

**“EVALUASI KUALITAS AIR BERDASARKAN BIOINDIKATOR
MAKROINVERTEBRATA BENTOS DI HUTAN SELOREJO”**

SKRIPSI



OLEH :

EVI NORIS NOVIZA

(21801061006)

JURUSAN BIOLOGI

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS ISLAM MALANG

2022



ABSTRAK

Evi Noris Noviza (21801061006) Evaluasai Kualitas Air Berdasarkan Bioindikator Makroinvertebrata Bentos Di Hutan Selorejo.

Dosen Pembimbing 1 : Hasan Zayadi, S.Si, M.Si.

Dosen Pembimbing 2 : Hamdani Dwi Prasetyo S.Si, M.Si.

Air yang kualitasnya telah menurun tidak dapat berfungsi sebagaimana peruntukannya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas air sungai yang di tinjau dari parameter biologi, parameter fisika, dan parameter kimia. Untuk parameter biologi digunakan makroinvertebrata bentos. Penelitian ini dilakukan di Selorejo yaitu dalah satu daerah di kota Malang, kecamatan Dau. Sampel makroinvertebrata bentos di ambil menggunakan jaring denagn metode purposive sampling pada tiga stasiun berbeda yaitu hutan lindung (stasiun 1), hutan produksi (stasiun 2) dan hutan wisata (stasiun 3) untuk diidentifikasi, dicari kekayaan taksa, nilai indeks biotic HBI, FBI, dan indeks diversitas Shannon-wiener yang meliputi indeks keanekaragaman, indeks keseragaman, dan indeks dominansim untuk kualitas fisikokimia air dicari rata-ratanya. Hasil penelitian makroinvertebrata bentos yang ditemukan ada 10 spesies, untuk struktuk komunitas makroinvertebrata bentos, ketiga stasiun di dominasi oleh *Dipheter hageni* yang masuk dalam family intoleran. Berdasarkan nilai HBI ketiga stasiun tergolong dalam kelas *very good*, stasiun 1 dengan HBI antara 3,62-3,72; untuk stasiun 2 memiliki nilai HBI 3,77-3,82; untuk nilai HBI stasiun 3 antara antara 3,72-4,08. Untuk nilai FBI pada stasiun 1 rentang nilai FBI adalah 3,29-3,32 tergolong excellent, untuk stasiun 2 memiliki nilai FBI 3,41-3,58 tergolong excellent, untuk stasiun ke 3 memiliki nilai FBI antara 3,32-3,91 tergolong kualitas air *very good*. Untuk diversitas Shannon-wiener, indeks keanekaragaman stasiun 1 adalah 1.5, pada stasiun 2 dan 3 adalah 1.3 sehingga ketiga stasiun memiliki keanekaragaman sedang; untuk keseragaman stasiun 1 adalah 0.8 dengan keberagaman spesies tinggi, untuk indeks stasiun 2 dan 3 adalah 0,6 sehingga termasuk dalam keseragaman spesies sedang; untuk indek dominansi stasiun satu adalah 0.2, sedangkan untuk stasiun dua dan tiga adalah 0.3, sehingga tidak spesies yang mendominasi pada ketiga stasiun.

Kata Kunci : Evaluasi kualitas air, Makroinvertebrata bento, Selorejo.

ABSTRACT

Evi Noris Noviza (2180106106) Water Quality Evaluation Based On Benthic Macroinvertebrate Bioindicators In Selorejo Forest.

Supervisor 1 : Hasan Zayadi, S.Si, M.Si.

Supervisor 2 : Hamdani Dwi Prasetyo S.Si, M.Si.

