

Akumulasi Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada *Eclipta prostrata*, *Synedrella nodiflora*, dan *Tridax procumbens*

Accumulation of lead (Pb) and Cadmium (Cd) on Eclipta prostrata, Synedrella Nodiflora, and Tridax procumbens

Amara Rahmadina¹, Ratna Yuniati¹, Andi Salamah^{1*}

¹ Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia, Depok, Jawa Barat, Indonesia 16424

* Email Korespondensi: salamah@sci.ui.ac.id

doi: <http://dx.doi.org/10.29405/j.bes/3123-313399>

Received: 30 April 2019 | Accepted: 04 Mei 2019 | Published: 27 Juni 2019



Abstrak

Background: *Eclipta prostrata*, *Synedrella nodiflora*, dan *Tridax procumbens* ditemukan tumbuh liar di sisi Jalan Raya Bogor. Penelitian dilakukan untuk mengukur konsentrasi timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada tanah, akar, dan tunas (*aerial parts*) *E. prostrata*, *S. nodiflora*, dan *T. procumbens* yang tumbuh liar di sisi Jalan Raya Bogor, serta untuk mempelajari mekanisme fitoremediasi pada ketiga tanaman tersebut sebagai kandidat fitoremediator. **Metode:** Analisis kandungan Pb dan Cd pada tanah dan tanaman dilakukan dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Pengambilan sampel tanah dan tanaman dilakukan dengan metode *purposive sampling*. **Hasil:** Konsentrasi Pb dan Cd di tanah berkisar dari 2,72-103,38 mg/kg untuk Pb dan tidak terdeteksi hingga 0,08 mg/kg untuk Cd. Konsentrasi Pb tertinggi pada akar *E. prostrata*, *S. nodiflora* dan, *T. procumbens* berturut-turut 17,79 mg/kg, 14,53 mg/kg, dan 62,14 mg/kg, sedangkan pada tunas berturut-turut 4,91 mg/kg, 8,84 mg/kg, dan 6,08 mg/kg. Konsentrasi Cd tertinggi pada akar *E. prostrata*, *S. nodiflora* dan, *T. procumbens* berturut-turut 0,56 mg/kg, 0,23 mg/kg, dan 0,26 mg/kg, sedangkan pada tunas berturut-turut 0,29 mg/kg, 0,25 mg/kg, dan 0,45 mg/kg. **Kesimpulan:** Berdasarkan nilai *Translocation Factor* (TF), *Bioconcentration Factor* (BCF) dan *Bioaccumulation Factor* (BAF) pada ketiga tanaman tersebut, mekanisme yang cenderung digunakan *E. prostrata*, *S. nodiflora*, dan *T. procumbens* untuk penyerapan Pb, serta *E. prostrata* dan *S. nodiflora* untuk penyerapan Cd adalah fitostabilisasi, sedangkan *T. procumbens* terhadap logam Cd berpotensi digunakan untuk fitoekstraksi.

Kata kunci: *Asteraceae*; fitoremediasi; kadmium; timbal

Abstract

Background: *Eclipta prostrata*, *Synedrella nodiflora*, and *Tridax procumbens* were found growing wild on the side of Bogor Highway. The study was conducted to determine the concentration of Pb and Cd in the soil, roots, and shoots (*aerial parts*) of *E. prostrata*, *S. nodiflora*, and *T. procumbens* which grew wild on the side of the Bogor Highway, and to study the phytoremediation mechanism in the three plants as phytoremediator candidate. **Methods:** Analysis of Pb and Cd content in the soil and plants was carried out with Atomic Absorption Spectrophotometry AAS. Soils and plants sampling was performed by *purposive sampling technique*. **Results:** The concentrations of Pb and Cd in the soil ranged from 2.72-103.38 mg/kg for Pb and were not detected up to 0.08 mg/kg for Cd. The highest Pb concentration in the roots of *E. prostrata*, *S. nodiflora* and, *T. procumbens* were 17.79 mg/kg, 14.53 mg/kg, and 62.14 mg/kg, while in successive shoots 4, 91 mg/kg, 8.84 mg/kg, and 6.08 mg/kg respectively. The highest concentration of Cd in the roots of *E. prostrata*, *S. nodiflora* and *T. procumbens* were respectively 0.56 mg/kg, 0.23 mg/kg, and 0.26 mg/kg, while in buds respectively 0, 29 mg/kg, 0.25 mg/kg, and 0.45 mg/kg. **Conclusions:** Based on TF, BCF and BAF values from the three plants, the phytoremediation mechanisms that tend to be used by *E. prostrata*, *S. nodiflora*, and *T. procumbens* for Pb absorption, and *E. prostrata* and *S. nodiflora* for Cd absorption are phytostabilization, while *T. procumbens* against Cd metal is potentially used for phytoextraction

Keywords: *Asteraceae*; cadmium; lead; phytoremediation

Cara citasi: Rahmadina, A., Yuniati, R., Salamah, A. (2019). Akumulasi Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada *Eclipta prostrata*, *Synedrella nodiflora*, dan *Tridax procumbens*. *BIOEDUSCIENCE: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*, 03(1): 23-32. Doi: <http://dx.doi.org/10.29405/j.bes/3123-313399>



© 2019 Oleh authors. Lisensi Bioeduscience, Uhamka, Jakarta. Artikel ini bersifat open access yang didistribusikan di bawah syarat dan ketentuan Creative Commons Attribution (CC-BY) license. (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

