

MAKROINVERTEBRATA SEBAGAI BIOINDIKATOR PENGAMATAN KUALITAS AIR

Pranatasari Dyah Susanti dan Rahardyan Nugroho Adi
*Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pengelolaan
Daerah Aliran Sungai (BPPTPDAS) Surakarta*
Email: pranatasari_santi@yahoo.com

ABSTRAK

Pengelolaan sumber daya wilayah yang berkelanjutan tidak dapat dilepaskan dari pengelolaan sumber daya air, khususnya kualitas air. Kualitas air sangat ditentukan oleh tingkat pencemaran pada badan air, sehingga monitoring dan pengamatan terhadap kualitas dan tingkat pencemaran air sangat diperlukan. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui peran makroinvertebrata sebagai bioindikator kualitas air permukaan. Penelitian dilakukan di kawasan Arboretum Sumber Brantas, Desa Tulungrejo, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu yang merupakan bagian hulu dari Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas. Metode penelitian yang dilakukan adalah metode survey dengan pengambilan sampel makroinvertebrata. Parameter yang diamati adalah jenis makroinvertebrata serta kondisi lingkungan dan habitatnya. Analisis data menggunakan *Family Biotic Index* untuk mengetahui kualitas air dan tingkat pencemaran air, sedangkan pengamatan habitat digunakan untuk mengetahui kondisi kesehatan dan gangguan bagi habitat biota air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa berdasarkan hasil identifikasi makroinvertebrata, pada lokasi penelitian memiliki nilai *Family Biotic Index* sebesar 3,05 dengan kualitas air sangat baik. Pada lokasi tersebut ditemukan 6 ordo makroinvertebrata yaitu: Hygrophila, Plecoptera, Trichoptera, Diptera, Hemiptera dan Ephemeroptera dengan 8 famili yaitu Planorbidae, Turbellaria, Hydropsychidae, Tipulidae, Mesovellidae, Perlidae, Leptophlebiidae dan Vellidae. Berdasarkan pengamatan habitat dan bantaran sungai, dapat diketahui bahwa pada lokasi ini, memiliki skor 2,6 atau sehat, dengan karakteristik substrat dasar sungai B (cukup) dan gangguan terhadap kesehatan sungai A (baik). Diharapkan dengan adanya pemanfaatan makroinvertebrata sebagai bioindikator tingkat pencemaran dan kualitas air maka, monitoring terhadap kualitas air dapat dilakukan dengan lebih mudah.

Kata kunci: bioindikator, makroinvertebrata, kualitas air.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pengelolaan wilayah pada suatu Daerah Aliran Sungai (DAS), tidak dapat dilepaskan dari pengelolaan sumberdaya air. Sumberdaya air yang berkelanjutan mutlak diperlukan dalam setiap sendi kehidupan manusia. Demikian juga dalam melakukan monitoring dan evaluasi suatu DAS, sumberdaya air menjadi salah satu hal yang tidak dapat dilepaskan. Hal ini dikarenakan, air merupakan sumber

kehidupan bagi semua makhluk hidup. Seperti disampaikan oleh Samidjo (2014), bahwa kualitas dan kuantitas air sangat diperlukan dalam pemenuhan kebutuhan hidup dan untuk keperluan komersial lain. Moersidik dan Hartono (2009) menambahkan bahwa keperluan air tersebut diantaranya untuk keperluan sehari-hari, untuk kebutuhan dalam bidang pertanian, industri bahkan pariwisata.

Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 121 Tahun 2015 tentang Pengusahaan Sumber Daya Air menjelaskan bahwa air adalah semua air yang terdapat pada, di atas atau di bawah permukaan tanah, termasuk air laut yang berada di darat. Kualitas air yang baik akan menentukan penggunaan yang lebih luas, karena kualitas air merupakan mutu air yang telah memenuhi standar untuk suatu tujuan yang telah ditentukan (Rahayu *et al*, 2009). Pada Peraturan Pemerintah No 82 tahun 2001 misalnya, pengkelasan air terbagi dalam 4 kelas, dimana setiap kelas memiliki fungsi masing-masing, dan harus memenuhi baku mutu seperti yang telah disyaratkan dalam PP tersebut. Kelas I akan lebih baik kualitasnya daripada kelas II, III dan IV. Pada Kelas I, dengan kualitas air yang paling baik akan digunakan sebagai air baku untuk air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut. Kelas II, air diperuntukan untuk sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut. Kelas III adalah air yang diperuntukkan bagi pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut, sedangkan Kelas IV adalah air yang dapat digunakan untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Pengamatan terhadap kualitas air sangat diperlukan untuk menjaga kelestarian sumberdaya ini. Banyaknya aktivitas permukiman, pertanian, perindustrian serta aktivitas lain, akan menimbulkan limbah yang berpotensi menjadi polutan air. Monitoring dan evaluasi terhadap kualitas air sangat diperlukan untuk mengetahui kualitas air serta dampak yang ditimbulkan dari berbagai aktivitas yang telah dilakukan. Hasil penilaian kualitas air akan menghasilkan nilai Indeks Kualitas Air. Indeks kualitas air merupakan salah satu hal yang sangat efektif sebagai sumber informasi tentang kualitas air bagi pemerhati lingkungan dan pengambil kebijakan (Yisa dan Jimoh, 2010). Telah banyak diketahui bahwa untuk mengamati kualitas air, analisis secara kimia dan fisika lebih sering digunakan. Meskipun demikian, selain kedua jenis analisis tersebut, pengamatan kualitas air dan nilai indeks kualitas air dapat ditentukan berdasarkan kondisi biota yang ada. Biota yang digunakan dalam analisis kualitas air, salah satunya adalah makroinvertebrata.

Makroinvertebrata merupakan salah satu indikator biologi air yang telah banyak digunakan sebagai kajian yang terintegrasi tentang kualitas air sungai

(Tjokrokusumo, 2006). Penggunaan makroinvertebrata ini memiliki banyak manfaat karena dapat mengetahui perubahan lingkungan akibat kegiatan manusia dan merupakan salah satu bioindikator kesehatan lingkungan akuatik (Mahajoeno *et al.*, 2001). Lebih jauh Rahayu *et al.*, (2009) juga menyampaikan bahwa makroinvertebrata merupakan suatu komponen biotik yang berada pada ekosistem perairan yang dapat menggambarkan kondisi fisik, kimia dan biologi perairan, sehingga dapat digunakan sebagai bioindikator kualitas air.

DAS Brantas merupakan salah satu DAS prioritas di Indonesia. Monitoring terhadap kualitas air pada DAS ini sangat diperlukan. Informasi kualitas air terutama pada wilayah hulu dalam suatu DAS sangat penting diketahui, karena akan mempengaruhi kualitas air pada bagian tengah dan hilir. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui peran makroinvertebrata sebagai bioindikator dalam pengamatan kualitas air permukaan.

METODE

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di kawasan Arboretum Sumber Brantas, Dukuh Sumber Brantas, Desa Tulungrejo, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu yang merupakan bagian hulu dari DAS Brantas. Pengambilan sampel makroinvertebrata dilakukan pada Bulan November tahun 2016.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah: botol sampel, pinset, kotak dan nampan plastik, jaring kecil, kaca pembesar, alat tulis dan alat dokumentasi. Bahan yang digunakan adalah: sampel makroinvertebrata, alkohol dan aquadest.

Analisis Data

Analisis data yang digunakan adalah *Family Biotic Index* yang dikembangkan oleh Hilsenhoff (1988) dalam Rahayu *et al.*, (2009) dan Mandaville (2002) dengan rumus:

$$FBI = \frac{\sum(xi*ti)}{n} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

xi = jumlah individu yang ditemukan pada tiap famili

ti = nilai toleransi famili

n = jumlah organisme yang ditemukan dalam satu plot

Klasifikasi kualitas air berdasarkan nilai FBI dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi kualitas air berdasarkan nilai FBI

Nilai FBI	Kualitas Air	Tingkat Pencemaran
0,00-3,75	Sangat Baik	Tidak terpolusi bahan organik
3,76-4,25	Baik Sekali	Sedikit terpolusi bahan organik
4,26-5,00	Baik	Terpolusi beberapa bahan organik
5,01-5,75	Cukup	Terpolusi agak banyak
5,76-6,50	Agak Buruk	Terpolusi banyak
6,51-7,25	Buruk	Terpolusi sangat banyak
7,26-10,00	Buruk Sekali	Terpolusi berat bahan organik

