,69187	
	Selatan	0,11778	4,69187	

Keterangan:

* : Signifikan = 5%



Gambar 2. Rata-rata konsentrasi timbel dalam daun pada pohon sekitar kawasan industri Kabupaten Tangerang berdasarkan arah sumber.

Secara rata-rata konsentrasi timbel dari sampel daun yang diambil di sebelah utara kawasan industri lebih tinggi. Nilai ini bisa dilihat pada Gambar 2, konsentrasi timbel di sebelah utara kawasan industri pada nilai rata-rata antara 18 – 21 mg/kg. Lebih detail rata-rata konsentrasi timbel di sebelah utara adalah 20,37 mg/kg, sebelah barat adalah 9,98 mg/kg, sebelah selatan adalah 9,23 mg/kg, dan sebelah timur adalah 9,35 mg/kg.

3.2. Kawasan Industri Jababeka Bekasi

Pengambilan sampel di kawasan industri Jababeka Bekasi dilakukan pada Bulan Juli 2018. Pengambilan sampel dilakukan selama dua hari dengan sampel yang berhasil dikumpulkan sebanyak 36 sampel daun.

Berdasarkan hasil analisis pengujian konsentrasi timbel dari sampel yang diambil tersaji di Tabel 4. Pengembangan ini mendapat temuan bahwa konsentrasi timbel pada daun di pohon sekitar kawasan industri Jababeka Bekasi paling besar adalah 91,028 mg/kg. Konsentrasi timbel ini ditemukan dari tanaman bintangara (*Cerbera manghas*) pada jarak 60 meter dari pabrik peleburan aki bekas. Lokasi pohon bintangara tersebut berada di sebelah utara dari pabrik peleburan. Konsentrasi timbel pada daun paling rendah yaitu 0,018 mg/kg yang berada di sebelah timur pabrik peleburan dan berjarak 2,71 km dari pabrik peleburan. Jenis pohon

tersebut adalah glodokan (*Polyalthia longifolia*). Rata-rata konsentrasi timbel dalam daun di pohon-pohon sekitar kawasan industri Jababeka Bekasi adalah 5,810

mg/kg. Konsentrasi timbel dalam daun di wilayah Bekasi berdasarkan temuan (Samsuedin et al., 2015) adalah 12,04 – 98,21 g/cm².

Tabel 4.
Konsentrasi timbel dalam daun dari beberapa pohon di Kabupaten/Kota Bekasi.

