

## Perbandingan Kelimpahan Larva Chironomidae di Dua Danau Berbeda di Provinsi Jambi

### (Comparison of Chironomidae Larvae Abundance at Two Different Lakes in Jambi Province)

Siti Anindita Farhani<sup>\*</sup>, Yusli Wardiatno, Majariana Krisanti

#### ABSTRAK

Penelitian dilakukan pada dua danau berbeda yang terletak di Provinsi Jambi (Danau Sipin dan Danau Teluk). Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kelimpahan larva serangga dari famili Chironomidae. Danau Sipin memiliki lokasi dekat dengan pemukiman sehingga banyak mendapat pengaruh dari aktivitas antropogenik. Sedangkan Danau Teluk hanya sedikit terpengaruh aktivitas antropogenik. Kedua danau memiliki perbedaan penutupan lahan hijau di sekitar danau. Lahan di sekitar Danau Sipin lebih terbuka dibandingkan lahan di sekitar Danau Teluk sehingga menyebabkan rendahnya tingkat kecerahan di Danau Sipin. Tingkat kecerahan Danau Sipin terukur sebesar 58,62 cm, sementara tingkat kecerahan yang diperoleh di Danau Teluk adalah 70,29 cm. Perbedaan tingkat kecerahan ini memengaruhi kelimpahan larva yang dihitung. Kelimpahan larva yang ditemukan di Danau Sipin adalah 49 ind/m<sup>2</sup> sedangkan kelimpahan larva di Danau Teluk ditemukan 374 ind/m<sup>2</sup>. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kecerahan, warna air, dan vegetasi di sekitar danau memengaruhi kelimpahan larva Chironomidae yang ditemukan.

Kata kunci: chironomidae, kecerahan perairan, kelimpahan

#### ABSTRACT

This research was conducted at two different lakes in Jambi Province (Lake Sipin and Lake Teluk) to compare abundance of aquatic insect larvae (family: Chironomidae). Lake Sipin located close by the settlement and got many influences from anthropogenic activities. However, Lake Teluk got less anthropogenic disturbance. Both lakes have difference plants cover. The area around Lake Sipin was more open compared to Lake Teluk and it caused low transparency level in Lake Sipin. The transparency level of Lake Sipin was 58.62 cm whereas transparency level of Lake Teluk was 70.29 cm. The difference of this transparency level influenced Chironomidae Larvae abundance that was encountered. Larvae abundance which was found in Lake Sipin was 49 ind/m<sup>2</sup>, while larvae abundance of Lake Teluk was 374 ind/m<sup>2</sup>. The result showed that water transparency level, water colors and vegetation affected abundance of Chironomidae larvae.

Keywords: abundance, chironomidae, water transparency

#### PENDAHULUAN

Chironomidae adalah salah satu anggota ordo Diptera yang ditemukan hampir di semua ekosistem perairan baik perairan mengalir maupun tergenang. Organisme ini juga dapat ditemukan di ekosistem laut (Epler 2001). Chironomidae bahkan dapat tumbuh dan berkembang pada perairan yang telah terkontaminasi misalnya kolam stabilisasi limbah (Halpern *et al.* 2002). Famili Chironomidae menjadi penyusun 10–50% biomassa makroinvertebrata air yang masing-masing subfamili maupun ordonya memiliki preferensi tertentu terhadap kondisi suatu lingkungan perairan (Odume & Muller 2011). Larva Chironomidae sangat cepat merespons perubahan kondisi perairan (Heinrich *et al.* 2006). Oleh karena itu, larva insekta ini sering dimanfaatkan sebagai bioindikator pencemaran lingkungan. Batas toleransi

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

<sup>\*</sup> Penulis Korespondensi:

