

Hubungan Kepadatan Cacing Tanah dengan Logam Berat Timbal (Pb) pada Lahan Tercemar di Surabaya Timur

Correlation between Earthworm Density and the Level of Lead (Pb) in the Contaminated Land in East Surabaya

Lala Nabila*, Widowati Budijastuti

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Surabaya

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

Abstrak. Wilayah Surabaya Timur merupakan kawasan yang saat ini menjadi pusat urbanisasi. Kota Surabaya dengan tingkat pencemaran yang tinggi akibat padatnya aktivitas kendaraan bermotor yang diketahui sebagai penyumbang logam berat timbal (Pb) di alam. Dampak pencemaran Pb dalam tanah berimbas kepada organisme yang hidup di dalamnya seperti cacing tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi hubungan kepadatan cacing tanah dengan adanya kandungan logam berat Pb dalam tanah di Surabaya Timur. Penelitian ini dilakukan dengan metode observasi dengan pengambilan sampel pada tiga stasiun di Surabaya Timur. Pengambilan sampel cacing tanah menggunakan metode *hand sorting* kemudian diidentifikasi sampai tingkatan spesies. Parameter fisik dan kimia yang diamati yaitu pH, suhu, kelembapan, dan kandungan Pb dalam tanah. Perhitungan kepadatan cacing tanah menggunakan rumus kepadatan, kemudian hubungan antara kepadatan dan kandungan Pb dalam tanah dianalisis menggunakan analisis korelasi pearson. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat tiga jenis cacing tanah yang ditemukan di lahan tercemar Surabaya Timur yaitu, *Metaphire javanica*, *Metaphire posthuma*, dan *Amyntas robustus*. Kandungan logam berat Pb pada lahan tercemar Surabaya Timur berkisar antara $3,24 \pm 3,83$ mg/kg - $61,68 \pm 32,91$ mg/kg. Terdapat hubungan antara kepadatan cacing tanah dengan kandungan logam berat Pb, yaitu semakin tinggi kadar logam Pb maka semakin tinggi pula kepadatan cacing tanah. Diketahui bahwa cacing tanah resisten terhadap logam berat Pb dan memiliki potensi sebagai bioindikator lingkungan yang tercemar oleh logam berat.

Kata kunci: cacing tanah; kepadatan; logam timbal (Pb); Surabaya Timur

Abstract. East Surabaya is a region that is currently the center of urbanization with high levels of pollution due to the dense activity of motor vehicles known as heavy metal lead (Pb) in nature. The impact of Pb contamination in the soil affects the living organisms such as earthworms. This study aims to evaluate the relationship of earthworm density with the presence of Pb heavy metals in the soil in East Surabaya. This research was conducted by observation method with sampling at three stations in East Surabaya. The sampling of earthworm used hand sorting method and then identified to the species level. Physical and chemical parameters observed were pH, temperature, humidity, and Pb content in the soil. Calculation of earthworm density using the density formula, then the relationship between density and Pb content in the soil was analyzed using Pearson correlation analysis. The results showed that there were three types of earthworms found in contaminated land in East Surabaya namely, *Metaphire javanica*, *Metaphire posthuma*, and *Amyntas robustus*. The heavy metal content of Pb on contaminated land in East Surabaya ranged between 3.24 ± 3.83 mg/kg - 61.68 ± 32.91 mg/kg. There was a relationship between the density of earthworms and heavy metal content of Pb. The higher the Pb metal content, the higher the density of earthworms. It can be seen that earthworms are resistant to Pb heavy metals and have the potential as environmental bioindicators polluted by heavy metals.

Key words: earthworm, density; heavy metal lead (Pb); East Surabaya.

PENDAHULUAN

Cacing tanah merupakan makrofauna yang dapat mempengaruhi sifat fisik dan kimia tanah. Aktivitas cacing tanah yang memakan bahan organik lalu mengeluarkannya dalam bentuk kasting

bermanfaat untuk perbaikan kondisi tanah. Aktivitas cacing tanah dapat berpengaruh langsung terhadap sifat fisik tanah. Setiap jenis cacing tanah memiliki kondisi toleran yang berbeda terhadap lingkungannya (Hanafiah, *et al.*, 2010).