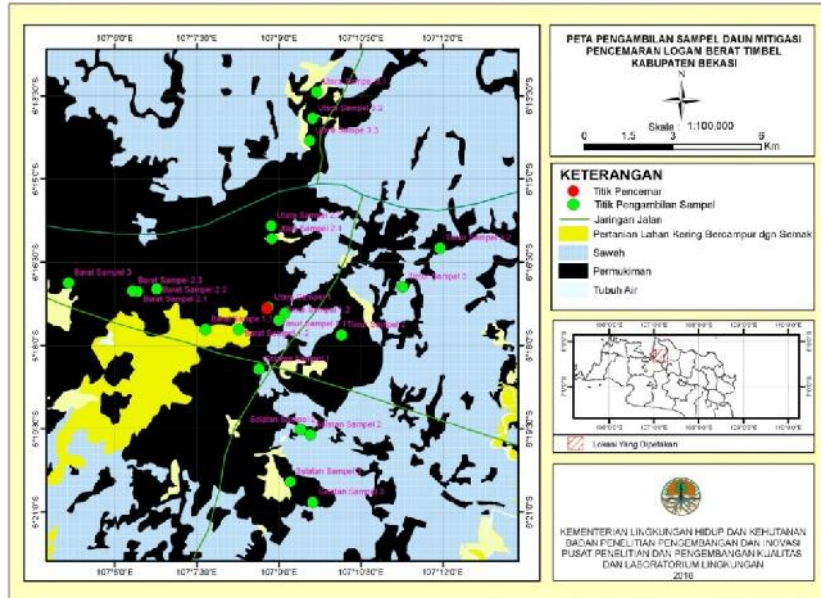
Arah	Nama Pohon	Interval	Konsentrasi (mg/kg)	LAI	Jarak ke Sumber	Diameter	Tinggi
Barat	1. Bintaro (<i>Cerbera manghas</i>)	1	1,903	4	2,26	10	4
		2	5,850	4	3,77	15	4
		3	2,390	4	6,81	12	4
	2. Glodokan (<i>Polyalthia longifolia</i>)	1	1,592	3	1,27	20	15
		2	2,390	3	4,42	14	15
		3	1,178	3	6,81	13	10
	3. Trembesi (<i>Samanea saman</i>)	1	2,233	2,5	1,27	15	8
		2	2,344	2,5	4,42	30	15
		3	3,085	2,5	6,81	15	6
Selatan	1. Bintaro (<i>Cerbera manghas</i>)	1	0,795	4	2,09	20	7
		2	1,207	4	4,28	17	7
		3	0,806	4	6,66	23	6
	2. Glodokan (<i>Polyalthia longifolia</i>)	1	0,397	3	2,09	20	12
		2	1,212	3	4,28	7	4
		3	1,503	3	6,66	32	8
	3. Trembesi (<i>Samanea saman</i>)	1	5,885	2,5	2,09	40	13
		2	1,503	2,5	4,28	40	15
		3	2,649	2,5	5,91	32	10
Timur	1. Bintaro (<i>Cerbera manghas</i>)	1	1,590	4	0,57	37	15
		2	1,196	4	2,71	30	8
		3	0,365	4	6,11	25	6
	2. Glodokan (<i>Polyalthia longifolia</i>)	1	3,925	3	0,57	20	17
		2	0,018	3	2,71	23	16
		3	1,969	3	4,6	12	7
	3. Trembesi (<i>Samanea saman</i>)	1	1,141	2,5	0,67	50	20
		2	1,208	2,5	2,71	17	8
		3	1,149	2,5	4,6	30	7
Utara	1. Bintaro (<i>Cerbera manghas</i>)	1	91,028	4	0,06	10	7
		2	2,398	4	2,73	18	8
		3	0,807	4	6,49	25	12
	2. Glodokan (<i>Polyalthia longifolia</i>)	1	4,776	3	0,38	20	11
		2	2,607	3	2,73	15	7
		3	1,886	3	5,73	20	14
	3. Trembesi (<i>Samanea saman</i>)	1	48,651	2,5	0,06	35	14
		2	4,786	2,5	2,73	30	15
		3	0,753	2,5	6,49	40	15
Rata-rata			5,810				

Berdasarkan hasil estimasi faktor-faktor yang mempengaruhi konsentrasi timbel dalam daun di sekitar kawasan industri Jababeka, Bekasi dengan menggunakan analisis regresi berganda tersaji dalam Tabel 5. Hasil estimasi menunjukkan bahwa perubahan variabel dependen dapat dijelaskan dengan variabel jarak sampel dengan industri, arah sampel, diameter pohon sampel, tinggi pohon sampel, dan *leaf area index*. Nilai R kuadrat sebesar 0,311 menunjukkan bahwa 31,1 persen perubahan konsentrasi timbel pada daun masih bisa dijelaskan dari variabel-variabel tersebut. Sisanya yaitu 69,9 persen dijelaskan dari variabel-variabel di luar variabel tersebut. Namun demikian, model tersebut masih bisa digunakan untuk mengestimasi faktor-faktor yang mempengaruhi konsentrasi timbel dalam daun ($P < 0,05$).

Tabel 5.
Hasil estimasi faktor-faktor yang mempengaruhi konsentrasi timbel dalam daun pada pohon sekitar pabrik peleburan aki bekas di kawasan industri Jababeka, Bekasi.