E-mail: sitianinditafarhani@gmail.com

dan sensitivitas masing-masing spesies Chironomid berbeda sehingga dapat menjadi indikator yang sempurna bagi pencemaran organik, kontaminasi logam berat maupun degradasi habitat (Carew *et al.* 2003; Odume & Muller 2011). Larva Chironomidae berperan sangat penting dalam rantai makanan di lingkungan perairan (Zilli *et al.* 2008). Organisme ini bermanfaat sebagai pakan alami juvenil dan invertebrata lain serta berperan penting dalam proses penguraian bahan organik (Pinder 1986; Bay 2003). Larva Chironomidae merupakan pemanfaat bahan organik langsung, hal ini dibuktikan oleh penelitian Biasi *et al.* (2013) yang menyatakan bahwa keberadaan Chironomidae dalam densitas tinggi berasosiasi dengan ketersediaan detritus sehingga Chironomidae dapat dipertimbangkan sebagai salah satu pengurai yang berperan dalam proses dekomposisi. Sebagian besar spesies Larva Chironomidae memiliki habitat di perairan yang kaya bahan organik (Arimoro *et al.* 2007). Struktur komunitas seperti komposisi jenis, diversitas, dan kelimpahan dipengaruhi kondisi lingkungan. Oleh karena itu, komunitas larva Chironomidae diharapkan mampu menggambarkan kondisi

perairan habitatnya. Junshum *et al.* (2008) menyatakan bahwa pendekatan secara biologi paling baik untuk menentukan kualitas suatu perairan. Pendekatan secara biologi dinilai mampu menunjukkan kondisi perairan untuk periode waktu tertentu dalam bentuk respons organisme. Sedangkan pendekatan fisik maupun kimia hanya mampu menggambarkan kondisi perairan yang sifatnya sementara yakni pada waktu pengukuran saja.

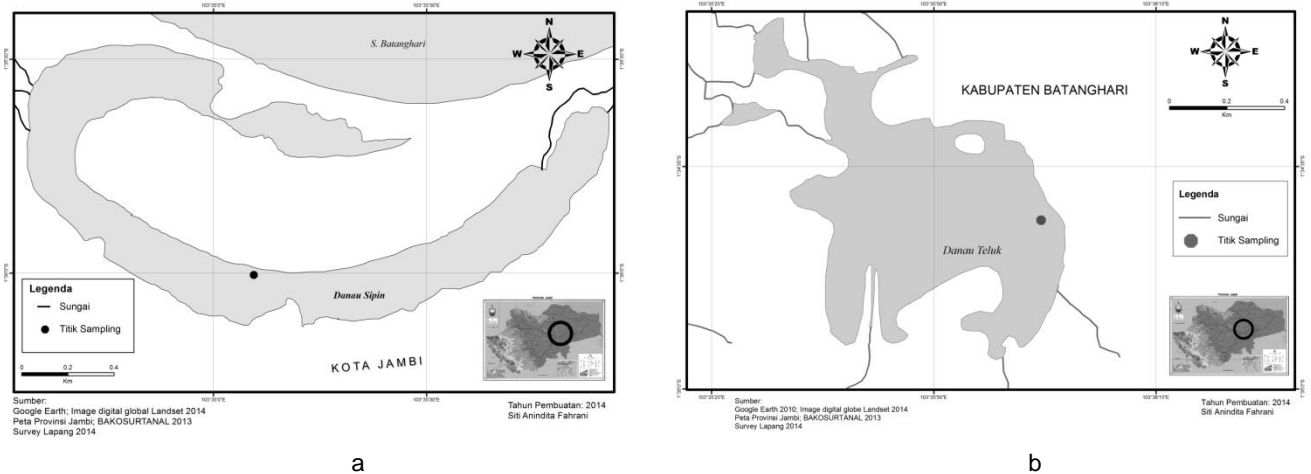
Hasil penelitian yang diperoleh dapat menjadi tambahan informasi mengenai larva Chironomidae di Danau Sipin dan Danau Teluk dan kaitannya dengan kualitas air di kedua danau tersebut. Informasi ini dapat digunakan sebagai dasar pengelolaan ekosistem danau. Pengelolaan danau yang tepat diharapkan dapat menjamin ketersediaan sumber daya ikan di danau serta keberlangsungan ekosistem danau di masa yang akan datang.