*Water whose quality has decreased cannot function as intended. This study aims to analyze the quality of river water in terms of biological parameters, physical parameters, and chemical parameters. For biological parameters benthic macroinvertebrates were used. This research was conducted in Selorejo, which is an area in the city of Malang, Dau sub-district. Benthic macroinvertebrate samples were taken using nets using purposive sampling method at three different stations, namely protection forest (station 1), production forest (station 2) and tourism forest (station 3) to identify, look for taxa richness, HBI biotic index value, FBI, and the Shannon-Wiener diversity index which includes diversity index, uniformity index, and dominance index for water physicochemical quality was searched for the average. The results of the research on benthic macroinvertebrates found that there were 10 species, for the community structure of benthic macroinvertebrates, the three stations were dominated by *Dipheter hageni* which belongs to an intolerant family. Based on the HBI value, the three stations are classified as very good, station 1 with an HBI between 3.62-3.72; for station 2 has an HBI value of 3.77-3.82; for station 3 HBI values between 3.72-4.08. For the FBI value at station 1, the FBI value range is 3.29-3.32 classified as excellent, for station 2 it has an FBI value of 3.41-3.58 classified as excellent, for station 3 it has an FBI value between 3.32-3.91 classified as very good water quality. For the Shannon-Wiener diversity, the diversity index at station 1 is 1.5, at stations 2 and 3 is 1.3 so that the three stations have moderate diversity; for station 1 uniformity is 0.8 with high species diversity, for station 2 and 3 index is 0.6 so it is included in medium species uniformity; the dominance index for station one is 0.2, while for stations two and three it is 0.3, so that no species dominates at the three stations.*

Keywords: *Water quality evaluation, Macroinvertebrate bento, Selorejo.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hutan Selorejo terletak di kecamatan Dau kabupaten Malang, di bagian utara. Desa Selorejo memiliki luas pemukiman 39,5 ha, pertanian, ladang, dan peternakan seluas 410,76 ha, hutan sekitar dusun seluas 2068,1 ha, dan luas pengembangan 26,6 ha untuk pengembangan perkantoran dan fasilitas rekreasi. Daerah ini merupakan bagian dari daerah dataran tinggi atau perbukitan, yang meliputi daerah pegunungan seluas 333,76 ha. Di hutan Selorejo ini terdapat sungai dengan aliran berarus sedang yang berasal dari sumber mata air langsung dan berbatu besar yang melewati tiga zona yaitu zona hutan lindung, zona hutan produksi dan zona untuk berkemah (Perkemahan Bedengan) atau zona wisata. Zona perkemahan bedengan berada di kecamatan dau, dusun seloketo (Putra et al., 2020).

Aktivitas manusia yang berada di sekitar sungai dapat mempengaruhi penurunan kualitas air sungai. Latuconsina (2020) menjelaskan bahwa aktivitas antropogenik semakin meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk yang sering menggunakan air sungai, dan daya dukung manusia terhadap ekosistem perairan sungai yang rendah. Hal ini semakin diperburuk dengan aktivitas manusia yang tidak ramah lingkungan, yang menghasilkan bahan polutan dan mampu menurunkan kualitas air sungai sehingga tidak bisa diperuntukkan sebagaimana mestinya.

Kualitas dari air sungai dapat menurun akibat ulah manusia sehingga menyebabkan air menjadi tercemar. Pemantauan diperlukan untuk menentukan kualitas. Pengendalian, pengelolaan, dan pelestarian sumber daya udara semua dapat dilakukan dengan kualitas air. Kualitas air dapat dipantau dengan menggunakan berbagai indikator, termasuk karakteristik fisik, kimia, dan biologis.

Makroinvertebrata bentos dapat digunakan untuk memantau kualitas air berdasarkan faktor biologis, sedangkan parameter fisiko kimia. Dibandingkan dengan karakteristik kimia dan fisik, makroinvertebrata bentos dapat menjadi dsalah satu pilihan sebagai bioindikator yang akurat dan mengintegrasikan kualitas dari suatu perairan (Chazanah, N. 2017).

Sebelumnya Grahari, (2015) pernah melakukan penelitian terkait kesesuaian Pemeriksaan Kualitas Air Metode Kimiawi Dengan Metode Extended Trent Biotik Index (ETBI) Terhadap Air Sungai Kaliwonokromo Surabaya. Metode fisika dan kimia yaitu parameter pH, suhu, kekeruhan, BOD, DO, dan amonium. Sedangkan untuk metode biologi menggunakan metode Extended Trent Biotik Index (ETBI). Hasil penelitian menunjukkan jenis makroinvertebrata yang ditemukan sangat sedikit untuk ukuran badan air. Hal ini terjadi karena sepanjang Sungai Kaliwonokromo berjenis substrat pasir dan banyak bebatuan yang tidak umum ditinggali bentos. Kondisi makroinvertebrata yang sedikit ini mempengaruhi hasil perhitungan metode kualitas air berdasarkan makroinvertebrata khususnya metode ETBI. Sedangkan perbandingan hasil analisis fisika-kimia dengan biologinya tidak terdapat perbedaan yang terlalu signifikan mengenai kualitas badan air antar titik sampling.