Variabel	Koefisien	Standard Error	Sig.
Jarak Pohon dengan Sumber	-3,489	1,219	***
Arah Sumber	-5,426	2,315	**
Diameter pohon	0,159	0,333	
Tinggi Pohon	-0,872	0,857	
<i>Leaf Area Index</i>	1,255	4,592	
Konstanta	33,167	21,445	
Jumlah Sampel	36		
Signifikansi model	**		
<i>R Square</i>	0,311		
<i>Adjusted R Square</i>	0,197		

Keterangan:
 *** : Signifikan = 1%
 ** : Signifikan = 5%



Gambar 3. Peta lokasi pengambilan sampel daun di wilayah sekitar industri Jababeka, Bekasi.

Variabel jarak pohon dengan sumber pencemar menunjukkan hasil signifikan pada tingkat kepercayaan 99 persen ($P < 0,01$). Nilai ini dapat diinterpretasikan bahwa setiap kenaikan jarak dari sumber pencemar satu satuan (km), maka akan mengurangi konsentrasi timbel dalam daun 3,49 mg/kg dengan catatan variabel yang lain konstan/ tetap. Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Hermawan et al., 2011) bahwa jarak pohon menentukan konsentrasi timbel dalam daun. Semakin jauh jarak pohon dengan sumber pencemar maka konsentrasi timbel dalam daun akan semakin kecil. Selain itu, lokasi sampel berdasarkan arah dari kawasan industri juga berpengaruh signifikan pada tingkat kepercayaan 95 persen ($P < 0,05$).

Tabel 6.

Hasil estimasi konsentrasi timbel dalam daun berdasarkan arah sumber pencemar dari kawasan industri di Kabupaten/Kota Bekasi.

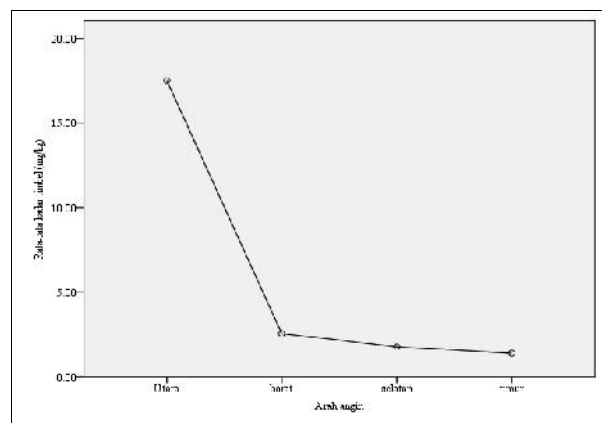
Arah angin	Arah angin	Koefisien	Standard error	Sig.
Utara	Barat	14,969667	7,453484	*
	Selatan	15,748333	7,453484	**
	Timur	16,125667	7,453484	**
Barat	Utara	-14,969667	7,453484	*
	Selatan	0,778667	7,453484	
	Timur	1,156000	7,453484	
Selatan	Utara	-15,748333	7,453484	**
	Barat	-0,778667	7,453484	
	Timur	0,377333	7,453484	
Timur	Utara	-16,125667	7,453484	**
	Barat	-1,156000	7,453484	
	Selatan	-0,377333	7,453484	

Keterangan:
 * : Signifikan = 10%
 ** : Signifikan = 5%

Berdasarkan Tabel 6 dapat dijelaskan bahwa lokasi sampel berdasarkan arah dari kawasan industri Jababeka

berpengaruh signifikan terhadap konsentrasi timbel dalam daun. Konsentrasi timbel dalam daun yang berada di sebelah utara kawasan industri paling besar. Hal tersebut terbukti secara statistik bahwa sampel yang berada di sebelah utara kawasan industri mempunyai nilai konsentrasi timbel pada daun lebih besar, dibandingkan dengan sebelah barat, selatan, dan timur.