PENDAHULUAN

Jalan Raya Bogor merupakan salah satu jalan yang memiliki peran penting karena menghubungkan kota Jakarta dengan Kota Bogor. Pertumbuhan kendaraan bermotor di DKI Jakarta mencapai 9,93% per tahun dan pada tahun 2014 jumlahnya mencapai 17.532.967 unit (BPS Provinsi DKI Jakarta, 2015). Meningkatnya jumlah kendaraan bermotor akan diikuti dengan peningkatan kontaminasi lingkungan yang berasal dari residu pembakaran bahan bakar kendaraan (Akbar, Hale, Headley, & Athar., 2003; Saeedi, Hosseinzadeh, Jamshidi, & Pajoooheshfar., 2008). Timbal dan kadmium termasuk logam berat yang ditemukan di tanah pada sisi jalan yang dilalui kendaraan bermotor (Bakirdere & Yaman, 2008; Saeedi et al., 2008). Logam berat pada konsentrasi tertentu akan bersifat toksik bagi organisme hidup termasuk tumbuhan (Dhiman et al., 2016), namun sejumlah spesies tumbuhan diidentifikasi toleran terhadap paparan logam berat di lingkungan (Nouri et al., 2009). Pengetahuan tentang kemampuan spesies untuk menyerap dan mentransport logam dapat digunakan untuk membantu memilih tumbuhan yang cocok sebagai agen remediator lahan tercemar logam berat (Nouri et al., 2009) yang dikenal dengan istilah fitoremediasi (Nazir, Malik, Ajaib, & Shaheen., 2013; Przybyłowicz et al., 2004). Potensi tumbuhan untuk menoleransi dan mengakumulasi logam berat dapat diestimasi dengan menghitung nilai *Translocation Factor* (TF), *Bioconcentration Factor* (BCF), dan *Biological Accumulation Factor* (BAF) (Liu, Abdulla, Zhang, & Mao., 2016; Nouri et al., 2009). Tumbuhan yang memiliki nilai TF, BCF, dan BAF lebih dari 1 berpotensi digunakan untuk

fitoekstraksi, sedangkan tumbuhan dengan nilai BCF yang tinggi dan nilai TF yang rendah (kurang dari 1) berpotensi digunakan untuk fitostabilisasi (Liu et al., 2016; Nouri et al., 2009). Fitoekstraksi merupakan strategi penggunaan tumbuhan yang toleran terhadap tanah terkontaminasi untuk mengakumulasi logam berat dalam jumlah yang besar, kemudian mentranslokasi ke aerial parts tumbuhan untuk dipanen dan dimanfaatkan sebagai bioenergi (Tangahu et al., 2011). Fitostabilisasi merupakan strategi penggunaan tumbuhan untuk mengurangi mobilitas dan bioavailabilitas polutan di tanah sehingga dapat mencegah terjadinya migrasi dan mengurangi pencucian (*leaching*) kontaminan (Tangahu et al., 2011; Varun, D'Souza, Pratas, & Paul., 2012).

Eclipta prostrata, *Synedrella nodiflora*, dan *Tridax procumbens* merupakan tumbuhan liar dari famili Asteraceae yang dapat hidup di berbagai habitat. *Eclipta prostrata* ditemukan tumbuh di daerah yang tersinari matahari, daerah lembap, lapangan rumput, sawah, tepi selokan, saluran air, sisi (Marble, Steed, & Boyd., 2015; Oktarina, 2013). *Synedrella nodiflora* ditemukan tumbuh di sisi jalan yang panas dan terpapar polusi, tanah yang kering, jalur kereta api, dan tempat pembuangan (Oktarina, 2013; Weber, Sun, & Li., 2008). *Tridax procumbens*, banyak dijumpai tumbuh di tepi jalan dan tanah lapang yang terpapar cahaya matahari (Oktarina, 2013).

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, *E. prostrata* yang tumbuh di kawasan industri mampu mengakumulasi logam Pb dan Cd pada akar maupun (Nazir, Malik, Ajaib, Khan, & Siddiqui, 2011; Nazir et al., 2013; Varun et al., 2012). *Synedrella nodiflora* yang ditemukan

tumbuh di kawasan bekas stasiun kereta api juga mampu mengakumulasi sejumlah logam Pb (Akoto, O. & Marfo., 2012) dan Cd di akar, batang, dan daun (Ratheesh, Abdussalam, & Khaleel, 2018). *Tridax procumbens* ditemukan tumbuh di situs industri kaca dan mampu mengakumulasi logam Pb dan Cd (Varun et al., 2012). Kandungan Pb dan Cd pada ketiga tanaman tersebut lebih banyak terdapat di akar dari pada di daun (Akoto, O. & Marfo., 2012; Ratheesh et al., 2018; Varun et al., 2012).

Tumbuhan liar *E. prostrata*, *S. nodiflora*, dan *T. procumbens* ditemukan tumbuh liar di sisi Jalan Raya Bogor. Keberadaan ketiga tanaman tersebut mengindikasikan bahwa tanaman tersebut memiliki kemampuan yang baik untuk tumbuh di sisi jalan yang tercemar. Penelitian bertujuan untuk mengukur konsentrasi Pb dan Cd pada akar dan tunas (*aerial parts*) *E. prostrata*, *S. nodiflora*, dan *T. procumbens* yang tumbuh liar di sisi Jalan Raya Bogor dan konsentrasi logam Pb dan Cd pada tanah substrat tempat tumbuh tanaman tersebut, serta untuk mempelajari mekanisme fitoremediasi *E. prostrata*, *S. nodiflora*, dan *T. procumbens* terhadap logam Pb dan Cd sebagai kandidat tanaman fitoremediasi.