Hasil penelitian Muntalif et al., (2008) dan Nangin et al., (2015) di Sungai Citarum dan Sungai Suhuyon menunjukkan penurunan kualitas air, berdasarkan indikator biologis makroinvertebrata bentos dan indeks biologis yang meliputi Linchon Quality Index (LQI), Famili Biotic Index (FBI) dan Diversity Index (DI) menunjukkan nilai koefisien yang tinggi, berarti indeks ini mampu menjelaskan dan memperkuat data fisika-kimia kualitas air. Hasil penelitian Wimbaningrum et al., (2016) terkait kualitas perairan sungai di Jember- Jawa Timur berdasarkan parameter fisika-kimia kualitas air di daerah hilir lebih rendah dari pada didaerah hulu. Daerah hulu dan tengah di dua stasiun di Jember memiliki kualitas yang sangat baik berdasarkan nilai National Sanitation Foundation Water Quality Index (NSF-WQI) dan Indeks biotik, dimana air dapat dikategorikan untuk air minum dan tempat wisata.

Fauzan et al., (2020), memaparkan data pengunjung dari zona wisata atau perkemahan bedengan dapat mencapai 200 orang setiap harinya, dan Menurut Ashar & Prasetya (2018), orang yang datang biasanya akan melakukan piknik, mandi dan camping di sekitar aliran sungai, Devi et al., (2019) menjelaskan bahwa penggunaan pestisida pada daerah perkebunan jeruk dan mengalir ke sungai dapat menjadi salah satu pemicu dari penurunan kualitas air. Ketiga zona ini terutama hutan produksi dan hutan wisata atau perkemahan bedengan menjadi pusat aktifitas manusia, sehingga diduga menjadi penyebab penurunan kualitas air sungai di hutan Selorejo.

Sejauh ini belum ada yang melakukan penelitian ini Sungai Selorejo, sehingga belum diketahui kualitas air sungai selorejo di tinjau dari parameter biologis yakni Makroinvertebrata bentos, maupun dari parameter Fisika dan parameter Kimianya. Hal ini juga berkaitan dengan upaya konservasi agar tetap mempertahankan populasi, kondisi lingkungan dan habitat makroinvertebrata bentos, selain itu dengan mengetahui keanekaragaman dan indeks biotik makroinvertebrata bentos yang digunakan untuk mengetahui kualitas perairan disuatu kawasan, juga dapat menggambarkan aktivitas penduduk dan aktivitas wisatawan yang mempengaruhi kualitas perairan dikawasan wisata. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang bermanfaat bagi pemerintah khususnya selorejo, masyarakat dan lingkungan khususnya di Desa Selorejo Kecamatan Dau Kabupaten Malang. Sehingga dengan uraian permasalahan diatas, didapatkan judul “Evaluasi Kualitas Air Berdasarkan Bioindikator Makroinvertebrata Bentos Di Hutan Selorejo”.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana kualitas air sungai di hutan Selorejo berdasarkan parameter biologi dengan menggunakan Makroinvertebrata bentos ?
2. Bagaimana kualitas air sungai di hutan Selorejo berdasarkan parameter fisika dan kimia ?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk menganalisis kualitas air sungai hutan Selorejo berdasarkan Parameter Biologi yaitu dengan makroinvertebrata bentos.
2. Untuk menganalisis kualitas air sungai di hutan Selorejo berdasarkan Parameter Fisika dan Parameter Kimia.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi ilmiah tentang jenis makroinvertebrata bentos sebagai parameter biologi, dan kualitas perairan di daerah sungai berdasarkan pendekatan parameter Biologis, Fisika dan Kimia.
2. Data yang telah didapatkan dapat digunakan untuk melakukan program biomonitoring kualitas perairan di sungai selorejo.