Organisme yang pertama kali terkena dampak dari akumulasi logam berat adalah organisme yang habitatnya berada dalam tanah. Logam berat diketahui dapat mengumpul di dalam tubuh suatu organisme untuk jangka waktu yang lama sebagai racun yang terakumulasi (Saeni, 1997). Cacing tanah memiliki toleransi yang tinggi pada lahan yang terkontaminasi dan diketahui mampu mengakumulasi logam berat dalam jaringannya (Kun Wang, *et al.*, 2018).

Surabaya merupakan kota kedua terbesar di Indonesia dan memiliki masalah transportasi yang sama dengan kota besar lainnya. Terdapat peningkatan jumlah transportasi setiap tahunnya mengakibatkan kondisi lalu lintas menjadi padat sehingga berpotensi sebagai penyumbang gas pencemar ke lingkungan (Dinas Perhubungan Kota Surabaya, 2015). Asap knalpot dari kendaraan bermotor mengandung timbal (Pb) menyumbang emisi timbal (Pb) ke udara merupakan hasil dari pembakaran yang kurang sempurna dari mesin bermotor (Gusnita, 2012). Berdasarkan uji pendahuluan didapatkan hasil bahwa lokasi pengambilan sampel di Surabaya Timur dengan tempat pengambilan sampel di daerah Kecamatan Sukolilo yang letaknya di tepi jalan raya mengandung Pb sebesar 450,54 ppm, Kecamatan Rungkut pada daerah kawasan wisata mengandung Pb sebesar 429,43 ppm, dan Kecamatan Gubeng pada daerah perumahan padat mengandung logam berat Pb sebesar 439,04 ppm. Berdasarkan hasil pendahuluan tersebut dapat diketahui bahwa logam berat dalam tanah pada 3 stasiun berada di atas ambang batas logam berat Pb dalam tanah yaitu 2-200 ppm pada kisaran non populasi (Darmono, 1995).

Kepadatan cacing tanah di wilayah tercemar merupakan suatu bioindikator yang dapat menunjukkan kualitas lingkungan. Secara khusus bioindikator merupakan kelompok atau komunitas organisme yang keberadaannya atau perilakunya di alam berhubungan dengan kondisi lingkungan, apabila terjadi perubahan kualitas lingkungan maka akan berpengaruh terhadap keberadaan dan perilaku organisme tersebut, sehingga dapat digunakan sebagai penunjuk kualitas lingkungan (Indrowati, *et al.*, 2012).

Cacing tanah merupakan makhluk hidup yang tahan terhadap habitat yang mengandung logam berat, sehingga hewan ini dapat dianggap sebagai bio-indikator logam berat tertentu karena cacing tanah dapat dijumpai pada tanah – tanah tercemar logam berat seperti Mo, Cu, Ni, Se, Zn, As, Cd, Hg, Pb, dan U (Richardson, *et al.*, 2015). Hal ini sesuai dengan penelitian Budijastuti, *et al.*, (2016) yang menyatakan bahwa cacing tanah dapat hidup di daerah Gresik dan Bangkalan yang mempunyai kandungan akumulasi Pb yang cukup tinggi sebesar 171.99 ppm di Gresik dan 78.58 ppm di Bangkalan. Gestel, *et al.*, (2009), dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa cacing tanah memiliki toleransi tinggi terhadap logam berat yang ditunjukkan dengan kepadatan *Lumbricus rubellus* yang tidak mengalami penurunan meskipun dalam kondisi tanah tercemar, hal ini menunjukkan cacing tanah resisten terhadap logam berat.

Informasi mengenai jenis dan kepadatan cacing tanah di Indonesia khususnya di Kota Surabaya belum diketahui karena tidak ada penelitian sebelumnya sehingga penelitian ini perlu dilakukan untuk mengetahui bagaimana hubungan kepadatan cacing tanah dengan adanya kandungan logam berat timbal (Pb) dalam tanah di Kota Surabaya, Jawa Timur.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada 13 November 2017 hingga 17 Juli 2018 di Laboratorium Struktur Perkembangan Hewan Biologi Unesa. Penelitian ini merupakan penelitian observasi karena sampel diambil langsung dari lapangan kemudian dideskripsikan sesuai dengan keadaan. Tahapan penelitian meliputi tahap persiapan, pengambilan sampel, dan analisis data. Pengambilan sampel tanah beserta cacing tanah dilakukan di Surabaya Timur pada tiga stasiun terpilih, tiap stasiun diambil tiga sub stasiun. Tiga stasiun tersebut diantaranya: 1) Kec. Sukolilo, 2) Kec. Gubeng, 3) Kec. Rungkut.