### METODE PENELITIAN

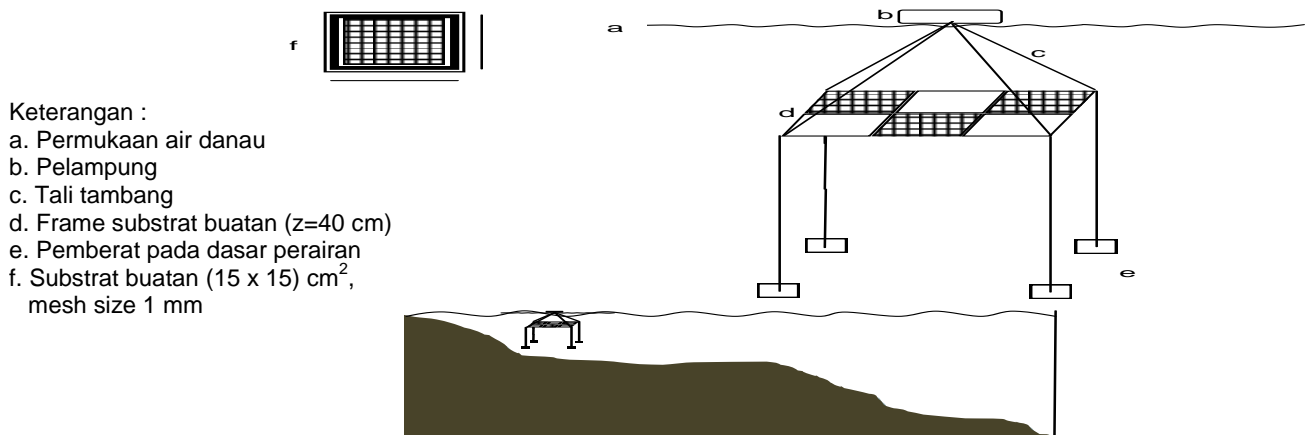
Penelitian dilaksanakan di Danau Sipin dan Danau Teluk, Provinsi Jambi (Gambar 1). Kedua danau tersebut adalah danau alami dengan sumber air

berasal dari Sungai Batanghari. Kegiatan antropogenik utama yang memengaruhi kedua danau adalah kegiatan budi daya Keramba Jaring Apung (KJA) serta kegiatan penangkapan dengan menggunakan anco. Titik pengambilan contoh ditentukan secara *purposive* di masing-masing danau dengan pertimbangan keberadaan indukan (Chironomid dewasa). Danau Sipin didominasi pemukiman dan hampir tidak memiliki tumbuhan di sekitar danau. Sedangkan lahan di sekitar Danau Teluk masih didominasi tumbuhan hijau baik pohon maupun semak.

Paket alat yang digunakan dalam penelitian terdiri dari tiga substrat buatan yang berfungsi sebagai ulangan pengamatan berukuran 15 x 15 cm<sup>2</sup> dimodifikasi dari penelitian yang dilakukan Wardiatno & Krisanti (2013) (Gambar 2). Substrat buatan dibuat dari saringan nyamuk dengan *mesh size* 1 mm. Paket alat diletakan di kedalaman 40 cm untuk masing-masing danau pada hari ke-0 dengan jumlah 60 substrat buatan di setiap danau. Masing-masing diberi pemberat agar posisi dan kedalaman tidak berubah apabila terkena arus. Peletakan alat dilakukan secara bersamaan di kedua danau lokasi penelitian agar kolonisasi larva Chironomidae seragam.



Gambar 1 Lokasi peletakan substrat buatan: a) Danau Sipin, b) Danau Teluk.



