

Deformitas Ligula Larva Tanypodinae sebagai Indikator Pencemaran Logam Berat di Danau Lido, Jawa Barat

(Ligula Deformities in Tanypodinae Larvae as Indicator of Heavy Metal Pollutants in the Lake Lido, West Java)

Tyas Dita Pramesthy*, Yusli Wardiatno, Majariana Krisanti

ABSTRAK

Tanypodinae merupakan salah satu grup Chironomida yang dapat digunakan dalam mengkaji aspek biologi untuk mendeteksi adanya pencemaran logam berat di lingkungan perairan, karena Tanypodinae dapat menunjukkan adanya perubahan morfologi akibat pencemaran. Penelitian ini bertujuan untuk menggambarkan deformitas ligula larva Tanypodinae pada danau yang tercemar logam berat. Penelitian dilakukan pada bulan Mei sampai Juni 2014 di Danau Lido, Jawa Barat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi timbal (Pb) di Danau Lido cukup tinggi, yaitu 0,08–0,19 mg/L. Sepuluh dari lima puluh lima larva Tanypodinae yang dikumpulkan mengalami deformitas pada ligula. Nilai Indeks deformitas ligula sebesar 4,4, nilai tersebut mengindikasikan adanya respons larva Chironomida pada pencemaran timbal.

Kata Kunci: Chironomida, deformitas ligula, larva Tanypodinae, pencemaran logam berat

ABSTRACT

As one group of Chironomidae Tanypodinae larvae can be used in biological assessment to detect the heavy metal pollution in aquatic environment, because they could show morphological changes due to the pollution. The study was aimed to describe ligula deformities in Tanypodinae larvae in a heavy metal polluted lake. The study was conducted in Mei to June 2014 at Lake Lido, West Java. The results showed that lead (Pb) concentration in Lido Lake was quite high, i.e. 0.08–0.19 mg/L. Ten of fifty-five collected Tanypodinae larvae exhibited deformation in their ligulae. Index of severity of ligula deformation (ILSD) was 4.4 indicating the response of the Chironomidae larvae to lead pollution.

Keywords: Chironomidae, heavy metal pollution, ligula deformities, Tanypodinae larvae

PENDAHULUAN

Lingkungan perairan merupakan lingkungan yang sering mengalami pencemaran. Pencemaran tersebut terkadang tidak diketahui di awal, sehingga perubahan pada lingkungan perairan tersebut tidak teridentifikasi. Townsend (2013) menyatakan bahwa penilaian secara biologis dapat digunakan dalam mendeteksi atau mengukur adanya pencemaran pada lingkungan, karena pada akhirnya biota perairan akan terpengaruh ketika perubahan parameter kimia terjadi.

Tanypodinae merupakan subfamili dari Chironomida yang merupakan salah satu larva serangga yang hidup pada perairan. Larva tersebut dapat hidup pada perairan tawar, baik menggenang ataupun mengalir (Oliver & Roussel 1983). Larva Chironomida dapat tumbuh dan berkembang apabila kondisi lingkungan perairan dalam keadaan tinggi, baik dari aspek fisika, kimia, maupun biologi, sehingga larva tersebut dapat digunakan untuk merefleksikan degradasi lingkungan (Lagrana *et al.* 2011). Meskipun larva Chironomida cenderung menyukai bahan organik tinggi, tetapi Wardiatno & Krisanti (2013) membuktikan bahwa

larva Chironomida lebih menyukai perairan dengan oksigen tinggi. Kelimpahan dan keanekaragaman Chironomida lebih tinggi pada area yang memiliki bahan organik lebih rendah. Hal tersebut disebabkan karena parameter kualitas air pada area bahan organik yang rendah lebih seragam pada setiap kedalaman, dibandingkan pada area yang memiliki bahan organik tinggi. Hubungan antara kelimpahan Chironomida dengan oksigen terlarut berbanding lurus, serta hubungan antara kelimpahan dengan kekeruhan berbanding terbalik pada area bahan organik tinggi, sedangkan pada area yang memiliki kandungan bahan organik lebih rendah hanya pH yang memiliki hubungan dengan kelimpahan Chironomida, dan hubungan tersebut saling berbanding terbalik.