Sumber: Hilsenhoff (1988) dalam Rahayu et al., (2009) dan Mandaville (2002)

Parameter penelitian yang diamati adalah jenis makroinvertebrata serta kondisi habitat bagi biota air. Kondisi biota yang diamati meliputi: kondisi kesehatan habitat sungai dan bantaran sungai (Resh, 2010 dalam Ecoton, 2013) dengan klasifikasi tingkat kesehatan pada Tabel 2, serta karakteristik dasar sungai dan gangguan terhadap kesehatan sungai (Rini, 2011) dengan klasifikasi seperti tersaji pada Tabel 3.

Tabel 2. Klasifikasi penilaian kesehatan habitat sungai dan bantaran

Rata-rata skor	Tingkat kesehatan
2,4-3,0	Sehat
1,7-2,3	Kurang sehat
1,0-1,6	Tidak sehat

Sumber: Resh, 2010 dalam Ecoton, 2013

Tabel 3. Klasifikasi penilaian karakteristik dasar sungai dan gangguan terhadap kesehatan sungai

Kualitas habitat	Indikator
Baik (A)	70% atau lebih parameter kategori A
Buruk (C)	70% atau lebih parameter kategori C
Cukup (B)	Selain kedua indikator diatas

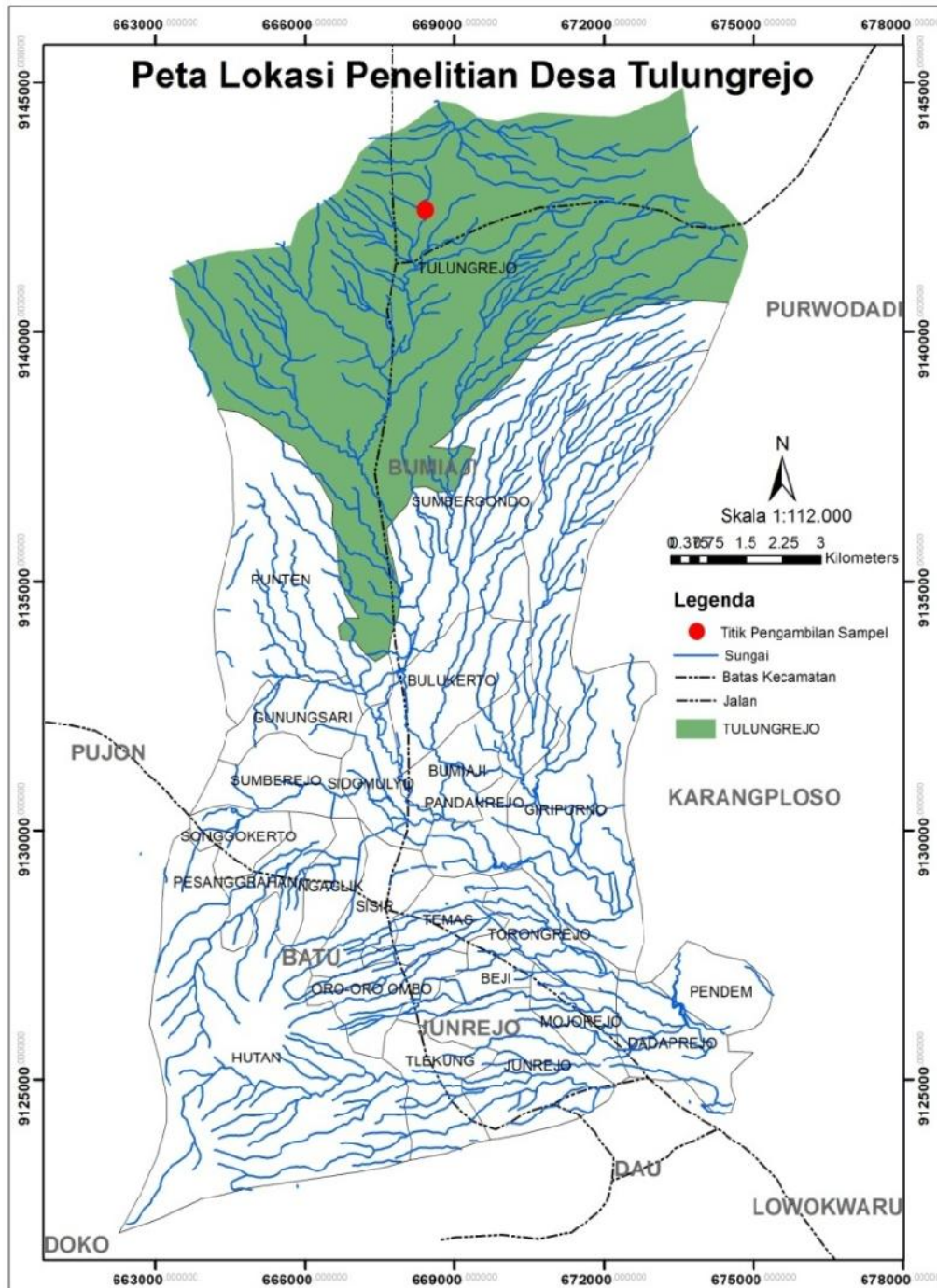
Sumber: Rini, 2011

HASIL

Diskripsi Wilayah

Lokasi penelitian berada di kawasan Arboretum Sumber Brantas. Menurut Fauziah (2016), kawasan ini berada di lereng timur Gunung Anjasmoro, dimana pada wilayah tersebut terdapat salah satu mata air Kali Brantas yang mengalir melalui Kota Malang, Blitar, Kediri, Jombang, Mojokerto, Surabaya dan berakhir di Selat Madura. Secara administrasi lokasi ini masuk dalam wilayah Dukuh Sumber Brantas, Desa Tulungrejo, Kecamatan Bumiaji,

Kota Batu (Gambar 1). Desa Tulungrejo memiliki luas 1.249,155 Ha, dengan kondisi topografi berupa dataran tinggi bergelombang dengan ketinggian 1.115-1.750 m dpl (Habib, 2002).



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Jenis Makroinvertebrata

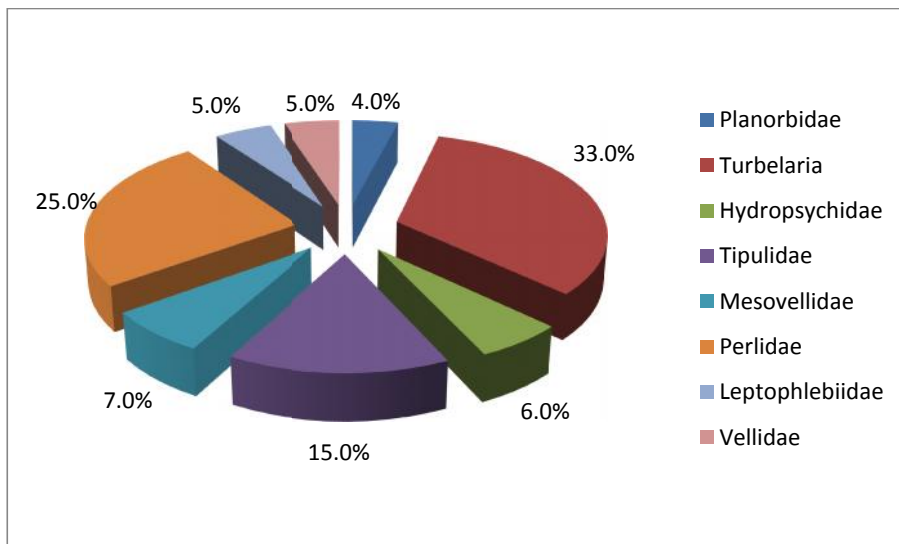
Berdasarkan hasil survei dan analisis makroinvertebrata dapat diketahui beberapa jenis yang dapat ditemukan pada lokasi penelitian (Tabel 4).