- Keterangan :
- a. Permukaan air danau
  - b. Pelampung
  - c. Tali tambang
  - d. Frame substrat buatan (z=40 cm)
  - e. Pemberat pada dasar perairan
  - f. Substrat buatan (15 x 15) cm<sup>2</sup>, mesh size 1 mm

Gambar 2 Paket substrat buatan pengambilan sampel larva Chironomidae di Danau Sipin dan Danau Teluk.

Satu paket alat diangkat setiap 2 hari dan kemudian disikat untuk memanen larva Chironomidae. Larva kemudian diawetkan dengan alkohol 70%. Seluruh pengukuran parameter fisika air dan pengukuran beberapa parameter kimia, yaitu pH dan *Dissolved Oxygen* (DO) dilakukan secara *in situ*. Sementara untuk pengukuran parameter *Biological Oxygen Demand* (BOD) dilakukan secara *ex situ* di Laboratorium Badan Lingkungan Hidup Kota Jambi.

Selanjutnya, analisis data dilakukan dengan membandingkan parameter kualitas air di kedua danau lokasi penelitian secara temporal dengan menggunakan uji-t untuk parameter fisika air dan uji U Mann-Whitney untuk parameter kimia air. Berikut hipotesis yang digunakan dalam kedua uji tersebut.

H<sub>0</sub>: parameter yang diukur di kedua danau tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan

H<sub>1</sub>: parameter yang diukur di kedua danau menunjukkan perbedaan yang signifikan

Nilai p digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan untuk kedua uji statistika tersebut. Nilai P<0,05 menunjukkan bahwa keputusan yang diperoleh adalah tolak H<sub>0</sub> sedangkan P>0,05 menghasilkan keputusan gagal tolak H<sub>0</sub>. Selanjutnya, dianalisis perbandingan antara kelimpahan larva Chironomidae pada masing-masing danau dan hubungannya dengan kualitas air danau.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Larva Chironomidae merupakan bagian dari ordo Diptera, yaitu insekta atau serangga yang memiliki sayap satu pasang (Meier *et al.* 2000) dan 78% spesies ordo Diptera merupakan larva Chironomidae (Canedo-Arguelles & Rieradevall 2011). Insekta ini tidak merugikan karena tidak menggigit seperti halnya nyamuk (Bay 2003) namun beberapa penelitian menunjukkan bahwa massa telur larva Chironomidae menjadi pembawa bakteri penyebab kolera (*Vibrio cholerae*) (Halpern *et al.* 2006). Fase hidup Chironomidae berlangsung di dua habitat berbeda. Fase telur, larva hingga pupa memiliki habitat di perairan sedangkan fase dewasa hidup di darat sebagai serangga. Fase telur insekta ini akan menetas dalam ±24 jam. Fase larva berlangsung selama ±1 bulan, pupa selama 24 jam, dan fase dewasa selama ±2 hari (Bay 2003; Farhani 2012). Chironomidae dapat ditemukan hampir di semua jenis perairan baik yang tenang maupun mengalir dan baik di air laut maupun air tawar sehingga biota ini seringkali dinamakan biota kosmopolit. Larva Chironomidae bahkan ditemukan di atas permukaan tanah (habitat terestrial) pada lapisan vegetasi menurut penelitian yang dilakukan Delettire (2000) di Brittany Tengah, Prancis.