Kondisi lingkungan perairan dapat berpengaruh terhadap morfologi larva Chironomida, yaitu berupa perubahan bentuk kepala, gigi, dan antena (Bhattacharya *et al.* 2006; Al-Shami *et al.* 2010). Perubahan bentuk pada morfologi Chironomida lebih utama disebabkan oleh kandungan logam berat dalam suatu perairan. Logam berat dapat menjadi faktor utama karena efek toksik persisten dan kemampuan logam tersebut untuk terakumulasi dalam kompartemen lingkungan. Hal tersebut dapat menyebabkan efek merusak terhadap organisme perairan (Lagrana *et al.* 2011).

Departemen Manajemen Sumber Daya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680.

* Penulis Korespondensi:

E-mail: tyasdtpramesthy@gmail.com

Hasil penelitian Bhattacharya *et al.* (2006) menunjukkan bahwa peningkatan kandungan logam berat di perairan berkorelasi positif terhadap peningkatan persentase kecacatan morfologi pada Chironomida. Michailova & Petrova (2005) menyatakan bahwa kandungan logam seperti Pb, Cr, dan Cu juga dapat memengaruhi struktur kromosom pada Chironomida. Pengamatan deformitas atau kecacatan pada bagian mulut dari larva Tanypodinae dilakukan dalam penelitian ini dengan tujuan untuk menggambarkan deformitas ligula larva Tanypodinae pada danau yang tercemar logam berat sehingga dapat digunakan sebagai bioindikator pencemaran logam berat.

METODE PENELITIAN

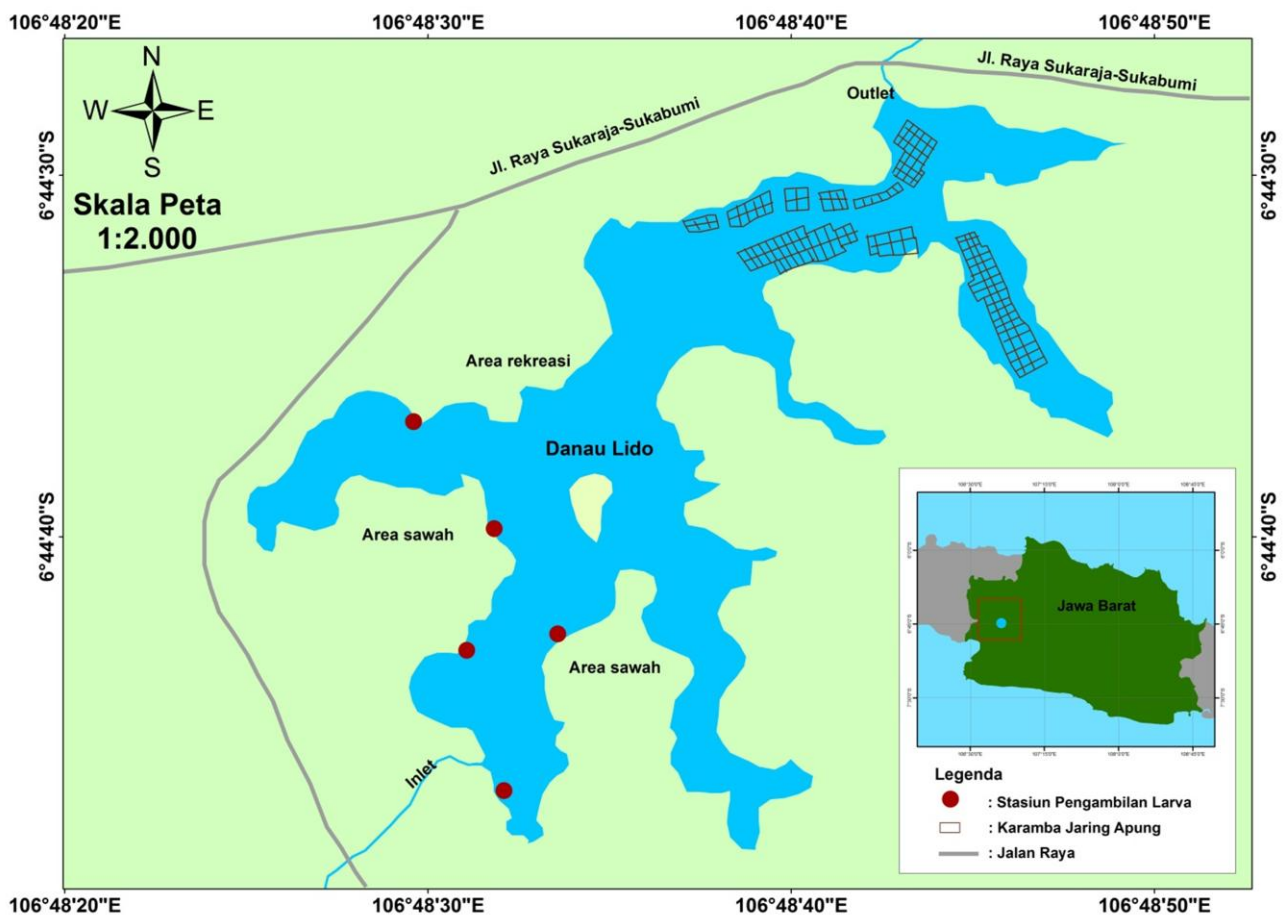
Penelitian dilakukan pada bulan Mei sampai Juni 2014. Lokasi pengambilan sampel larva Chironomida di Danau Lido, Jawa Barat. Pengambilan sampel dilakukan dekat area rekreasi dan area sawah, karena berdasarkan penelitian pendahuluan pada area tersebut terkandung logam Pb yang lebih tinggi dibandingkan area keramba jaring apung (KJA) (Gambar 1).