Cacing tanah yang ditemukan disortir dan dihitung pada setiap plotnya. Tiap jenis cacing tanah dapat dihitung, Kepadatan (K), Kepadatan Relatif (KR), dan Frekuensi Kehadiran (FK) dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Suin, 2003):

$$K = \frac{\text{Kepadatan Genus (K)}}{\text{Luas}} = \frac{\text{Jumlah individu tiap jenis}}{\text{Luas}}$$

$$KR = \frac{\text{Kepadatan Relatif (KR)}}{\text{Jumlah K semua jenis}} = \frac{\text{K pada tiap jenis}}{\text{Jumlah K semua jenis}} \times 100\%$$

$$FK = \frac{\text{Frekuensi Kehadiran (FK)}}{\text{Jumlah total plot}} = \frac{\text{Jumlah plot yang ditempati}}{\text{Jumlah total plot}} \times 100\%$$

Nilai kehadiran:

Nilai FK 0-25% = bersifat sangat jarang

Nilai FK 25-50% = bersifat jarang

Nilai FK 50-75% = bersifat sering

Nilai FK 75-100% = bersifat sangat sering

Pengukuran parameter profil habitat meliputi faktor kimia dan fisika tanah yang diukur meliputi pH, kelembapan, dan suhu. Proses identifikasi spesies cacing tanah berdasarkan tanda-tanda eksternal dan internal cacing tanah dilakukan menggunakan alat bantu mikroskop binokuler dan lup (kaca pembesar). Hasil identifikasi kemudian dicocokkan dengan kunci identifikasi spesies cacing tanah, yaitu Blakemore (2010). Sampel tanah yang diperoleh dianalisis kadar logam berat timbal (Pb) dengan menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) di Laboratorium Teknik Lingkungan ITS Surabaya.

HASIL

Berdasarkan penelitian yang dilakukan didapatkan hasil kandungan logam berat timbal (Pb) yang melebihi ambang batas kadar Pb dalam tanah yaitu, 2 ppm (Darmono, 1995). Data masing-masing kandungan logam Pb disajikan dalam (Tabel 1).

Kadar logam timbal (Pb) di Surabaya Timur melebihi standart kadar Pb dalam tanah. Kadar Pb tertinggi berada di Kecamatan Gubeng sebesar $61,68 \pm 32,91$ mg/kg, Kecamatan Sukolilo sebesar $6,99 \pm 8,05$ mg/kg, dan kandungan logam timbal terendah di Kecamatan Rungkut yang mengandung sebesar $3,24 \pm 3,83$ mg/kg (Tabel 1).

Tabel 1. Hasil kandungan logam berat timbal (Pb) di Surabaya Timur

No.	Kecamatan	Kadar Logam Pb (mg/kg)
1	Sukolilo	$6,99 \pm 8,05$
2	Gubeng	$61,68 \pm 32,91$
3	Rungkut	$3,24 \pm 3,83$

Di lahan tercemar Surabaya Timur ditemukan tiga jenis cacing tanah (*Amyntas robustus*, *Metaphire javanica*, dan *Metaphire posthuma*) dari ketiga stasiun yang telah ditentukan. Data masing-masing jumlah dan jenis cacing tanah pada tiap stasiun disajikan dalam (Tabel 2).