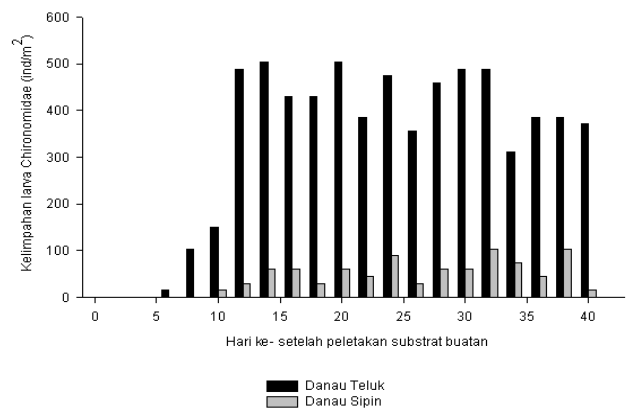
Tabel 1 Kelimpahan rata-rata larva Chironomidae yang ditemukan pada pada masing-masing danau

Danau	Kelimpahan hari ke- setelah peletakan alat (ind/m <sup>2</sup> )																			
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
Sipin	0	0	0	0	15	30	60	60	30	60	45	89	30	60	60	104	75	45	104	15
Teluk	0	0	15	104	149	489	504	430	430	504	386	475	356	460	489	489	312	386	386	371

Penelitian dilakukan pada dua danau yang terletak di Provinsi Jambi, yaitu Danau Sipin dan Danau Teluk. Kedua danau tersebut memiliki perbedaan kondisi, yaitu Danau Sipin terletak di tengah pemukiman dan hanya memiliki sedikit tutupan ruang hijau di sekitarnya. Sebaliknya Danau Teluk tidak terlalu banyak mendapat pengaruh dari kegiatan antropogenik dan sebagian besar lahan di sekitar Danau Teluk masih memiliki tutupan hijau yang baik. Perhitungan tutupan lahan hijau Danau Sipin menunjukkan danau memiliki tutupan hijau sebesar 20,88% dari keseluruhan keliling. Danau Teluk memiliki tutupan hijau sebesar 85,04% dari keseluruhan keliling danau.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada kedua danau lokasi penelitian ditemukan larva Chironomidae dengan kelimpahan rata-rata yang berbeda secara signifikan (Tabel 1). Kelimpahan rata-rata larva Chironomidae pada Danau Sipin selama 40 hari penelitian adalah 49 ekor per m<sup>2</sup>. Larva ditemukan pertama kali pada pengambilan contoh ke-5 (hari ke-10 setelah peletakan alat). Sementara itu, kelimpahan larva Chironomidae di Danau Teluk sebesar 374 ekor per m<sup>2</sup> dan pertama kali ditemukan pada pengambilan contoh ke-3 (hari ke-6 setelah peletakan alat). Gambar 3 menunjukkan diagram batang kelimpahan larva Chironomidae pada dua lokasi penelitian.

Parameter fisika dan kimia yang terukur sebagian besar menunjukkan bahwa kedua danau memiliki kondisi kualitas air yang hampir sama (Tabel 2). Suhu rata-rata air permukaan yang terukur di kedua danau berkisar antara 28,00–30,83 °C, kisaran suhu tersebut masih memenuhi suhu optimal bagi kehidupan biota perairan secara umum termasuk larva Chironomidae. Secara statistika, suhu rata-rata permukaan air di Danau Teluk lebih tinggi secara signifikan dibandingkan Danau Sipin (P<0,05). Kedalaman rata-rata titik peletakkan substrat buatan antara kedua danau sama, yaitu 2,38 m. Kedalaman perairan tempat



Gambar 3 Kelimpahan larva Chironomidae di Danau Sipin dan Danau Teluk.

Tabel 2 Parameter kualitas air dan uji statistik untuk melihat perbedaan kondisi kedua danau yang diteliti

Parameter	Danau		Hasil
	Sipin	Teluk	
Suhu (°C)	29,06 (28,00–30,33)	29,85 (29,00–30,83)	*, p=0,00005, t-test (n=20)
Kedalaman (m)	2,38 (2,20–2,81)	2,38 (1,82–3,22)	ns, p=0,9381, t-test (n=20)
Kecerahan (cm)	58,62 (28,00–78,00)	70,29 (52,50–85,00)	*, p=0,0013, t-test (n=20)
pH	5,7 (5,5–6,5)	5,6 (5,5–6,0)	ns, p=0,1508, u-test Mann Whitney (n=5)
DO (mg/l)	5,24 (3,37–6,22)	4,03 (2,09–5,1)	ns, p=0,0556, u-test Mann Whitney (n=5)
BOD (mg/l)	2,98 (0,8–4,83)	3,38 (2,01–6,43)	ns, p=0,1000, u-test Mann Whitney (n=5)

peletakan substrat dirancang sama untuk menghindari pengaruh perbedaan volume badan air.