Alat yang digunakan dalam pengambilan sampel dan pembuatan preparat adalah botol sampel, *Van Veen Grab*, saringan kasar, saringan halus, pinset,

botol film, botol kaca, pipet tetes, kaca objek, kaca penutup, jarum, *hot plate*, serta mikroskop Zeiss yang terhubung dengan kamera Axio Cam Erc 5s dan dilengkapi dengan program Axio Vision Rel.4.8. Bahan yang digunakan, yaitu Alkohol 70%, KOH 10%, dan Entellan®.

Penelitian pendahuluan dilakukan untuk mengetahui kandungan logam berat merkuri (Hg) dan timbal (Pb) pada air Danau Lido. Sampel air diambil menggunakan botol sampel ukuran 500 ml. Pengambilan sampel air dilakukan di 2 titik, yaitu area KJA dan area sawah yang berdekatan dengan area wisata perahu. Analisis kandungan logam berat pada air menggunakan metode AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*) (APHA 2012). Analisis dilakukan di Laboratorium Produktivitas dan Lingkungan Perairan, Departemen Manajemen Sumber Daya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

Sampel Chironomida diambil menggunakan *Van Veen Grab sampler* dari sedimen. Sedimen disaring menggunakan saringan kasar dan halus, untuk mendapatkan larva Chironomida. Larva Chironomida yang didapat diawetkan menggunakan alkohol 70%. Pengamatan deformitas pada bagian mulut difokuskan pada bagian ligula. Pembuatan preparat Chironomida dilakukan terlebih dahulu untuk mengamati bentuk ligula. Tahapan dalam membuat preparat, yaitu larva Chironomida yang telah



Gambar 1 Peta lokasi pengambilan sampel Chironomida.

diawetkan direndam menggunakan KOH 10% dalam botol kaca selama 24 jam untuk membersihkan jaringan tubuh. Larva yang jaringannya sudah bersih diletakkan di kaca objek menggunakan pipet tetes, kemudian posisi larva diatur menggunakan jarum agar bagian ventral berada di atas. Pengeringan (dehidrasi) kemudian dilakukan pada larva dengan menggunakan *hot plate*. Larva yang telah kering diberi Entellan® dan ditutup dengan kaca penutup. Pengamatan ligula menggunakan mikroskop majemuk Zeiss yang terhubung dengan kamera Axio Cam Erc 5s dan dilengkapi dengan program Axio Vision Rel.4.8.