Tabel 2. Jumlah dan jenis-jenis cacing tanah yang ditemukan pada tiga stasiun di Surabaya Timur

No	Stasiun	Jumlah cacing tanah tiap jenis (ekor)		
		<i>Metaphire javanica</i>	<i>Amyntas robustus</i>	<i>Metaphire posthuma</i>
1	Sukolilo	-	8	-
2	Gubeng	10	-	6
3	Rungkut	5	-	2
Total		15	8	8

Berdasarkan data yang diperoleh, dihitung kepadatan dan frekuensi kehadiran cacing tanah pada masing-masing stasiun yang disajikan pada Tabel 3 dan 4. Pada stasiun 1 (Sukolilo) dengan kepadatan total 43 individu/m² memiliki jenis *Amyntas robustus* yang nilai kepadatannya (K) sebesar

43 individu/m² dengan frekuensi kehadiran sebesar 100% bermakna sangat sering. Pada stasiun 2 (Gubeng) dengan kepadatan total 85 individu/m² memiliki jenis *Metaphire javanica* yang nilai kepadatannya (K) sebesar 53 individu/m² dengan frekuensi kehadiran 100% dan *Metaphire posthuma* memiliki nilai kepadatan 32 individu/m² dengan frekuensi kehadiran 100%. Pada stasiun 3 (Rungkut) dengan kepadatan total 38 individu/m² memiliki jenis *Metaphire javanica* yang nilai kepadatannya (K) sebesar 27 individu/m² dengan frekuensi kehadiran 100% dan *Metaphire posthuma* memiliki nilai kepadatan 67 individu/m² dengan frekuensi kehadiran 67% yang bermakna sering (Tabel 3 dan 4).

Tabel 3. Kepadatan (individu/m²) cacing tanah pada tiga stasiun di Surabaya Timur

No	Jenis cacing tanah	Sukolilo	Gubeng	Rungkut
1	<i>Metaphire javanica</i>	-	53	27
2	<i>Metaphire posthuma</i>	-	32	11
3	<i>Amyntas robustus</i>	43	-	-
	Jumlah	43	85	38

Hubungan logam berat Pb dalam tanah dan kepadatan total cacing tanah pada tiap stasiun di sajikan dalam Tabel 5. Kadar logam berat timbal (Pb) pada tiga stasiun terpilih di Surabaya Timur berkisar antara 3,24-61,68 mg/kg. Kadar logam berat timbal (Pb) tertinggi yaitu sebesar 61,68 mg/kg pada Kecamatan Gubeng dengan kepadatan total cacing tanah 85 individu/m² dan kadar logam berat timbal (Pb) terendah yaitu sebesar 3,24 mg/kg pada Kecamatan Rungkut dengan kepadatan total cacing tanah 38 individu/m² (Tabel 5).

Tabel 5. Hasil analisis logam berat Pb dalam tanah dan kepadatan total cacing tanah pada ketiga stasiun di Surabaya Timur

No.	Stasiun	Kadar Logam Pb (mg/kg)	Kepadatan Total Cacing Tanah (individu/m ²)	Nilai Signifikansi
1	Sukolilo	6,99 ± 8,05	43	
2	Gubeng	61,68 ± 32,91	85	0,025
3	Rungkut	3,24 ± 3,83	38	

Data kandungan logam berat Pb pada tanah yang telah dihubungkan dengan kepadatan total cacing tanah, setelah dianalisis dengan menggunakan uji korelasi pearson menunjukkan hasil yang signifikan. Nilai signifikansi sebesar $0,025 < 0,05$ maka dinyatakan ada hubungan antara kandungan Pb dalam tanah dengan kepadatan total cacing tanah. Semakin tinggi kandungan logam berat timbal (Pb) di tanah, maka semakin besar nilai kepadatan total cacing tanah.

Pengukuran fisik dan kimia tanah yang diukur pada tiap stasiun di Surabaya Timur meliputi pH, kelembapan, dan suhu. Berikut hasil pengukuran pH, kelembapan, dan suhu pada tiga stasiun terpilih di Surabaya Timur (Tabel 6).