1.5 Batasan Masalah

1. Penelitian ini dilakukan di sungai Selorejo pada tiga titik, yaitu hutan lindung, hutan produksi, dan hutan wisata.
2. Identifikasi makroinvertebrata bentos hingga tingkatan spesies.
3. Beberapa parameter disiko-kimia yang akan diukur meliputi kedalaman, suhu, konduktivitas, TDS, kecepatan arus, DO, dan pH.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan tujuan dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Berdasarkan parameter biologi, kualitas air sungai di Selorejo yang dilakukan pada tiga stasiun yaitu hutan lindung, hutan produksi dan hutan wisata, dengan menggunakan indeks biotic yaitu Hilsenhoff Biotic Index (HBI) dan FBI (Family Biotic Index) menunjukkan bahwa ketiga stasiun memiliki kualitas air yang bagus yang juga ditunjukkan oleh tidak adanya spesies yang mendominasi pada ketiga stasiun berdasarkan indeks diversitas Shannon-wiener.
2. Berdasarkan parameter Fisika dan Kimia yang meliputi suhu, kedalaman, konduktivitas, kedalaman, TDS, kecepatan arus, pH, dan DO kualitas air pada hutan lindung, hutan produksi dan hutan wisata masuk dalam kategori air kelas I.

5.2 Saran

1. Apabila dilakukan penelitian serupa disarankan untuk menghitung hasil setiap satu kali jaring surber digunakan untuk menghitung struktur komunitas dan untuk analisis spesifikasi nama-nama partikel tersuspensi, utamanya pada stasiun yang memiliki kandungan TDS dan konduktivitas tinggi.
2. Untuk pihak Selorejo diharapkan nantinya dapat dilakukan penanaman vegetasi tanaman yang sesuai dengan kondisi lingkungan Selorejo dapat menjadi salah satu solusi yang dapat menjadi agen fitoremediasi. Untuk penurunan kadar Cu dengan tanaman Kiambang, Kiapu (*Pistia stratiotes*) untuk Kadmium, penurunan kadar Hg atau merkuri adalah dengan metode lahan basah buatan (*constructed wetland*) basah yang memanfaatkan tanaman *Phragmites australis*.

DAFTAR PUSTAKA

Alaerts, G dan Santika SS. 1987. *Metode Penelitian Air*. Surabaya:Usaha Nasional.

Alfiani, L., Latifa, R., Miftachul, H., Susetyarini, E. dan Husamah, H. 2019. *Studi Kualitas Perairan Berdasarkan Parameter Biologi, Fisika, dan Kimia di Aliran Mata Air Sumber Maron Kecamatan Pagelaran Kabupaten Malang 2019*. Prosiding Seminar Nasional V. Malang.

Alhejoj, I., Salameh, E., & Bandel, K. 2014. *Mayflies (Order Ephemeroptera): An Effective Indicator of Water Bodies Conditions in Jordan*. International Journal of Scientific Research in Environmental Sciences. 2(10): 361-370.

Andriana, W. 2008. *Keterkaitan Struktur Komunitas Makrozoobenthos Sebagai Indikator Keberadaan Bahan Organik di Perairan Hulu Sungai Cisadane Bogor, Jawa Barat [Skripsi]*. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 94 hal

Anhwange, B. A., et al. 2012. *Impact Assessment of Human Activities and Seasonal*

Variation on River Benue, within Makurdi Metropolis. International Journal of Science and Technology. 2(5). ISSN 2224-3577

Asdak, C. 2007. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah

MadaUniversity Press, Yogyakarta.

Badawy, R. M., El Hoseny, I. & Talal, M. 2013. *Biodiversity and Seasonal*

Fluctuation of Aquatic and Semiaquatic Insects in Rashid Stream, Kafr El Zayat (Gharbyia governorate). Egypt. Acad. J. Biology. Sci. 6(1):47-66. Egyptian