Berdasarkan arah lokasi pengambilan sampel ditemukan rata-rata konsentrasi timbel paling besar berada pada sampel-sampel yang diambil sebelah utara kawasan industri Jababeka, yaitu mencapai 17,52 mg/kg. Sementara itu, yang berada di sebelah barat, selatan, dan timur masing-masing adalah 2,55 mg/kg, 1,77 mg/kg, dan 1,40 mg/kg. Konsentrasi timbel pada daun yang berada di jarak 0-2,5 km menunjukkan hasil yang paling tinggi yaitu 13,66 mg/kg. Pada jarak >2,5 – 5 km ditemukan konsentrasi timbel pada daun sebanyak 2,23 mg/kg, dan pada jarak >5-7,5 km konsentrasi timbel dalam daun didapat sebanyak 1,55 mg/kg. Secara grafik bisa dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Rata-rata konsentrasi timbel dalam daun pada pohon sekitar kawasan industri Kabupaten Bekasi berdasarkan arah sumber.

Apabila melihat faktor-faktor yang berpengaruh terhadap konsentrasi timbel dalam daun untuk wilayah Jababeka Bekasi berbeda dengan wilayah industri Kadu Manis Tangerang. Pada karakteristik faktor-faktor yang mempengaruhi konsentrasi timbel dalam daun di wilayah industri Kadu Manis, variabel jarak tidak berpengaruh signifikan secara statistik terhadap konsentrasi timbel. Kondisi ini dimungkinkan ada sumber lain yang berasal dari peleburan aki bekas ilegal yang masih beroperasi. Keadaan tersebut mengakibatkan variabel jarak tidak berpengaruh signifikan terhadap konsentrasi timbel dalam di kawasan industri Kadu Manis.

4. Kesimpulan

Lokasi pohon berpengaruh terhadap konsentrasi timbel dalam daun pada pohon di sekitar kawasan peleburan aki bekas. Pohon-pohon yang berada di sebelah utara kawasan peleburan cenderung mempunyai konsentrasi timbel lebih besar dibandingkan pohon-pohon yang berada di sebelah barat, selatan, dan timur. Tindakan mitigasi dengan melakukan penanaman pohon sebagai pereduksi timbel di udara. akan lebih berdampak optimal apabila mempertimbang arah angin.

Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada tim penelitian “Mitigasi Dampak Pencemaran Udara Dalam Darah Pada Anak Sekolah Tahun 2018”, Pusat Penelitian Pengembangan Kualitas dan Laboratorium Lingkungan (P3KLL) atas dukungan pendanaan dalam pengambilan dan analisis data penelitian, dan kepada semua pihak yang terlibat dalam penulisan dan penyusunan jurnal ini.