Tabel 6 Hasil pengukuran faktor fisika kimia tanah pada Surabaya Timur

No.	Stasiun	Suhu (°C)	Ph	Kelembapan (%)
1	Sukolilo	26	7	40
2	Gubeng	27	7	48,3
3	Rungkut	27	7	80

Pada ketiga stasiun di Surabaya Timur memiliki pH tanah yang netral. Suhu tanah pada Surabaya Timur berkisar antara 26-27°C. Suhu tertinggi berada pada Kecamatan Gubeng dan Rungkut yaitu 27°C, sedangkan suhu terendah berada pada Kecamatan Sukolilo yaitu 26°C. Kelembapan tanah berkisar antara 40-80%. Hasil pengukuran kelembapan tanah pada keenam stasiun menunjukkan bahwa Kecamatan Rungkut memiliki kelembapan tertinggi yaitu sebesar 80% dan kelembapan terendah sebesar 40% berada di Kecamatan Sukolilo.

PEMBAHASAN

Hasil uji logam timbal (Pb) dalam tanah pada ketiga stasiun terpilih menunjukkan kadar logam yang tinggi yaitu berkisar antara $3,24 \pm 3,83 - 61,68 \pm 32,91$ mg/kg (Tabel 1). Menurut Darmono (1995), batas kandungan logam berat Pb dalam tanah adalah 2 ppm. Kandungan logam berat timbal (Pb) yang

tinggi disebabkan karena lokasi penelitian yang dekat dengan jalan raya, pemukiman padat penduduk, dan kawasan wisata. Menurut Herman (2006) penyebaran unsur Pb di alam sebagian besar berasal dari limbah kendaraan bermotor yang mencemari tanah.

Penelitian yang telah dilakukan di lahan tercemar Surabaya Timur menemukan tiga jenis cacing tanah dari Famili Megascolecidae diantaranya *Metaphire javanica*, *Metaphire posthuma*, dan *Amyntas robustus*. Penelitian Akbarirahman (2017); Ningrum, *et al.*, (2014); Budijastuti, *et al.*, (2016) pada lahan tercemar juga menemukan tiga spesies yang sama. Menurut John (2007) tinggi rendahnya populasi cacing tanah sangat erat hubungannya dengan kondisi lingkungan. Kondisi fisik, kimia, biotik pada lingkungan seperti kelembapan, suhu, pH tanah, dan vegetasi yang terdapat di lokasi. Lokasi penelitian di Kecamatan Sukolilo memiliki kondisi tanah dengan suhu 26°C, kelembapan 40%, dan pH netral. Kecamatan Gubeng memiliki kondisi tanah dengan suhu 27°C, kelembapan 48,3%, dan pH netral. Kecamatan Rungkut memiliki kondisi tanah dengan suhu 27°C, kelembapan 80%, dan pH netral. Kondisi tanah umumnya lembap yaitu sekitar 40-80%, pH netral, suhu 26-27°C dan vegetasi yang mendukung. Kelembapan berpengaruh terhadap pertumbuhan cacing tanah karena tubuh cacing tanah mengandung air sebanyak 75-90%, sehingga kelembapan tanah yang rendah akan mengakibatkan cacing tanah dehidrasi dan berakibat pada kematian. Kelembapan pH tanah juga mempengaruhi kehidupan cacing tanah. pH optimum cacing tanah dapat bertahan hidup adalah pH netral (Jayanthi, *et al.*, 2014).

Hubungan kepadatan dan konsentrasi logam berat timbal (Pb) menunjukkan hubungan yang signifikan memiliki arti bahwa semakin tinggi logam berat timbal di suatu lokasi, maka semakin tinggi pula kepadatan cacing tanah di lokasi tersebut. Lokasi dengan kepadatan cacing tanah tertinggi berada di Kecamatan Gubeng yang juga memiliki kadar logam tertinggi dari semua lokasi penelitian. Hal ini menunjukkan bahwa cacing tanah memiliki resistensi yang tinggi terhadap logam berat timbal. Hal ini sesuai dengan penelitian Richardson, *et al.*, (2015), yang menyatakan bahwa cacing tanah merupakan salah satu hewan yang memiliki resistensi pada tanah yang mengandung logam berat, sehingga cacing tanah dapat dijadikan sebagai bioindikator logam berat. Gestel, *et al.*, (2009), dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa cacing tanah memiliki toleransi tinggi terhadap logam berat yang ditunjukkan dengan kepadatan *Lumbricus rubellus* yang tidak mengalami penurunan meskipun dalam kondisi tanah tercemar logam berat.