Tabel 4. Hasil Identifikasi Makroinvertebrata

No	Famili	Ordo
1	Planorbidae	Hygrophila
2	Turbelaria	Plecoptera
3	Hydropsychidae	Trichoptera
4	Tipulidae	Diptera
5	Mesovellidae	Hemiptera
6	Perlidae	Plecoptera
7	Leptophlebiidae	Ephemeroptera
8	Vellidae	Hemiptera

Sumber: hasil analisis (2017)

Hasil pengamatan terhadap presentase keragaman makroinvertebrata pada lokasi penelitian juga dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Presentase keragaman ma

Nilai FBI dan Kondisi Habitat

Nilai penghitungan FBI dan dan kondisi habitat pada lokasi penelitian tersaji pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai FBI dan Kondisi Habitat

Parameter	Nilai	Kondisi
<i>Family Biotik Indeks</i>	3,05	Kualitas air sangat baik
Habitat dan bantaran sungai	2,6	Sehat
Karakteristik substrat dasar sungai	B	Cukup
Gangguan kesehatan sungai	A	Baik

Sumber: hasil analisis (2017)

PEMBAHASAN

Jenis Makroinvertebrata

Jenis-jenis yang ditemukan merupakan jenis-jenis makroinvertebrata yang dapat menunjukkan kualitas air. Menurut Rahayu *et al*, (2009) makroinvertebrata memiliki sifat seperti: sangat peka terhadap perubahan kualitas air, ditemukan hampir di semua perairan, jenis yang relatif banyak dengan respon yang berbeda, pergerakan terbatas sehingga mempermudah pengamatan, tubuh dapat mengakumulasi racun, mudah diidentifikasi dan mudah dilakukan.

Hasil identifikasi di lapangan menunjukkan, terdapat 8 jenis famili makroinvertebrata yaitu: Planorbidae, Turbellaria, Hydropsychidae, Tipulidae, Mesovellidae, Perlidae, Leptophlebiidae dan Vellidae. Kedelapan famili tersebut, termasuk dalam 6 ordo yaitu: Hygrophila, Plecoptera, Trichoptera, Diptera, Hemiptera dan Ephemeroptera. Berdasarkan semua jenis yang ditemukan tersebut, terdapat 3 jenis makroinvertebrata yang masuk dalam Golongan EPT (Ephemeroptera, Plecoptera dan Trichoptera). EPT merupakan kelompok biota air yang sensitif terhadap pencemaran (Rini, 2011). Ketiga famili tersebut adalah Hydropsychidae, Perlidae dan Leptophlebiidae. Hydropsychidae dan Leptophlebiidae merupakan kelompok pencernaan fungsional *collector*, sedangkan Perlidae dalam kelompok *predator*. Menurut Wahington's National Park Fund (2017), disampaikan bahwa kelompok *predator* merupakan organisme yang berenang di bawah air, dan dalam tahap larva ataupun dewasa, akan menjadi pemangsa hewan lain, sedangkan kelompok *collector* merupakan kelompok pengumpul yang akan berada di dasar sungai untuk mencari organisme yang mati atau partikel lain yang tersangkut pada batuan. Rini (2011) juga menambahkan bahwa kelompok *collector* akan memakan partikel-partikel halus yang terbawa bersama aliran air.

Beberapa famili makroinvertebrata yang ditemukan tersebut mengindikasikan bahwa pada air sungai yang berasal dari wilayah sumber air di arboretum belum mengalami pencemaran. Identifikasi makroinvertebrata ini didominasi oleh Turbellaria sebesar (33%), Perlidae (25%) dan Tipulidae (15%), dimana kelompok makroinvertebrata tersebut masuk dalam kelompok yang sangat sensitif dan sensitif terhadap pencemaran. Menurut Rini (2011), jenis-jenis yang masuk dalam Grup A seperti Perlidae dan Leptophlebiidae merupakan

jenis yang sangat sensitif terhadap pencemaran, sedangkan Turbellaria, Hydropsychidae, Tipulidae, Mesovellidae dan Vellidae masuk dalam grup B atau jenis yang sensitif terhadap pencemaran, dan terdapat 1 jenis yang masuk kedalam Grup C yang berarti tahan terhadap pencemaran, yaitu Planorbidae.