Analisis Data

Persentase Individu yang Mengalami Deformitas

Bhattacharya *et al.* (2006) menyatakan persentase kecacatan atau deformitas pada struktur atau bagian tertentu dihitung menggunakan rumus:

$$\% \text{ deformitas} = \frac{\sum \text{larva yang mengalami deformitas}}{\sum \text{total larva}} \times 100$$

Indeks Tingkat Deformitas pada Ligula (ISLD)

Tahapan untuk menentukan ISLD, yaitu terlebih dahulu menentukan Indeks Respons Morfologi (IMR) untuk seluruh individu yang mengalami deformitas. IMR dihitung untuk setiap deformitas atau kecacatan berdasarkan 8 langkah dasar (Tabel 1) hasil modifikasi Warwick (1991). Setiap individu yang mengalami kelainan pada bentuk ligulanya diberikan skor untuk setiap kelainan yang terjadi sesuai Tabel 1, kemudian seluruh skor dijumlahkan untuk mendapatkan nilai IMR individu. Nilai IMR untuk keseluruhan individu ($\sum \text{IMR}$) dapat ditentukan dengan rumus

Tabel 1 Kategori klasifikasi dasar dan nilai untuk tipe indeks secara individu pada deformitas ligula

Langkah	Aspek deformitas	Nilai indeks dasar
1	Jumlah gigi	1
	5 gigi	
	4 atau 6 gigi	
	3 atau 7 gigi	
	2 atau 8 gigi	
	1 atau 9 gigi	
	0 atau 10 gigi	
2	Modifikasi gigi; lebih besar, gigi luar, dan lain-lain	2
3	Tumpang tindih gigi (overlapping)	4
4	Kehadiran gigi aksesoris atau tambahan	8
5	Keberadaan gigi garfu (Forked teeth)	16
6	Gabungan antara Ligula dan Paraligula	32
7	Massive disorganization	64
8	Tidak simetris	64

sebagai berikut:

$$\sum \text{IMR} = \frac{\text{Total nilai skor yang dialokasikan untuk tingkat deformitas pada bagian tertentu}}{n}$$

Indeks tingkat deformitas pada ligula (*Index of severity of ligula deformation*) menginterpretasikan pengukuran dari respons morfologi sebagai dampak stres lingkungan pada Chironomida (Warwick 1991). Penentuan Indeks ini dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{ISLD} = \frac{\sum \text{IMR}}{n}$$

Keterangan:

IMR = Indeks respons morfologi

N = Jumlah total individu Chironomida yang dianalisis

HASIL DAN PEMBAHASAN

Danau Lido merupakan danau alami yang telah dimanfaatkan untuk beberapa kegiatan, seperti KJA, wisata perahu, dan rumah makan apung. Kegiatan tersebut telah mengubah kualitas dari Danau Lido, diantaranya, yaitu berubahnya kualitas air. Salah satu parameter kualitas air yang mengalami perubahan, yaitu kandungan logam berat timbal (Pb) (Tabel 2). Berdasarkan PP No. 82 tahun 2001 mengenai pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air, kandungan Pb di Danau Lido telah melewati baku mutu untuk kelas 3, yaitu untuk kegiatan perikanan. Tingginya kandungan Pb di Danau Lido dapat disebabkan karena adanya kegiatan pariwisata air yang menggunakan rakit dengan bahan bakar solar. Timbal secara alami berasal dari pelapukan batuan dan erosi tanah yang mengandung timbal sulfida (PbS) (Effendi 2003). Lebih dari 200.000 ton Pb dipergunakan dalam industri kimia yang berbentuk tetra-etil-Pb, yang biasanya dicampur dengan bahan bakar minyak (BBM) dengan tujuan meningkatkan daya tahan mesin. Pb juga telah banyak digunakan pada bahan bangunan, solder, cat, dan pembuatan alat dengan bahan-bahan logam (Moore & Ramamoorthy 1984).

Larva Tanypodinae yang diperoleh dari Danau Lido sebanyak 55 ekor. Anggota dari Tanypodinae memiliki ciri yang berbeda dengan subfamili lainnya. Struktur yang khusus dimiliki oleh Tanypodinae, antara lain ligula, paraligula, dan *appendage* yang terletak pada dorsal mentum (Epler 2001).