Cacing tanah memiliki toleransi yang tinggi pada lahan yang terkontaminasi dan diketahui mampu mengakumulasi logam berat dalam jaringannya (Kun Wang, *et al.*, 2018). Mekanisme toleransi ini dikarenakan cacing tanah memiliki gen yang menyandikan protein kaya sistein (metallothionein) (Sturzenbaum, *et al.*, 1998). Metallothionein merupakan protein kaya sistein yang digunakan sebagai *binding* logam pada cacing tanah, sehingga logam berat tidak mengganggu proses metabolisme sel, protein metallothionein mampu mengabsorpsi logam berat dan menempatkannya pada bagian tertentu dalam tubuh (Brulle, *et al.*, 2006). Cacing tanah mampu mengontrol logam berat secara aktif dalam tubuhnya dengan cara mengasimilasi pada jaringan dengan organ khusus seperti kelenjar calciferous pada Famili Lumbricidae (Sizmur dan Hodson, 2009). Logam berat yang masuk ke dalam tubuh cacing tanah akan mempengaruhi fisiologi organ dan morfometri cacing tanah seperti berat, panjang, diameter, organ reproduksi lubang jantan, lubang betina, diameter vesikula, klitellum, dan diameter prostat (Budijastuti, *et al.*, 2016).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa cacing tanah dapat dijadikan sebagai bioindikator lingkungan yang tercemar oleh logam berat. Menurut Zhang *et al.*, (2009) cacing tanah dapat digunakan sebagai bioindikator pencemaran tanah yaitu, semakin tinggi kadar Pb dalam tanah maka cacing tanah akan menjadi resisten dengan faktor tersebut yang ditunjukkan dengan tingginya jumlah kepadatan, cacing tanah juga dapat digunakan sebagai indikator kualitas dan kesehatan tanah karena cacing tanah berperan penting pada dekomposisi materi organik dan perputaran nutrisi.