Nilai pH yang diperoleh di kedua danau menunjukkan bahwa kondisi kedua danau adalah asam. Hal ini dipengaruhi kondisi perairan di Pulau Sumatera sebagian besar merupakan air gambut ber-pH rendah sesuai pernyataan Sutapa (2014) yang menyatakan bahwa air di wilayah Sumatera memiliki pH rendah sehingga bersifat sangat asam, memiliki kadar organik yang tinggi, kadar besi dan mangan tinggi serta berwarna kuning atau cokelat tua (pekat). Berdasarkan uji-U Mann Whitney, diperoleh pernyataan bahwa nilai pH di kedua danau lokasi penelitian tidak berbeda secara signifikan ( $P>0,05$ ).

Nilai DO dan BOD yang terukur di kedua danau menunjukkan hubungan linier negatif. Peningkatan konsentrasi DO menyebabkan turunnya BOD. Konsentrasi DO dan BOD dipengaruhi masukan bahan organik, BOD merupakan parameter yang berguna untuk mengkaji daya biodegradasi bahan-bahan organik terlarut dari suatu perairan (Simon *et al.* 2011). Sumber bahan organik bagi Danau Sipin adalah kegiatan antropogenik baik pemukiman maupun kegiatan wisata yang dilakukan di sekitar danau, sedangkan masukan bahan organik pada Danau Teluk lebih banyak bersumber dari serasah vegetasi yang berada di sekitar (pepohonan) maupun di dalam danau (eceng gondok). Nilai DO dan BOD di kedua danau tidak berbeda secara signifikan berdasarkan uji-U Mann Whitney ( $P>0,05$  dan  $P>0,05$ ). Hal ini menunjukkan bahwa kondisi perairan di kedua danau tersebut hampir sama.

Parameter kualitas air yang berbeda secara signifikan pada kedua danau lokasi penelitian adalah parameter kecerahan ( $P<0,05$ ). Kecerahan rata-rata yang terukur di Danau Sipin hanya 58,62 cm. Rendahnya nilai kecerahan ini dipengaruhi kurangnya tutupan hijau pada DAS danau. Tutupan hijau yang sangat kurang menyebabkan tingginya tingkat erosi sehingga meningkatkan masukan tanah permukaan ke dalam danau. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Zuazo (2011), dapat disimpulkan bahwa penggunaan penutupan tanaman dapat menjadi rekomendasi untuk menurunkan tingkat erosi maupun resiko pencemaran. Penutupan tanaman yang kurang menyebabkan lahan di sekitar danau mudah tergerus *run off* atau aliran air permukaan. Tanah yang masuk dari daratan di sekitar danau merupakan bagian dari padatan total tersuspensi yang menyebabkan turunnya intensitas cahaya yang masuk ke badan air. Sedangkan nilai rata-rata kecerahan pada Danau

Teluk selama penelitian terukur sebesar 70,29 cm. Hal ini disebabkan karena masih rendahnya erosi yang terjadi di sekitar danau. Tutupan hijau yang lebih besar dibandingkan dengan Danau Sipin menjadi penyebab rendahnya erosi yang terjadi dan nilai kecerahan yang lebih tinggi.