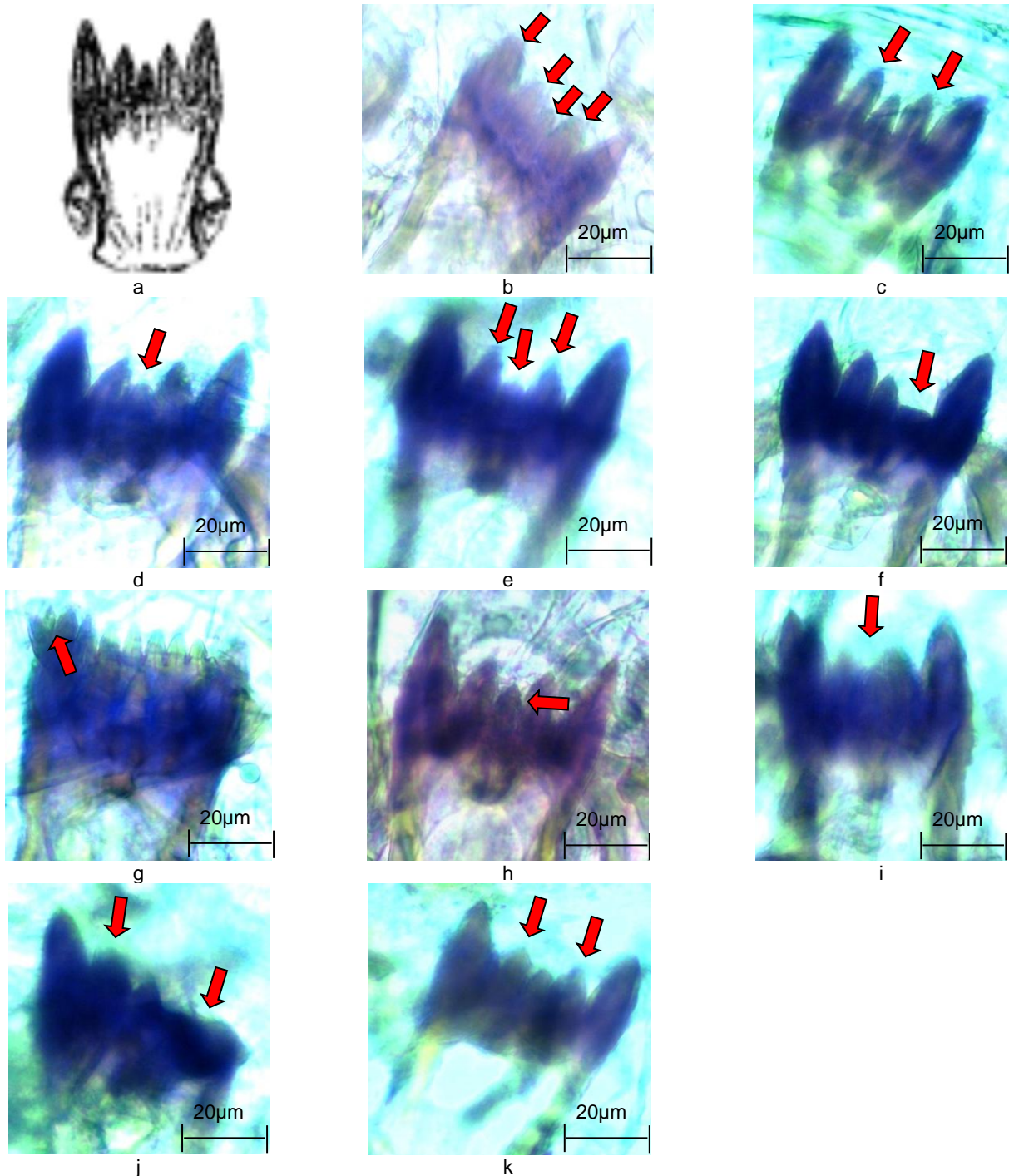
Tabel 2 Kandungan logam berat pada air Danau Lido

Logam	Satuan	Area sawah	Area KJA	Baku mutu
Timbal (Pb)	mg/L	0,190	0,083	0,03
Raksa (Hg)	mg/L	<0,002	<0,002	0,002