MATERI DAN METODE

Alat dan Bahan

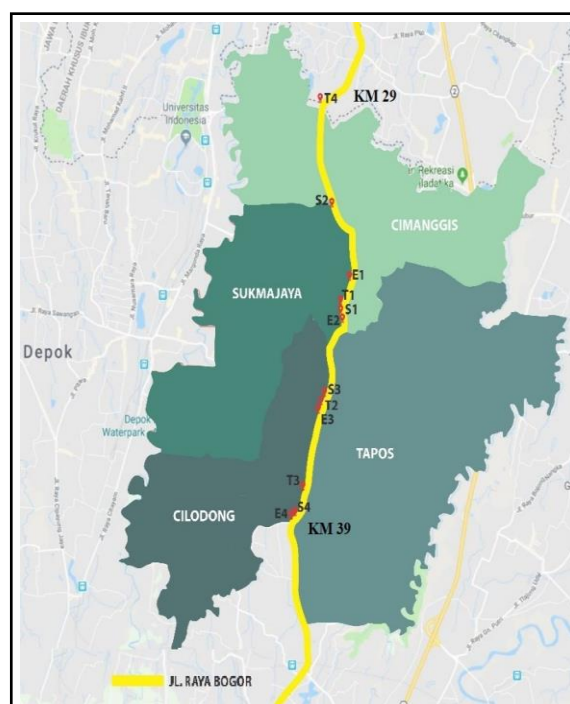
Alat yang digunakan, cangkul kecil, gunting, gelas beker, pengaduk kaca, timbangan digital [WH-B05], baki, *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) [Shimadzu AA-6300], GPS [Garmin], aplikasi (*software*) GPS [GPS toolbox], dan kamera digital [OPPO A37]. Bahan yang digunakan adalah kertas indikator pH [Merck KGaA], aquades, larutan NaOH, label tempel, kantong plastik ziplock, amplop kertas warna cokelat, dan tisu.

Desain penelitian

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian non eksperimental dengan mengambil sampel langsung dari total 12 titik sampling.

Titik sampling ditentukan dengan teknik *purposive sampling* (Alvi, 2016). Titik sampling yang dipilih adalah titik ditemukannya *E. prostrata*, *S. nodiflora*, dan atau *T. procumbens* tumbuh liar di sisi Jalan Raya Bogor. Pengambilan sampel dilakukan di 12 titik sampling dengan masing-masing spesies diambil di empat titik sampling yang berbeda di sisi Jalan Raya Bogor.

Pengambilan sampel dibatasi pada Jalan Raya Bogor Km 29, yaitu sekitar daerah Universitas Jayabaya sampai Jalan Raya Bogor Km 39, yaitu sekitar daerah Cilodong. Peta lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi pengambilan sampel

Pengumpulan Data

Pengambilan sampel *E. prostrata*, *S. nodiflora*, dan *T. procumbens* dilakukan di sisi Jalan Raya Bogor pada pekan terakhir bulan Oktober 2017. Sampel tanah yang diambil adalah tanah permukaan (*topsoil*) sampai kedalaman sekitar 15 cm sebanyak 50 gram. Pengukuran pH dilakukan pada tanah permukaan menggunakan kertas indikator pH. Sampel tanaman diambil di tiap titik sampling hingga mendapatkan berat basah sekitar 200 gr agar mendapatkan sekurang

kurangnya 3 gr berat kering. Sampel tanaman dipisahkan bagian akar dengan tunas atau *aerial parts*-nya. Sampel tanaman dicuci dengan air mengalir, kemudian dihindarkan di atas baki untuk dikering anginkan.

Analisis Data

Konsentrasi Pb dan Cd pada 12 sampel tanah, 12 sampel akar dan 12 sampel tunas dianalisis dengan metode AAS di laboratorium UIChem Departemen Kimia FMIPA UI. Nilai TF, BCF, dan BAF dihitung untuk mengetahui potensi fitoekstraksi dan fitostabilisasi. (Liu *et al.*, 2016; Nouri *et al.*, 2009).

Nilai TF, BCF, dan BAF dapat dihitung dengan persamaan berikut,

$$TF = [\text{logam}] \text{ tunas} / [\text{logam}] \text{ akar} \quad (\text{i})$$

$$BCF = [\text{logam}] \text{ akar} / [\text{logam}] \text{ tanah} \quad (\text{ii})$$

$$BAF = [\text{logam}] \text{ tunas} / [\text{logam}] \text{ tanah} \quad (\text{iii})$$

(Varun *et al.*, 2012).

HASIL

Konsentrasi Pb dan Cd pada Tanah

Konsentrasi Pb lebih tinggi daripada konsentrasi Cd pada tanah di 12 titik sampling. Perbandingan konsentrasi Pb dan Cd pada tanah

di 12 titik sampling di sisi Jalan Raya Bogor (tabel 1).

Berdasarkan hasil pengukuran pH tanah, tidak ditemukan pola hubungan yang konsisten antara pH tanah dengan konsentrasi Pb dan Cd pada tanah. Konsentrasi Pb umumnya lebih tinggi pada sampel tanah yang diambil di wilayah memiliki lebih banyak pusat kegiatan seperti industri, sekolah, rumah sakit, pemukiman, pusat perbelanjaan, dekat dengan akses tol, stasiun kereta dan universitas.

Tingkat cemaran timbal pada tanah dianggap masih rendah jika konsentrasinya kurang dari 400 mg/kg, dan sangat tinggi jika melebihi 2.000 mg/kg (Stehouwer, 2010). Konsentrasi Cd pada tanah masih dianggap normal pada kisaaran 0,01-20 mg/kg dan melewati batas kritis jika konsentrasinya mencapai lebih dari 125 mg/kg (Akbar *et al.*, 2003; Mbah & Anikwe, 2010). Konsentrasi logam Pb dan Cd di 12 titik sampling di Jalan Raya Bogor menunjukkan bahwa konsentrasi Pb dan Cd berada di kategori rendah.