Nilai FBI dan Kondisi Habitat

Nilai FBI hasil penghitungan adalah 3,05. Hal ini berarti kualitas air sangat baik atau tidak terpolusi bahan organik (Hilsenhoff (1988) dalam Rahayu *et al.*, (2009) dan Mandaville, 2002). Hal ini disebabkan lokasi pengambilan sampel, berada pada wilayah hulu sungai yang mengalir langsung dari sumber mata air, sehingga belum terpapar polutan yang berbahaya. Ditemukannya famili Leptophlebiidae juga menunjukkan bahwa aliran air belum mengalami pencemaran (Leatemia *et al.*, 2017), demikian juga dengan famili Hydropsychidae (Mandaville, 2002). Selain itu, ditemukan pula jenis famili yang memiliki nilai toleransi terhadap pencemaran yang rendah seperti Perlidae. Nilai toleransi pada setiap famili, menunjukkan nilai ketahanan terhadap perubahan lingkungan (Rahayu *et al.*, 2009). Makroinvertebrata yang peka terhadap kandungan oksigen yang rendah, akan memiliki nilai skor biotik indeks yang rendah dan sebaliknya (Andriana, 2008).

Penghitungan FBI ini juga tidak bisa dilepaskan dari kondisi habitat sungai. Makroinvertebrata yang hidup dalam air, juga memerlukan habitat yang sehat. Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan dapat diketahui bahwa lokasi pengambilan sampel, memiliki skor 2,6 atau sehat, dengan karakteristik substrat dasar sungai B (cukup) dan gangguan terhadap kesehatan sungai A (baik). Menurut Andriana (2008), kondisi substrat terdiri dari berbagai macam tipe, diantaranya lumpur, lumpur berpasir, berpasir dan berbatu. Substrat berpasir umumnya sedikit organisme makroskopik, sedangkan substrat berbatu umumnya kaya akan organisme makroskopik dengan menempel pada bebatuan yang ada.

Rini (2011) menyampaikan bahwa pemeriksaan fisik habitat yang diamati adalah komposisi substrat dasar sungai, tingkat sedimentasi, erosi tebing sungai, naungan vegetasi bantaran sungai, dan kekeruhan air. Selain itu gangguan terhadap habitat juga diamati diantaranya: kondisi vegetasi sempadan sungai serta aktivitas manusia yang dapat merubah kondisi alami atau menimbulkan kerusakan di kawasan sungai. Secara kuantitatif tingkat kesehatan habitat sebesar 2,6 berarti sehat, yaitu dapat menyediakan kondisi habitat yang beragam dan stabil untuk mendukung kehidupan biota air (Ecoton, 2013).

Gangguan terhadap bantaran sungai seperti erosi, akan menyebabkan kerusakan dan meningkatkan sedimentasi serta kekeruhan air, sehingga kehidupan akuatik dapat terganggu (Rini, 2015). EPT merupakan kelompok yang intoleran terhadap kandungan bahan organik serta sering ditemukan pada perairan yang berarus tenang dan berbatu (Andriana, 2008). Berbagai bentuk

batu akan membentuk beragam kondisi habitat sehingga dapat menyediakan tempat hidup yang baik bagi organisme air (Leba *et al.*, 2013).

Andriana (2008) menyampaikan, bahwa Ephemeroptera menyukai perairan yang jernih dan Tricoptera juga merupakan jenis yang intoleran terhadap pencemaran. Hal ini menunjukkan dengan ditemukannya kedua ordo makroinvertebrata tersebut dan ditambah dengan temuan Plecoptera, maka dapat dikatakan bahwa pada lokasi pengambilan sampel makroinvertebrata ini masih dalam kondisi baik dan sehat. Hal senada juga disampaikan oleh Mahajeno *et al.*, (2001), bahwa Plecoptera dapat menunjukkan kondisi sungai dengan habitat yang masih alami dan belum terdegradasi.

KESIMPULAN

Pengamatan terhadap makroinvertebrata sebagai bioindikator kualitas air dapat diterapkan sebagai salah satu tindakan monitoring kualitas air. Pada penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa kualitas air permukaan yang berada pada Arboretum Sumber Brantas, Desa Tulungrejo, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu yang merupakan bagian hulu dari DAS Brantas masih memiliki kualitas air sangat baik karena memiliki nilai *Family Biotic Index* sebesar 3,05. Pada lokasi tersebut ditemukan 6 ordo dan 8 famili makroinvertebrata. Berdasarkan pengamatan habitat dan bantaran sungai, dapat diketahui bahwa pada lokasi ini, memiliki skor 2,6 atau sehat, dengan karakteristik substrat dasar sungai B (cukup) dan gangguan terhadap kesehatan sungai A (baik).