Berdasarkan pengamatan bentuk ligula pada Tanypodinae yang diperoleh dari Danau Lido diketahui bahwa larva tersebut telah mengalami deformitas. Larva yang mengalami deformitas sebanyak 10 dari 55 ekor yang dikumpulkan (Gambar 2), hal ini berarti persentase deformitas yang terjadi, yaitu 18,18%. Pengaruh deformitas lebih disebabkan oleh kandungan logam berat pada lingkungan. Arimoro *et al.* (2007) menyatakan bahwa perbedaan parameter kualitas air seperti kekeruhan, oksigen terlarut, BOD₅, COD, nitrat-nitrogen dan fosfat-phosphorus berpengaruh terhadap kelimpahan dan

struktur komunitas Chironomida. Jeyasingham & Ling (1997) menyatakan bahwa tidak ada pola yang jelas dari pengaruh substrat terhadap kecacatan struktur kepala, meskipun beberapa struktur mungkin menjadi indikator lebih peka bagi fisikemistri (*physico-chemistry*) dari substrat. Bhattacharya (2005) menyatakan bahwa kandungan Pb yang dapat menyebabkan kecacatan pada Chironomida, yaitu 2,40–5,02 µg/L. Deformitas pada larva Tanypodinae dapat terjadi, karena kandungan Pb di Danau Lido sudah cukup tinggi (Tabel 2).

Nilai ISLD larva Tanypodinae yang diperoleh, yaitu



Gambar 2 Ligula. a. Ligula Normal (Warwick 1991), b sampai dengan k Ligula yang mengalami deformitas, tanda panah menunjukkan bagian ligula yang mengalami deformitas.

Tabel 3 Pendugaan indeks respons Morfologi dari sampel yang mengalami deformitas ligula

Gambar	Langkah-Langkah								IMR
	Jumlah gigi	Modifikasi gigi	over-lapping	Kehadiran gigi aksesoris atau tambahan	Keberadaan gigi garfu	Gabungan antara Ligula dan Paraligula	Massive disorganization	Tidak simetris	
2a									0
2b	1	2						64	67
2c	1	2							3
2d	1	2							3
2e	1	2							3
2f	2						64		66
2g	16		4						20
2h	1		4						5
2i	2	2							4
2j	4	2					64		70
2k	1	2							3
Σ IMR									244
ISLD (n=55)									4.4364

4,4 (Tabel 3). ISLD merupakan nilai yang menunjukkan bahwa telah terjadinya respons morfologi terhadap lingkungan yang tercemar Warwick (1991). Hasil penelitian Warwick (1991) menunjukkan bahwa nilai ISLD dari larva Chironomida lebih tinggi pada stasiun pengamatan yang memiliki kandungan bahan pencemar lebih tinggi. Seiring waktu bahan kandungan bahan pencemar yang meningkat, juga meningkatkan nilai ISLD dari larva Chironomida.

Deformitas yang terjadi pada larva Tanypodinae disebabkan karena adanya kandungan Pb di Danau Lido. Darmono (1995) menyatakan bahwa logam berat non-esensial dapat bersenyawa dengan protein jaringan yang tertimbun serta berikatan dengan protein, biasanya disebut *metalotionein* yang dapat menyebabkan toksik. Michailova dan Petrova (2005) menyatakan bahwa, logam berat bersifat toksik bagi sel pada tingkat yang melebihi nilai terendah fisiologis. Pengaruh logam berat dapat terjadi dalam jangka waktu yang pendek dengan konsentrasi tinggi, yaitu dapat menyebabkan keracunan akut untuk organisme air, atau logam berat tersebut dapat memengaruhi organisme dengan konsentrasi rendah tetapi untuk jangka waktu yang panjang. Hal tersebut dapat menyebabkan keracunan kronis dan gangguan dalam fungsi vital, seperti perubahan morfologi, pertumbuhan, reproduksi, penetasan, dan terjadinya cacat, namun tidak menunjukkan sebagai penyebab kematian dini.

Hasil penelitian Bhattacharya *et al.* (2005; 2006) menunjukkan bahwa logam berat timbal (Pb) dapat menjadi penyebab penting dalam perubahan morfologi larva Chironomida. Peningkatan kandungan logam berat juga berkorelasi positif terhadap peningkatan persentase kecacatan morfologi pada larva Chironomida. Janssens de Bisthoven *et al.* (1992) menyatakan bahwa adanya korelasi positif antara kecacatan morfologi pada larva Chironomida dengan kandungan logam timbal dan tembaga dalam larva tersebut. Berdasarkan hasil uji laboratorium

yang telah dilakukan, bagian mulut larva Chironomida mengalami kelainan bentuk setelah dipaparkan timbal dan merkuri (Vermeulen *et al.* 2000).