Tabel 1. Konsentrasi Pb dan Cd pada tanah, akar, dan tunas *E. prostrata*, *S. nodiflora*, dan *T. procumbens* (mg/kg)

No	Kode lokasi	Tanaman	Tanah		Akar		Tunas		pH tanah
			Pb	Cd	Pb	Cd	Pb	Cd	
1.	E1	<i>Eclipta prostrata</i>	34,31	0,01	3,42	0,56	1,84	0,17	5,5
2.	E2	<i>Eclipta prostrata</i>	57,36	0,06	17,79	0,13	4,91	0,15	5,5
3.	E3	<i>Eclipta prostrata</i>	9,84	0,05	8,3	0,17	ND	0,05	6,0
4.	E4	<i>Eclipta prostrata</i>	36,82	0,02	11,28	0,32	2,81	0,29	6,0
5.	S1	<i>Synedrella nodiflora</i>	82,79	0,08	14,53	0,22	8,84	ND	6,0
6.	S2	<i>Synedrella nodiflora</i>	103,38	0,08	10,7	0,11	1,00	0,04	5,5
7.	S3	<i>Synedrella nodiflora</i>	3,46	0,06	5,36	0,11	1,94	0,25	5,5
8.	S4	<i>Synedrella nodiflora</i>	8,09	ND	8,82	0,23	2,73	ND	6,0
9.	T1	<i>Tridax procumbens</i>	40,49	ND	8,12	0,20	6,08	0,45	6,0
10.	T2	<i>Tridax procumbens</i>	2,72	ND	8,01	0,26	4,06	0,34	5,0
11.	T3	<i>Tridax procumbens</i>	34,94	0,01	5,59	0,08	1,61	0,31	6,0
12.	T4	<i>Tridax procumbens</i>	34,14	ND	62,14	0,30	1,80	ND	5,0

E= *Eclipta prostrata*, S= *Synedrella nodiflora*, T= *Tridax procumbens*, ND= not detected

Tabel 2. Konsentrasi Pb dan Cd pada akar, dan tunas *E. prostrata*, *S. nodiflora*, dan *T. procumbens* (mg/kg) pada penelitian terdahulu

Penelitian sebelumnya	Tanaman	Akar		Tunas	
		Pb	Cd	Pb	Cd
Nazir et al., 2013	<i>Eclipta prostrata</i>	20,00	2,90	10,00	2,40
Varun et al., 2012	<i>Eclipta prostrata</i>	97,44	12,13	40,73	6,54
Akoto et al., 2012	<i>Synedrella nodiflora</i>	14,93	-	11,55	-
Ratheesh, 2018	<i>Synedrella nodiflora</i>	-	3,00	-	2,40
Varun et al., 2012	<i>Tridax procumbens</i>	37,78	13,25	21,40	7,36

Tabel 3. Perbandingan konsentrasi Pb dan Cd pada tanah di sisi jalan dari beberapa penelitian

Min	Konsentrasi Pb (mg/kg)		Min	Konsentrasi Cd (mg/kg)		Author
	Maks	Mean		Maks	Mean	
2,72	103,38	37,36±28,88	ND	0,08	0,03±0,03	Studi ini
98,79	1.869,81	669,30	1,75	7,53	3,90	Saeedi dkk., 2008
7,92	101,12	31,50±23,57	0,60	3,39	1,28±0,45	Malkoc dkk., 2010
4,90	189,20	100,19	4,60	21,20	9,83	Mbah & Anikwe, 2010
28,10	75,00	50,0±19,2	7,00	8,00	7,2±0,4	Khan dkk., 2011
1,30	45,00	-	0,078	0,53	-	Bakirdere & Yaman, 2008
0,20	28,80	-	0,08	8,90	-	Ogbona & Okezie, 2010
1,59	12,10	-	5,15	5,79	-	Abechi dkk., 2010
9,70	155,75	-	0,016	0,909	-	Deska dkk., 2011
145,54	170,42	-	9,50	12,16	-	Abdulhay & Rathi, 2017
0,50	48,80	9,4±12,7	-	-	-	Akbar dkk., 2003
-	-	104±29	-	-	5±1	Faiz dkk., 2009

Konsentrasi Pb dan Cd pada *E. prostrata*, *S. nodiflora*, dan *T. procumbens*

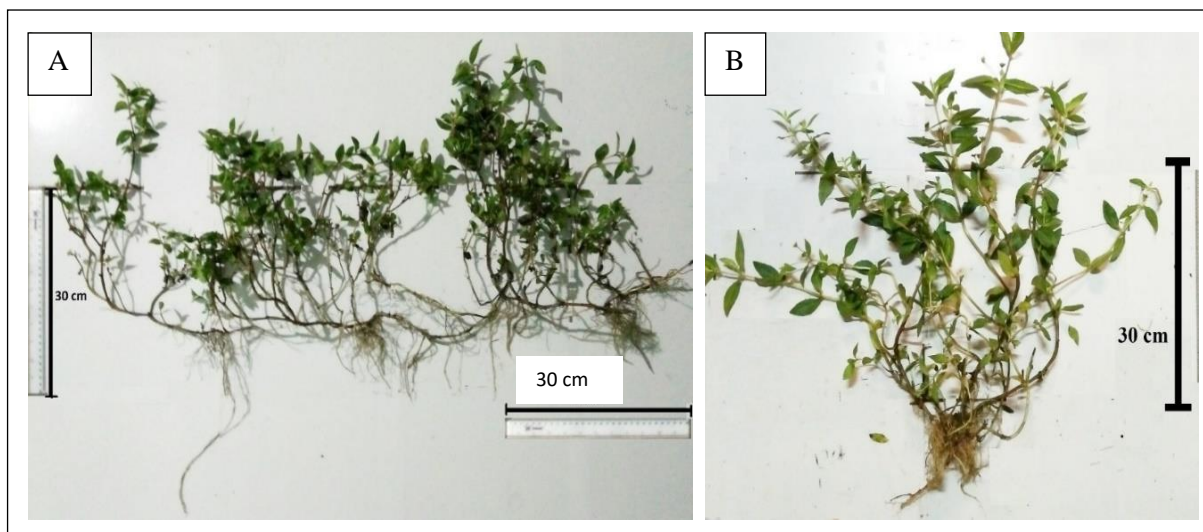
Konsentrasi Pb dan Cd pada akar dan tunas *E. prostrata*, *S. nodiflora*, dan *T. procumbens* yang tumbuh liar di sisi Jalan Raya Bogor bervariasi. Tanaman *E. prostrata*, *S. nodiflora*, dan *T. procumbens* lebih banyak mengakumulasi logam Pb daripada logam Cd. Konsentrasi Pb pada seluruh sampel *E. prostrata*, *S. nodiflora*, dan *T. procumbens* lebih tinggi pada sampel akar daripada sampel tunas (tabel 1).