PENGHARGAAN

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Balai Penelitian dan Pengembangan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Solo yang telah memberikan kesempatan dalam melakukan penelitian ini. Terimakasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya juga disampaikan kepada tim peneliti dan teknisi yang telah membantu pelaksanaan penelitian di lapangan, sehingga penelitian dapat berjalan dengan lancar.

REFERENSI

- Andriana. W. 2008. Keterkaitan Struktur Komunitas Makrozoobenthos Sebagai Indikator Keberadaan Bahan Organik Di Perairan Hulu Sungai Cisadane Bogor, Jawa Barat. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Ecoton. 2013. Panduan Biotilik Untuk Pemantauan Kesehatan Daerah Aliran Sungai. Ecoton. Jawa Timur.
- Fauziah. A. M. 2016. Keanekaragaman Seranga Tanah Pada Arboretum Sumber Brantas dan Lahan Pertanian Kentang Kecamatan Bumiaji Kota Batu. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. 158 hal.

- Habib. A. 2002. *Dinamika Hubungan Antar Etnik Pedesaan: Konstruksi Sosial, Pola Hubungan Antara Etnik di Dusun Sumber Brantas, Desa Tulungrejo, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu*. Pasca Sarjana Universitas Airlangga. Surabaya. 310 hal.
- Leba.G. V., Koneria. R., Papua. A. 2013. *Keanekaragaman Serangga Air di Sungai Pajowa Kabupaten Minahasa, Sulawesi Utara*. *Jurnal Mipa No. 2 (2): 73-78*.
- Mahajoeno. M., Efendi. M., dan Ardiansyah. 2001. *Keanekaragaman Larva Insekta pada Sungai-sungai Kecil di Hutan Jobolarangan*. *Jurnal Biodiversitas*. Volume 2, Nomor 2 Juli: 133-139.
- Mandaville. S. M. 2002. *Benthic Macroinvertebrates in Freshwaters-Taxa Tolerance Values, Metrics, and Protocols*. Soil dan water Conservation Society of Metro Halifax.
- Moersidik. S. S. dan Hartono. D. M. 2009. *Pendekatan Statistik Untuk Menentukan Parameter Dominan Dalam Pengelolaan Kualitas Air Baku* *Jurnal Lingkungan Tropis, vol. 3, no. 1, Maret 2009: 23-32*.
- Rahayu. S. Widodo. R. H., Noordwijk. M. V., Suryadi. I., Verbist. B. *Monitoring Air di DAS. Worl Agroforestry Centre*. Bogor. 104 hal.
- Rini. D.S. 2011. *Ayo Cintai Sungai: Panduan penilaian kesehatan sungai melalui pemeriksaan habitat dan biotilik*. Djitoe. Surabaya. 24 p.
- Rini. D.S. 2015. *Penerapan Rekayasa Ekohidrolika Untuk Penguatan Tebing Sungai Dan Pemulihan Habitat Kawasan Suaka Ikan Kali Surabaya*. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan III 2015 Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya* . 763-773.
- Samidjo. J. 2014. *Pengelolaan Sumber Daya Air*. *Majalah Ilmiah Pawiyatan*. Vol : XXI, No : 1, Maret 2014: 43-53.
- Leatemia. S. P. O., Manangkalangi. E., Lefaan. P.T., Peday. H. F. Z. Sembel. L. 2017. *Makroavertebrata Bentos sebagai Bioindikator Kualitas Air Sungai Nimbai Manokwari, Papua Barat*. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI)*, April 2017. Vol. 22 (1): 25-33
- Tjokrokusumo. S. W. 2006. *Bentik Makroinvertebrata Sebagai Bioindikator Polusi Lahan Perairan*. *J.Hidrosfir Vol.1 No.1 Hal.8 - 20 Jakarta*, April 2006
- Wahington's National Park Fund. 2017. *Functional Feeding Group*. https://www.nps.gov/olym/_/learn/education/upload/Functional-Feeding-Groups.pdf. Diakses pada tanggal 19 Mei 2017.
- Yisa. J. dan Jimoh. T. 2010. *Analytical Studies on Water Quality Index of River Landzu*. *American Journal of Applied Sciences* 7 (4): 453-458.