Parameter kualitas air yang diukur selama penelitian sebagian besar menunjukkan kondisi Danau Sipin dan Danau Teluk relatif sama, kecuali parameter kecerahan dan warna perairan secara visual. Kedua parameter ini menyebabkan perbedaan kelimpahan larva Chironomidae di kedua danau lokasi penelitian. Kelimpahan larva Chironomidae pada Danau Teluk jauh lebih tinggi dibandingkan Danau Sipin. Hal ini berkaitan dengan preferensi indukan (serangga dewasa) dalam memilih tempat peneluran (*oviposition*).

Serangga dewasa melakukan pemijahan pada saat senja (Armitage *et al.* 1995). Setelah proses pemijahan, serangga jantan akan mati dan serangga betina akan meletakkan telur di permukaan air. Telur yang dihasilkan berbentuk massa telur berjumlah ribuan dan terbungkus gelatin bening. Meltser *et al.* 2008; Lerner *et al.* (2008) menyatakan bahwa serangga betina tidak meletakkan telurnya secara acak. Preferensi serangga betina dalam meletakkan telur tidak berkaitan dengan organ pembau (olfaktori), namun berkaitan dengan organ visual. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Lerner *et al.* (2008), diketahui bahwa chironomid betina memiliki preferensi peletakan telur pada perairan yang cenderung berwarna hijau (panjang gelombang 490–510 nm). Preferensi ini juga berkaitan dengan kesukaan serangga pada area yang lebih terang. Selain itu, berdasarkan penelitian yang dilakukan Frouz (1997), diketahui bahwa kelimpahan larva Chironomidae maupun Chironomidae dewasa jenis terrestrial lebih tinggi pada habitat yang memiliki vegetasi terutama vegetasi yang cenderung terbuka dan rendah (semak). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian bahwa kelimpahan larva Chironomidae lebih tinggi ditemukan pada Danau Teluk yang memiliki lebih banyak vegetasi di sekitar danau sebagai lahan hijau.

## KESIMPULAN

Kelimpahan larva lebih tinggi ditemukan pada Danau Teluk yang memiliki nilai kecerahan yang lebih tinggi, yaitu sebesar 374 ekor/m<sup>2</sup>. Kecerahan, warna perairan, dan tutupan vegetasi di sekitar danau

adalah faktor-faktor yang memengaruhi kelimpahan larva Chironomidae. Hal ini berkaitan dengan preferensi induk betina Chironomidae dalam memilih tempat meletakkan massa telur (*oviposition*).