Konsentrasi Pb pada akar *E. prostrata* di lokasi E2 dan E4 berturut turut adalah 17,79 dan 11,28 mg/kg, sedangkan konsentrasi Pb pada akar *E. prostrata* di lokasi E1 dan E3 berturut turut adalah 3,42 dan 8,3 mg/kg (tabel 1). Konsentrasi Pb pada tunas *E. prostrata* di lokasi E2 dan E4 juga lebih tinggi dari konsentrasi Pb pada tunas *E. prostrata* di lokasi E1 dan E3, bahkan Pb tidak terdeteksi pada tunas *E. prostrata* di lokasi E3. Berdasarkan pengamatan morfologi, usia sampel *E. prostrata* di lokasi E2 dan E4 tampak lebih tua daripada sampel E1 dan E3 dilihat dari ketinggian tanaman, serta banyaknya percabangan (Gambar 2).

Konsentrasi Cd di beberapa sampel tanah lebih rendah dari konsentrasi Cd pada tanaman. Kandungan Cd bahkan tidak terdeteksi pada tanah di beberapa titik sampling, namun tetap terdeteksi pada tanaman. Logam Cd umumnya juga lebih banyak terdapat di akar daripada di tunas, kecuali pada sampel *T. procumbens* lebih banyak ditranslokasi ke tunas daripada di akar.

Konsentrasi Pb dan Cd pada akar *T. procumbens* di lokasi T4 merupakan yang tertinggi dibanding di lokasi T1, T2, dan T3. Konsentrasi Pb pada sampel akar *T. procumbens* di lokasi T4 bahkan sangat tinggi, yaitu 62,14 mg/kg, sedangkan konsentrasi Pb dan Cd pada akar *T. procumbens* di lokasi T1, T2, dan T3 hanya 8,12 mg/kg, 8,01 mg/kg, dan 5,59 mg/kg (tabel 1). Sebaliknya, konsentrasi Pb dan Cd pada tunas *T. procumbens* di lokasi T4 lebih rendah dari konsentrasi Pb dan Cd pada tunas *T. procumbens* di lokasi T1, T2, dan T3. Hal tersebut diduga karena sampel tunas *T. procumbens* di lokasi T4 merupakan tunas muda,

sedangkan akarnya adalah akar yang tua. Usia tunas yang lebih muda dan akar yang tua dapat disebabkan oleh pemangkasan tanaman berulang yang tidak sampai ke akar.



Gambar 2. Perbandingan morfologi sampel tanaman *E. prostrata* (A) di lokasi E2 dengan (B) di lokasi E1

Nilai TF, BCF, dan BAF *E. prostrata*, *S. nodiflora*, dan *T. procumbens* terhadap Logam Pb dan Cd

Nilai TF, BCF, dan BAF dapat digunakan untuk mengestimasi potensi fitoremediasi pada tanaman, serta mengetahui mekanisme fitoremediasi. Berdasarkan hasil perhitungan, semua sampel *E. prostrata*, *S. nodiflora*, dan *T. procumbens* memiliki nilai TF<1 terhadap logam Pb karena konsentrasi Pb di tunas lebih rendah daripada di akar. Berbeda dari logam Pb, jumlah sampel yang memiliki nilai TF>1 terhadap logam

Cd lebih banyak terutama pada sampel *T. procumbens*. Nilai BAF dan BCF terhadap logam Cd pada sampel S4, T1, T2, dan T4 tidak terdefinisi karena konsentrasi Cd di tanah tidak terdeteksi. Semua sampel *E. prostrata* memiliki nilai BCF dan BAF >1 dan relatif tinggi dibanding sampel spesies lainnya.

Logam Pb dan Cd yang lebih banyak terdapat di akar daripada di tunas pada *E. prostrata* dan *S. nodiflora* mengindikasikan bahwa kemampuan translokasi *E. prostrata* dan *S. nodiflora* terhadap logam Pb dan Cd rendah.

Tabel 4. Nilai TF, BCF, dan BAF *E. prostrata*, *S. nodiflora*, dan *T. procumbens* terhadap Logam Pb dan Cd

No	Spesies	Kode Lokasi	Pb			Cd		
			TF	BCF	BAF	TF	BCF	BAF
1	<i>E. prostrata</i>	E1	0,54	0,10	0,05	0,30	56,00	17,00
2	<i>E. prostrata</i>	E2	0,28	0,31	0,09	1,15	2,17	2,50
3	<i>E. prostrata</i>	E3	0,00	0,88	0,00	0,29	3,40	1,00
4	<i>E. prostrata</i>	E4	0,25	0,31	0,08	0,91	16,00	14,50
5	<i>S. nodiflora</i>	S1	0,61	0,18	0,11	0,00	2,75	0,00
6	<i>S. nodiflora</i>	S2	0,19	0,10	0,02	0,36	1,38	0,50
7	<i>S. nodiflora</i>	S3	0,34	1,63	0,56	2,27	1,83	4,17
8	<i>S. nodiflora</i>	S4	0,31	1,09	0,34	0,00	-	-
9	<i>T. procumbens</i>	T1	0,74	0,20	0,15	2,25	-	-
10	<i>T. procumbens</i>	T2	0,51	2,94	1,49	1,31	-	-
11	<i>T. procumbens</i>	T3	0,29	0,16	0,05	3,88	8,00	31,00
12	<i>T. procumbens</i>	T4	0,03	1,82	0,05	0,00	-	-

Sebaliknya, logam Cd pada *T. procumbens* justru lebih banyak terdeteksi di tunas daripada di akar. Tiga dari empat sampel *T. procumbens* di sisi Jalan Raya Bogor memiliki nilai $TF > 1$ terhadap logam Cd.