Daftar pustaka

- Ambarwanto, S.T., Nurjazuli, N., Raharjo, M., 2016. Hubungan paparan timbal dalam darah dengan kejadian hipertensi pada pekerja industri pengecoran logam di Ceper Klaten tahun 2015. *J. Kesehatan. Lingkung. Indones.* 14, 35–39. <https://doi.org/10.14710/jkli.14.2.35-39>
- Bobu, F.R., Noor, J.A.E., Bunawas, B., 2013. Pengukuran konsentrasi timbal (Pb) dalam debu di rumah penduduk kawasan Desa Kadu, Kecamatan Curug, Tangerang – Banten. *Brawijaya Phys. Student J.* 1, 1–6.
- Brik, K., Ben Ammar, F., 2013. Causal tree analysis of depth degradation of the lead acid battery. *J. Power Sources* 228, 39–46. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2012.10.088>
- Caroline, J., Moa, G.A., 2015. Fitoremediasi logam timbal (Pb) menggunakan tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*) pada limbah industri peleburan tembaga dan kuningan, in: Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan III. pp. 733–744.
- Dewi, Y.S., 2012. Kajian efektifitas Daun Puring (*Codiaeum Variegatum*) dan Lidah Mertua (*Sansevieria trispasciata*) dalam menyerap timbal di udara ambien. *J. Ilm. Univ. Satya Negara Indones.* Vol.5, 1–7.
- Eibensteiner, L., Sanz, A.D.C., Frumkin, H., Gonzales, C., Gonzales, G.F., 2005. Lead exposure and semen quality among traffic police in Arequipa, Peru. *Int. J. Occup. Environ. Health* 11, 161–166. <https://doi.org/10.1179/oeh.2005.11.2.161>
- Feleafel, M.N., Mirdad, Z.M., 2013. Hazard and effects of pollution by lead on vegetable crops. *J. Agric. Environ. Ethics* 26, 547–567. <https://doi.org/10.1007/s10806-012-9403-1>
- Ferdhiani, A.A., Lestari, S., Proklamasingih, E., 2015. Aktivitas enzim peroksidase dan kadar klorofil pada daun Angsana (*Pterocarpus indicus*) sebagai peneduh jalan yang terpapar timbal. *J. Biosf.* 32, 126–133.
- Hermawan, R., Kusmana, C., Nasrullah, N., Prasetyo, L.B., 2011. Jerapan debu dan partikel timbal (Pb) oleh daun berdasarkan letak pohon dan posisi tajuk: studi kasus jalur hijau Acacia mangium, jalan Tol Jagorawi. *Media Konserv.* 16, 101–107.
- Hidayat, M.Y., Fauzi, R., Hindratmo, B., 2019. Konsentrasi timbel (Pb) pada daun dari beberapa jenis pohon di sekitar kawasan industri Kadu Manis, Tangerang. *J. Penelit. Kehutan. Wallacea* 8, 19–25.
- Hindratmo, B., Rahmani, R., Rita, 2018. Kadar timbel dalam darah siswa sekolah dasar di sekitar peleburan aki bekas di Kabupaten Tangerang dan Lamongan. *J. Ecolab* 12, 93–101.
- Inayah, S.N., Las, T., Yunita, E., 2010. Kandungan Pb pada daun Angsana (*Pterocarpus indicus*) dan Rumpul Gajah Mini (*Axonopus*.Sp) di jalan protokol Kota Tangerang. *J. Val.* 2, 340–346.
- Istiaroh, P.D., Martuti, N.K.T., Bodijanto, F.P.M.H., 2014. Uji kandungan timbal (Pb) dalam daun tanaman peneduh di jalan protokol Kota Semarang. *Biosaintifika* 6, 60–66.
- Mukhtar, R., Wahyudi, H., Hamonangan, E., Lahtiani, S., Santoso, M., Lestiani, D.D., Kurniawati, S., 2013. Kandungan logam berat dalam udara ambien pada beberapa kota di Indonesia. *Ecolab* 7, 49–59.
- Pratiwi, S.R., 2012. Mempengaruhi kesadaran masyarakat dalam mengatasi polusi udara (timbal / Pb) di Kota Tarakan, Provinsi Kalimantan Timur. *J. Bisnis dan Ekon. Ef.* 3, 77–86.
- Samsuudin, I., Dharmawan, I.W.S., Pratiwi, Wahyono, D., 2015. Peran pohon dalam menjaga kualitas udara di perkotaan, 1st ed. FORDA PRESS (Anggota IKAPI), Bogor, Jawa Barat.
- Sanna, E., Vallascas, E., 2011. Hair lead levels to evaluate the subclinical impact of lead on growth in Sardinian children (Italy). *Am. J. Hum. Biol.* 23, 740–746. <https://doi.org/10.1002/ajhb.21203>
- Santoso, S., Lestasi, S., Samiyarsih, S., 2012. Inventarisasi tanaman peneduh jalan penjerap timbal di Purwokerto, in: Seminar Pengembangan Sumber Daya Pedesaan Dan Kearifan Lokal Berkelanjutan II. Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Jawa Tengah, pp. 978–979.
- The Singapore Botanic Gardens, 2013. Flora Fauna Web - Plant Detail - Samanea saman (Jacq.) Merr. [WWW Document]. Flora Fauna Natl. Park. URL <https://florafaunaweb.nparks.gov.sg/Special-Pages/plant-detail.aspx?id=3106> (accessed 5.21.19).