SIMPULAN

Kandungan logam berat Timbal (Pb) pada lahan tercemar Surabaya Timur berkisar antara 3,24 - 61,68 mg/kg. Kepadatan cacing tanah terendah berada di Kecamatan Rungkut yaitu 38 individu/m², Kecamatan Sukolilo sebesar 43 individu/m², dan kepadatan tertinggi berada di Kecamatan Gubeng yaitu sebesar 85 individu/m². Terdapat hubungan yang signifikan antara kepadatan total cacing tanah dan kandungan logam berat Pb di Surabaya Timur, yaitu semakin tinggi kandungan logam berat dalam tanah maka semakin tinggi pula kepadatan cacing tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbarirahman SN, 2017. Hubungan Jenis, Kepadatan, dan Morfometri Tubuh Cacing Tanah dengan Kadar Logam Berat Timbal (Pb) dan Kromium (Cr) di Kabupaten Sidoarjo. *Skripsi*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Budijastuti W, Haryanto S and Soegianto A, 2016. Earthworms Morphometric of Banana trees in Contaminated Area with Pb, Cr, Zn and Fe. *International Journal of Ecology & Development*. Vol. 31 (3): 84-98.
- Blakemore, R, 2010. *Cosmopolitan Earthworms – an Eco Taxonomic Guide to the Peregrine Species of the World*. 4th edition. Canberra: VermEcology.
- Brulle F, Mitta G, Coquerelle C, Vieau D, Lemièrre S, Leprêtre A and Vandebulcke F, 2006. Cloning and real-time PCR testing of 14 potential biomarkers in *Eisenia fetida* following cadmium exposure. *Journal of Environmental Science and Technology*. Vol. 40: 2844-2850.
- Darmawan A, Setyawati TR and Yanti AH, 2014. Keanekaragaman Cacing Tanah (Kelas Oligochaeta) di Sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Batu Layang Kecamatan Pontianak Utara. *Jurnal Protobiont*. Vol. 3 (2): 171 – 176.
- Darmono, 1995. *Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Jakarta: UI-Press.
- Dinas Perhubungan Kota Surabaya, 2015. *Laporan Survey Kinerja Lalu Lintas Tahun 2015 Tahap 2*. Pemerintah Kota Surabaya.
- Fahrul FM, 2008. *Metode Sampling Bioekologi*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Gestel CAM, Josee EK, Hamers T, Hoppe MV, Roovers MV, Korsman C and Reinecke SA, 2009. Effects of metal pollution on earthworm communities in a contaminated floodplain area: linking biomarker, community and functional responses. *Environmental Pollution*. Vol. 157: 895-903.
- Hanafiah KA, Napoleon A and Ghofar N, 2010. *Biologi Tanah*. Jakarta: Rajawali Press.
- Herman ZD, 2006. Tinjauan terhadap tailing mengandung unsur pencemar Arsen (As), Merkuri (Hg), Timbal (Pb), dan Kadmium (Cd) dari sisa pengolahan bijih logam. *Jurnal Geologi Indonesia*. Vol. 1 (1): 31-36.
- Indrowati, Meti, Purwoko T, Retnaningtyas S, Yulianti RI, Nurjanah S, Purnomo D and Wibowo PH, 2012. Identifikasi Jenis, Kerapatan dan Diversitas Plankton Bentos sebagai Bioindikator Perairan Sungai Pepe Surakarta. *Bioedukasi*. Vol. 5 (2): 81-91.
- Jayanthi S, Widhiastuti R and Jumilawaty E, 2014. Komposisi Komunitas Cacing Tanah pada Lahan Pertanian Organik dan Anorganik di Desa Raya Kecamatan Berastagi Kabupaten Karo. *Jurnal Biotik*. Vol. 2 (1): 1-76.
- John AH, 2007. *Sistematika Hewan I (Invertebrata)*. Medan; Departemen Biologi. FMIPA USU.
- Kun W, Qiao Y, Zhang H, Yue S, Li H, Ji X and Liu L, 2018. Bioaccumulation of heavy metals in earthworms from field contaminated soil in a subtropical area of China. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. Vol. 148: 876-883.
- Ningrum, Iva Styta, Rachmadiarti F and Budijastuti W, 2014. Kepadatan Cacing Tanah Di Kabupaten Gresik, Jawa Timur dan Hubungannya Dengan Kadar Logam Berat Timbal (Pb) Dalam Tanah. *Lentera Bio/* Vol. 3 (2): 122-128.
- Richardson JB, Gorres JH, Jackson BP and Friedland AJ, 2015. Trace Metals and Metalloids in Forest Soils and Exotic Earthworms in Northern New England, USA. *Soil Biology & Biochemistry*. Vol. 85: 190-198.
- Saeni, 1997. *Penentuan Tingkat Pencemaran Logam Berat Dengan Analisis Rambut*. Orasi Ilmiah. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam IPB. Bogor.
- Setyoningrum HM, Hadisusanto S and Yunianto T, 2014. Kandungan kadmium (Cd) pada tanah dan cacing tanah di TPAS Piyungan, bantul, daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*. Vol. 21 (2): 149-155.
- Sizmur T and Hodson ME, 2009. Do earthworms impact metal mobility and availability in soil?. *Environmental Pollution*. Vol. 157: 1981-1989.
- Sturzenbaum SR, Kille P and Morgan AJ, 1998. The identification, cloning, and characterization earthworm metallothionein. *FEBS Letter*. Vol. 431:437-442.
- Zhang ZS, Zheng DM, Wang QC and Guo XL, 2009. Bioaccumulation of total and methyl mercury in three earthworm species (*Drawida* sp., *Allolobophora* sp. and *Limnodrilus* sp.). *Bulletin of Environment and Contamination Toxicology*. Vol. 83:937-942.

Published: 31 Januari 2020

Authors:

Lala Nabila, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Surabaya, Jalan Ketintang Gedung C3 Lt. 2 Surabaya 60231, Indonesia, e-mail: lalanabila@mhs.unesa.ac.id

Widowati Budijastuti, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Surabaya, Jalan Ketintang Gedung C3 Lt. 2 Surabaya 60231, Indonesia, e-mail: widowatibudijastuti@unesa.ac.id

How to cite this article:

Nabila L, Budijastuti W, 2020. Hubungan Kepadatan Cacing Tanah dengan Logam Berat Timbal (Pb) pada Lahan Tercemar di Surabaya Timur. *LenteraBio*; 9(1): 6-11