PEMBAHASAN

Konsentrasi Pb dan Cd pada Tanah

Sejumlah penelitian tentang logam berat di sisi jalan menunjukkan bahwa konsentrasi Pb umumnya jauh lebih tinggi dari konsentrasi Cd (Najib, Mohammed, Ismail, & Ahmad., 2012; Pakistan Aslam, Khan, & Khan., 2013; Rahul & Jain., 2016). Kadmium merupakan logam berat yang relatif rendah konsentrasinya di lingkungan (Faiz, Tufail, Javed, Chaudhry, & Siddique., 2009). Logam Cd biasanya kurang terserap oleh tanah sehingga lebih tersedia untuk tumbuhan dan konsentrasinya di tanah lebih sedikit daripada di tumbuhan (Varun et al., 2012). Konsentrasi Pb pada tanah menunjukkan pola hubungan yang konsisten dan diduga dipengaruhi oleh beberapa faktor, di antaranya pengaruh antropogenik, kondisi vegetasi di lokasi sampling, serta substrat tumbuh tanaman.

Lokasi dengan kepadatan lalu lintas yang tinggi, berada di dekat persimpangan jalan dan sering terjadi kemacetan memiliki konsentrasi Pb tanah yang lebih tinggi menunjukkan bahwa emisi bahan bakar kendaraan merupakan salah satu sumber cemaran logam di sisi Jalan Raya (Bakirdere & Yaman, 2008; Saeedi et al., 2008). Penggunaan Pb sebagai bahan tambahan bahan bakar telah dilarang beberapa tahun terakhir, namun konsentrasi Pb tetap ada di tanah karena sebelumnya telah digunakan dalam waktu yang cukup lama (Bakirdere & Yaman, 2008). Wilayah dengan aktivitas antropogenik yang lebih tinggi juga dapat menjadi faktor tingginya konsentrasi Pb pada tanah, misalnya wilayah yang dekat dengan pusat kegiatan seperti industri, sekolah, rumah sakit, pemukiman, pusat perbelanjaan, dekat dengan akses tol, stasiun kereta dan universitas (Purwantina, 2009).

Konsentrasi Pb pada tanah kemungkinan dipengaruhi juga oleh vegetasi yang menyerap cemaran. Diketahui bahwa pohon besar di sisi jalan mampu menyerap logam Pb dalam jumlah yang cukup besar (Aydinalp & Marinova., 2004). Lokasi T2, E3, dan S3 berada di lahan luas yang hampir seluruh permukaan tanahnya tertutup oleh tanaman herba liar. Populasi tanaman yang tumbuh di lokasi tersebut lebih besar daripada lokasi lainnya. Diduga konsentrasi logam di tanah akan berkurang seiring dengan bertambahnya usia dan waktu tanaman menyerap logam, serta jumlah tanaman yang menyerap (Ashokkumar, B., Jothiramalingam, Thiyagarajan, Hidhayathullakhan, & Nalini., 2014).

Selain itu, fraksi tanah diduga mempengaruhi konsentrasi logam berat di tanah. Sampel dengan fraksi tanah yang cenderung liat memiliki konsentrasi Pb yang cukup tinggi. Menurut (Costa, Reigosa, Matias, & Covelo., 2017), adsorpsi logam Pb lebih banyak terjadi pada tanah dengan porsi *clay* yang lebih banyak, karena ukuran partikel *clay* yang lebih kecil sehingga luas permukaan untuk mengikat logam akan lebih besar (Costa et al., 2017).

Kemampuan Akumulasi Pb dan Cd pada E. prostrata, S. nodiflora, dan T. procumbens

Berdasarkan tabel 1, hasil penelitian sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya, bahwa *E. prostrata* (Nazir et al., 2011; Varun et al., 2012; Noufal et al., 2017), *S. nodiflora* (Aiyesanmi et al., 2012; Akoto et al., 2012), dan *T. procumbens* (Varun et al., 2012) lebih banyak menyimpan logam Pb di akar daripada mentranslokasikannya ke tunas, sedangkan konsentrasi Pb di substrat tumbuh lebih tinggi daripada konsentrasi Pb pada tanaman. Hal tersebut dapat disebabkan karena logam Pb yang mengendap dengan ion-ion di tanah dan memiliki solubilitas yang ekstrim rendah (Akoto et al., 2012).

Konsentrasi Cd pada *E. prostrata* yang tumbuh di lokasi pabrik tekstil memiliki pola konsentrasi Cd tanah < tunas < akar (Nazir et al.

2013). Hasil tersebut serupa dengan hasil penelitian ini, bahwa meskipun konsentrasi Cd di tanah lebih rendah atau tidak terdeteksi, konsentrasi Cd tetap terdeteksi pada tanaman. *Synedrella nodiflora* umumnya lebih banyak mengakumulasi Cd di akar daripada di tunas (tabel 1). Hasil tersebut sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya bahwa *S. nodiflora* mengakumulasi logam Cd hingga di akar lebih tinggi daripada di tunas (Okoronwo *et al.*, 2014).

E. prostrata, *S. nodiflora*, dan *T. procumbens* lebih banyak mengakumulasi logam Pb daripada logam Cd baik di akar maupun di tunas. Hal tersebut salah satunya dapat disebabkan oleh ketersediaan logam Pb di tanah yang lebih banyak daripada logam Cd. Logam Pb merupakan kontaminan logam berat yang paling umum terdapat di lingkungan, sedangkan logam Cd umumnya terdapat di lingkungan dalam konsentrasi yang jauh lebih rendah (Faiz *et al.*, 2009). Berdasarkan sejumlah penelitian, konsentrasi logam pada tanaman akan meningkat hingga titik tertentu seiring dengan penambahan konsentrasi logam pada media tanam tumbuhan (Aiyesanmi, Okoronkwo, & Sunday., 2012; Okoronkwo, Aiyesanmi, Odiyi, Sunday, & Shoetan., 2014)

Konsentrasi Cd pada sampel tanah di Jalan Raya Bogor sangat rendah, bahkan tidak terdeteksi di beberapa titik sampling. Tidak terdeteksinya logam Cd kemungkinan disebabkan karena konsentrasi Cd di tanah yang terlalu sedikit dan telah lebih banyak yang diserap oleh tanaman. Logam Cd biasanya kurang teradsorb oleh tanah dan materi organik. Hal tersebut menjadikan Cd lebih tersedia untuk tumbuhan dan konsentrasi Cd di tanah lebih sedikit dari konsentrasi Cd di tumbuhan (Varun *et al.*, 2012).