KESIMPULAN

Danau Lido telah mengalami pencemaran logam timbal (Pb). Pencemaran tersebut menyebabkan terjadinya respons morfologi pada larva Tanypodinae, yaitu berupa deformitas ligula. Hal tersebut dapat menjadikan larva Tanypodinae sebagai bioindikator pencemaran logam berat Pb.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Shami S, Rawi CSM, Nor SAM, Ahmad AH, Ali A. 2010. Morphological deformities in *Chironomus* spp. (diptera: Chironomidae) larvae as a tool for impact assessment of anthropogenic and environmental stresses on three rivers in the juru river system, Penang, Malaysia. *Environmental Entomology*. 39(1): 210–222.
- [APHA] American Public Health Association. 2012. *Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater 22nd Edition*. American Public Health Association. Washington DC (US).
- Arimoro FO, Ikomi RB, Iwegbue CMA. 2007. Water quality changes in relation to Diptera community patterns and diversity measured at an organic effluent impacted stream in the Niger Delta, Nigeria. *Ecological Indicators*. 7(3): 541–552.
- Bhattacharya G, Sadhu AK, Mazumdar A, Chaudhuri PK. 2005. Antennal deformities of chironomid larvae and their use in biomonitoring of heavy metal pollutants in the river damodar of West Bengal, India. *Environmental Monitoring and Assessment*. 108(1–3): 67–84.

- Bhattacharya G, Sadhu AK, Mazumdar A, Majumdar U, Chaudhuri PK, Ali A. 2006. Assessment of impact of heavy metals on the communities and morphological deformities of chironomidae larvae in the river damodar (India, West Bengal). *Supplementa ad Acta Hydrobiologica*. 8: 21–32.
- Darmono. 1995. *Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Universitas Indonesia - Press. Jakarta (ID).
- Effendi H. 2003. *Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumberdaya Dan Lingkungan Perairan*. Kanisius. Yogyakarta (ID).
- Epler JH. 2001. *Identification manual for the larval Chironomidae (Diptera) of North and South Carolina*. EPA Region 4 and Human Health and Ecological Criteria Division. Crawfordville (US).
- Janssens de bithoven LG, Timmermans KR, Ollevier F. 1992. The concentration of cadmium, lead, copper, and zinc in chironomus gr. Thummi larvae (diptera, chironomidae) with deformed versus normal menta. *Hydrobiologia*. 239(3): 141–149.
- Jeyasingham K, Ling N. 1997. Head capsule deformities in *Chironomus zealandicus* (Diptera: Chironomidae): influence of site and substrate. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*. 31(2): 175–184.
- Lagrana CC, Dahlia C, Apodaca, David CPC. 2011. Chironomids as biological indicators of metal contamination in aquatic environment. *International Journal of Environmental Science and Development*. 2(4): 506–510.
- Michailova P, Petrova N. 2005. Comparative effect of heavy metals on the polytene chromosomes of chironomidae, dipteral. In: Proceedings The Balkan Scientific Conference Of Biology In Plovdiv (Bulgaria). Bulgaria, 19th – 21st May 2005.
- Moore JW, Ramamoorthy S. 1984. *Heavy Metals in Natural Waters*. Springer-Verlag. New York (US).
- Oliver DR, Roussel ME. 1983. *The Insect And Arachnids Of Canada* 11th ed: The genera of larvae midges of Canada (Diptera: Chironomidae), Biosystematics Research Institute Ottawa, Ontario. Research Branch., Agriculture Canada.
- [PP] Peraturan Pemerintah. 2001. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001.
- Townsend KR. 2013. *Using chironomidae to assess water and sediment quality*. Department of Zoology Faculty of Science The University of Melbourne (AU).
- Vermeulen AC, Liberloo G, Dumont P, Ollevier, Goddeeris B. 2000. Exposure of *Chironomus riparius* larvae (diptera) to lead, mercury and β -sitosterol: effects on mouthpart deformation and moulting. *Chemosphere*. 41(10): 1581–1591.
- Wardiatno Y, Krisanti M. 2013. The vertical dynamics of larval chironomids on artificial substrates in Lake Lido (Bogor, Indonesia). *Tropical Life Sciences Research*. 24(2): 13–29.
- Warwick WF. 1991. Indexing deformities in ligulae and antennae of procladius larvae (diptera: chironomidae): application to contaminant-stressed environments. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 48(7): 1151–1166.