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Pengelola Dana Pendidikan, Kementerian Keuangan Republik Indonesia yang telah membantu seluruh pembiayaan penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Badan Lingkungan Hidup Provinsi Jambi, Universitas Jambi, dan Laboratorium Produktivitas dan Lingkungan Perairan Institut Pertanian Bogor atas segala bantuan yang telah diberikan kepada penulis selama penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- Armitage PD, Cranston PS, Pinder LCV. 1995. *The Chironomidae: The Biology and Ecology of Non-Biting Midges*. Chapman & Hall, London (GB).
- Bay EC. 2003. *Chironomida Midges*. Washington State University (US).
- Biasi C, Tonin AM, Restello RM, Hepp LU. 2013. The colonisation of leaf litter by Chironomidae (Diptera): the influence of chemical quality and exposure duration in a subtropical stream. *Elsevier. Limnologica*. 43(6): 427–433.
- Carew ME, Pettigrove V, Hoffmann AA. 2003. Identifying Chironomids (Diptera: Chironomidae) for Biological Monitoring with PCR-RFLP. *Bulletin of Entomological Research*. Australia.
- Canedo-Arguelles M, Rieradevall M. 2011. Early succession of the macroinvertebrate community in a shallow lake: response to changes in the habitat condition. *Limnologica Ecology and Management of Inland Waters*. 41(4): 363–370.
- Delettre YR. 2000. Larvae of terrestrial Chironomidae (Diptera) colonize the vegetation layer during the rainy season. *Pedobiologia*. 44(5): 622–626.
- Epler JH. 2001. *Identification manual for the larval Chironomidae (Diptera) of north and south Carolina*. North Carolina Department of environment and natural resources. Division of Water Quality. Crawfordville (US).
- Farhani SA. 2012. Perkembangan dan pertumbuhan larva *Chironomus* sp pada level bahan organik berbeda dalam skala laboraorium [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Frouz J. 1997. The effect of vegetation patterns on oviposition habitat preference: a driving mechanism in terrestrial chironomid (Diptera: Chironomidae) succession?. *Researches Population Ecology*. 39(20): 207–213.
- Halpern M, Gasith A, Broza M. 2002. *Does the tube of a benthic chironomida larva play a role in protecting its dweller against chemical toxicants?*. Departement of Biology, University of Haifa (IL).
- Halpern M, Raats D, Lavion R, Mittler S. 2006. Dependent population dynamics between chironomids (nonbiting midges) and *Vibrio cholerae*. *FEMS Microbiol Ecology*. 55(1): 98–104.
- Heinrich ML, Barnekov L, Rosenberg S. 2006. A comparison of chironomid biostratigraphy from Lake Vuolep Njakajaure with vegetation, lake-level, and climate changes in Abisko National Park, Sweden. *Journal of Paleolimnology*. 36(2): 119–131.
- Junshum P, Choonluchanon S, Traichaiyaporn S. 2008. Bbiological indices for classification of water quality around Mae Moh power plant, Thailand. *Maejo International Journal of Science and Technology*. 2(1): 24–36.
- Lerner A, Meltser N, Sapir N, Erlick C, Shashar N, Broza M. 2008. Reflected polarization guides chironomid females to oviposition sites. *Journal of Experimental Biology*. 211(22): 3536–3543.
- Meier PG, Choi K, Sweet LI. 2000. Acute and chronic life cycle toxicity of acenaphthene and 2, 4, 6 trichlorophenol to the midge *Paratanytarsus parthenogeneticus* (Diptera: Chironomidae). *Aquatic Toxicology*. 51(1): 31–44.
- Meltser N, Kashi Y, Broza M. 2008. Does polarized light guide chironomids to navigate toward water surfaces?. *Boletim do Museu Municipal do Funchal (História Natural)*. 13: 141–149.
- Odume ON, Muller WJ. 2011. Diversity and structure of Chironomidae communities in relation too water quality differences in the Swartkops River. *Elsevier. Aquaculture*. 36: 929–938.
- Pinder LCV. 1986. Biology of freshwater Chironomidae. *Annual Review of Entomology*. 31: 1–23.
- Simon FX, Penru Y, Guastalli AR, Llorens J, Baig S. 2011. Improvement of the analysis of the biochemical oxygen demand (BOD) of Mediterranean seawater by seeding control. *Elsevier. Talanta*. 85 (1): 527–532.
- Sutapa IDA. Kajian *jar-test* koagulasi-flokulasi sebagai dasar perancangan instalasi pengolahan air gambut menjadi air bersih. <http://www.opi.lipi.go.id/>

[data/1228964432/data/13086710321320146107.makalah.pdf](#). 28 Oktober 2014.

- Wardiatno Y, Krisanti M. 2013. The vertical dynamics of larval chironomids on artificial substrates in Lake Lido (Bogor, Indonesia). *Tropical Sciences Research*. 24(2): 13–29.
- Zilli FL, Montalto L, Paggi A, Merchese C. 2008. Biometry and life cycle of *chironomus calligraphus* Goeldi 1905 (Diptera, Chironomidae) in laboratory conditions. *Association Interciencia*. 33(10): 767–770.
- Zuazo VH, Pleguezuelo CR, Peinando FJ, Graaff JD, Martinez JR, Planagan DC. 2011. Environmental impact of introducing plant covers in the taluses of terraces: implication for mitigating agricultural soil erosion and runoff. *Elsevier. Catena*. 84(1–2): 79–88.