Perbedaan konsentrasi Pb dan Cd pada tanaman juga dapat dipengaruhi oleh perbedaan genotip, tahap perkembangan, laju perkembangan tanaman, kedalaman dan distribusi zona akar, dan deposit kontaminan di permukaan tanaman (Bakirdere & Yaman, 2008). Umumnya akumulasi logam pada tanaman meningkat

seiring dengan peningkatan tahapan pertumbuhan (Zhang *et al.*, 2012). Penyerapan logam berat meningkat hingga batas tertentu seiring dengan peningkatan waktu paparan (Noufal, Maalla, Noufal, & Hossean, 2017). Berdasarkan hasil tersebut, maka *E. prostrata*, *S. nodiflora*, dan *T. procumbens* dapat dianggap berpotensi mengakumulasi logam Pb dengan konsentrasi yang lebih tinggi seiring dengan bertambahnya usia tanaman.

Mekanisme penyerapan logam serta kapasitas akumulasi logam di jaringan tumbuhan berbeda pada tiap spesies (Nouri *et al.*, 2009). Logam Cd yang lebih banyak terakumulasi di tunas menunjukkan bahwa *T. procumbens* memiliki kemampuan translokasi yang baik terhadap logam Cd. Spesies tumbuhan yang memiliki nilai TF, BCF, dan BAF lebih dari 1 berpotensi digunakan untuk fitoekstraksi, sedangkan spesies tumbuhan dengan nilai BCF lebih dari 1 dan nilai TF kurang dari 1 berpotensi digunakan untuk fitostabilisasi (Liu *et al.*, 2016; Nouri *et al.*, 2009).

Potensi *E. prostrata*, *S. nodiflora*, dan *T. procumbens* sebagai kandidat tanaman fitoremediasi dapat dikaji lebih lanjut dengan menggunakan jumlah ulangan sampel yang lebih banyak. Nilai TF, BCF, dan BAF tanaman terhadap logam dapat dihitung secara statistik untuk mengetahui hubungan antara konsentrasi logam di tanah, akar dan tunas tanaman.

KESIMPULAN

Konsentrasi Pb pada *E. prostrata*, *S. nodiflora*, dan *T. procumbens*, serta konsentrasi Cd pada *E. prostrata*, *S. nodiflora* yang tumbuh liar di sisi Jalan Raya Bogor bervariasi. Konsentrasi Pb dan Cd pada tanah substrat di lokasi sampling umumnya lebih tinggi daripada konsentrasi Pb dan Cd pada tanaman. Mekanisme yang cenderung digunakan *E. prostrata*, *S. nodiflora*, dan *T. procumbens* untuk penyerapan logam Pb, serta *E. prostrata* dan *S. nodiflora* untuk penyerapan logam Cd adalah fitostabilisasi. *Tridax. procumbens* berpotensi digunakan untuk fitoekstraksi terhadap logam Cd karena memiliki nilai TF>1. Tanaman *E.*

prostrata, *S. nodiflora*, dan *T. procumbens* tetap dapat dipertimbangkan untuk digunakan sebagai tanaman fitoremediasi karena mampu hidup dengan baik di sisi jalan yang tercemar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia untuk bantuan dana melalui hibah PUPT dengan kontrak nomor 2710 UN2.R3.1/HKP05.00/2017 atas nama Dr. Noviar Andayani sehingga dapat mendanai penelitian Akumulasi Akumulasi Timbal dan Kadmium pada *Eclipta prostrata*, *Synedrella nodiflora*, dan *Tridax procumbens* yang Tumbuh Liar di Sisi Jalan Raya Bogor.

REFERENSI

- Aiyesanmi, A. F., Okoronkwo, A. E., & Sunday., O. M. (2012). Lead accumulation in siam weed (*Chromolaena odorata*), node weed (*Synedrella nodiflora*) and water leaf (*Talinum triangulare*): potential phytoremediators. 2012. *Archives Application Science Research*, 4(1), 360–371.
- Akbar, K. F., Hale, W. H. G., Headley, A. D., & Athar., M. (2003). Heavy metal contamination of roadside soils of Northern England. *Soil & Water Research*, 4, 158–163.
- Akoto, O., B. A. L., & Marfo., J. T. (2012). Potentials of *Synedrella nodiflora* and *Sida fallax* growing naturally around an abandoned railway station for phytoextraction of heavy metals. *Journal of Environmental Chemistry and Ecotoxicology.*, 4(10), 188–194.
- Alvi, M. H. (2016). *A Manual for Selecting Sampling Techniques in Research*. University of Karachi.
- Ashokkumar, B., S., Jothiramalingam, S. K., Thiyagarajan, T., Hidayathullakhan, H., & Nalini., R. (2014). Removal of heavy metals from contaminated soil using phytoremediation. *International Journal of Chemical and Physical Sciences.*, 3(5), 88–94.
- Aydinalp, C., & Marinova., S. (2004). Lead in particulate deposits and in leaves of roadside plants. Polish. *Journal of Environmental Studies.*, 13(2), 233–235.
- Bakirdere, S., & Yaman, M. (2008). Determination of lead, cadmium and copper in roadside soil and plants in Elazig, Turkey. *Environmental Monitoring Assess.*, 136, 401–410.
- BPS Provinsi DKI Jakarta, B. P. D. J. (2015). *Statistik Transportasi DKI Jakarta*.
- Costa, J. J. G., Reigosa, M. J., Matias, J. M., & Covelo., E. F. (2017). Analysis of the importance of oxides and clays in Cd, Cr, Cu, Ni, Pb and Zn adsorption and retention with regression trees. *Adsorption and Retention of Heavy Metals in Soils.*, 1–25.
- Dhiman, S. S., Selvaraj, C., Li, J., Singh, R., Zhao, X., Kim, D. W., ... Lee., J. K. (2016). Phytoremediation of metal-contaminated soils by the hyperaccumulator canola (*Brassica napus* L.) and the use of its biomass for ethanol production. *Fuel*, 183, 107–114.
- Faiz, Y., Tufail, M., Javed, M. T., Chaudhry, M. M., & Siddique., N. (2009). Road dust pollution of Cd, Cu, Ni, Pb and Zn along Islamabad Expressway, Pakistan. *Microchemical Journal*, 92, 186–192.
- Liu, Z., Abdulla, A. H. H., Zhang, F., & Mao., X. (2016). Accumulation of metallic elements by native species thriving in two mine tailings in Aletai. *China Environtal Earth Science.*, 75(781), 1–9.
- Marble, C., Steed, S., & Boyd., N. S. (2015). *Biology and Management of Eclipta (Eclipta prostrata) in Ornamental Crop Production*. The Institute of Food and Agricultural Sciences (IFAS) Extension University of Florida.
- Mbah, C. ., & Anikwe, M. A. N. (2010). Variation in heavy metal contents on roadside soils along a major express way in South east Nigeria. *New York Science Journal.*, 3(10), 103–107.
- Najib, N. W. A. Z., Mohammed, S. A., Ismail, S. H., & Ahmad., W. A. A. W. (2012). Assessment of heavy metal in soil due to human activities in Kangar, Perlis, Malaysia. *International Journal of Civil & Environmental Engineering IJCEE-IJENS.*, 12(6), 28–33.
- Nazir, A., Malik, R. N., Ajaib, M., Khan, N., & Siddiqui, M. F. (2011). Hyperaccumulators of heavy metals of industrial areas of Islamabad and Rawalpindi. Pak. *Journal of Botany*, 43(4), 1925—1933.
- Nazir, A., Malik, R. N., Ajaib, M., & Shaheen., H. (2013). Accumulation of cadmium in soil and plants in vicinity of Koh-E-Noor Textile Mills Rawalpindi, Pakistan. *Biologia (Pakistan)*, 59(2), 197–203.
- Noufal, M. J., Maalla, Z. A., Noufal, D. J., & Hossean, A. A. (2017). Remove of lead from the polluted water by phytoremediation technique (*Eclipta Alba* plant). *International Journal of Energy and Environment.*, 8(1), 97–104.

- Nouri, J., Khorasani, N., Lorestani, B., Karami, M., Hassani, A. H., & Yousefi, N. (2009). Accumulation of heavy metals in soil and uptake by plant species with phytoremediation potential. *Environment Earth Science*, *59*, 315–323.
- Okoronkwo, A. E., Aiyesanmi, A. F., Odiyi, A. C., Sunday, O. M., & Shoetan., I. (2014). Bioaccumulation of cadmium in siam (Chromolaena odorata) and node (Synedrella nodiflora) weeds: impact of ethylene diamine tetraacetic acid (EDTA) on uptake. *Environment and Natural Resources Research*, *4*(2), : 39-49.
- Oktarina, R. (2013). *Deskripsi jenis dan analisis jumlah kromosom beberapa tumbuhan suku asteraceae di kampus Universitas Indonesia*. Universitas Indonesia, Depok.
- Pakistan Aslam, J., Khan, S. A., & Khan., S. H. (2013). Heavy metals contamination in roadside soil near different traffic signals in Dubai, United Arab Emirates. *Journal of Saudi Chemical Society*, *17*, 315–319.
- Przybyłowicz, J. M., Nakonieczny, M., Migula, P., Augustyniak, M., Tarnawska, M., Reimold, W. U., ... Głowacka., E. (2004). Uptake of cadmium, lead, nickel and zinc from soil and water solutions by the nickel hyperaccumulator Berkheya coddii. *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica*, *46*, 75–85.
- Purwantina, R. P. (2009). *Analisis Perekonomian Kota Depok Periode 2003-2007 (Analisis Shift Share Dan Lq)*. Bogor: S1 Institut Pertanian Bogor.
- Rahul, J., & Jain., M. (2016). Effect of heavy metals on some selected roadside plants and its morphological study. *Nature Environment and Pollution Technology An International Quarterly Scientific Journal*, *15*(4), 1133–1142.
- Ratheesh, C. P., Abdussalam, A. K., & Khaleel, K. M. (2018). Assessment of phytoremediation potential of wild plants growing in metal contaminated soil. *Journal For Advanced Research In Applied Sciences*, *5*(2), 510–517.
- Saeedi, M., Hosseinzadeh, M., Jamshidi, A., & Pajoohehfar., S. P. (2008). Assessment of heavy metals contamination and leaching characteristics in highway side soils, Iran. *Environmental Monitoring Assessment*, *151*, 231–241.
- Stehouwer, R. (2010). Lead in Residential Soils: Sources, Testing, and Reducing Exposure.
- Tangahu, B. V., Abdullah, S. R. S., Basri, H., Idris, M., Anuar, N., & Mukhlisin, M. (2011). A Review on Heavy Metals (As, Pb, and Hg) Uptake by Plants through Phytoremediation. *International Journal of Chemical Engineering*, 1–31.
- Varun, M., D'Souza, R., Pratas, J., & Paul., M. S. (2012). Metal contamination of soils and plants associated with the glass industry in North Central India: prospects of phytoremediation. *Environmental Science Pollution Res.*, *19*, 269–281.
- Weber, E., Sun, S. G., & Li., B. (2008). Invasive alien plants in China: diversity and ecological insights. *Biological Invasions*, *10*, 1411–1429.
- Zhang, S., Li, T., Huang, H., Zou, T., Zhang, X., Yu, H., ... Wang., Y. (2012). Cd accumulation and phytostabilization potential of dominant plants surrounding mining tailings. *Environmental Science Pollution Research*, *19*, 3879–3889.