- Barus, T. A., 2003. *Pengantar Limnologi. Jurusan Biologi FMIPA USU*. Medan
- Basmi, J. 2000. *Planktonologi: Plankton sebagai Bioindikator Kualitas Perairan*.
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Bengen, D.G. (2004). *Pedoman Teknis Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove*. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan, IPB. Bogor.
- Bere, T. Tundisi, J.G., 2010. *Epipsammic diatoms in streams influenced by urban pollution, São Carlos, Brasil*. Brazilian Journal of Biology Revista Brasileira de Biologia, 70 :921-930.
- Chazanah, N., Sudjono, P., Hasby, F. A., Sunatika, G., & Muntalif, B. S.2017. *Development of Bioassessment Tools for Ecological Status Using Macrozoobenthic Community in Upstream Area (Case Study: Citarum River, West Java, Indonesia)*. *Journal of Water Resource and Protection*, Vol 9: 770-785.
- Daru, S. R. 2011. *Panduan Penelitian Kesehatan Melalui Pemeriksaan Habitat Sungai dan Biotilik*. Gersik. Ecoton.
- Departement of ecology IOWA state University, 2005. *Hydropsychidae (online)*.
<http://bugguide.net/node/view/9042>.
- Docile TN, Figueiro R, Gil-Azevedo LH, Nessimian JL. 2015. *Water Pollution and Distribution of the Black fly (Diptera: Simuliidae) in the Atlantic Forest, Brazil*. *Rev Biol Trop* 63(3): 683-693.
- Dordevic N, Milosevic D, Paunosevic M, Petrovic A dan Simic V. 2015. *New Data On the Distribution and Ecology of The Mayfly Larvae (Insecta: Ephemeroptera) of Serbia (Central Part of The Balkan Peninsula)*. *Turkish Journal of Zoology*. 39:195-209
- Effendi, Hefni. 2003. *Telaah Kualitas Air : Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan*

Lingkungan Perairan. Penerbit : Kanisius. Yogyakarta.

EPA. 2000. Air Quality Criteria for Carbon Monoxide. Washington DC:

U.S.Environmental Protection Agency.

Fachrul, M. F. (2012). *Metode Sampling Bioekologi*. Jakarta: Bumi Aksara

Forio, M. E., Locka, K., Radama, E. D., Bande, M., Asio, V. and Goethals, P.L.M.

(2017), *Assessment and analysis of Ecological Quality, Macroinvertebrate Communities And Diversity In Rivers Of A 100 Multifunctional Tropical Island*. Ecological Indicators Vol. 77 Hal. 228–238.

Furaidah, Z. 2013. *Interaksi Kualitas Fisikokimia Air Saluran Irigasi Pertanian Organik dan Anorganik dengan Struktur Komunitas Makroinvertebrata Bentos di Desa Sumber Ngepoh Lawang*. Skripsi. Jurusan Biologi Universitas Brawijaya.

Hadi UK, Soviana S. 2010. Ektoparasit; *Pengenalan, Diagnosa dan*

Pengendaliannya. Bogor (ID): Laboratorium Entomologi FKH IPB. Hlm. 39-43.

Hakim, Muthia F., Bambang I., M. Lindu. 2017. *Study of Water Quality at West Sunter Reservoir North Jakarta Based on Physical and Chemical Parameters*. Indonesian Journal of Urban and Environmental Technology. 1(1): 16-36.

Halim, N.A., et al. 2018. *Assessment of water quality parameters in baor environment, Bangladesh: A review*. International Journal of Fisheries and Aquatic Studies 2018. 6(2): 269-263. E-ISSN: 2347-5129.

Harmoko & Sepriyaningsih. (2019). *Bioindikator Sungai dengan Mikroalga*

(Studi Kasus di Sungai Kelingi Kota Lubuklinggau). Yogyakarta: Deepublish.

Hershey, A. E., Merritt, R. W., Miller, M. C., McCrea, J. S., 1996. *Organic matter*

processing by larval black flies in a temperate woodland stream. Oikos 75, 524-532.

Hilsenhoff, W.L 1975. *Aquatic Insect of Wisconsin: Generic keys and Notes on Biology, Ecology and Distribution*. Tehnical Bulletin No. 89. Wisconsin: Department of Natural Resource.

Hosseini, N., Jacinda J. dan Karl-Erich L. 2017. *Impacts of Climate Change on the*

WaterQuality of a Regulated Prairie River. Water 2017. 9 (199). DOI:10.3390/w9030199.

Hutter, L. A, 1979. *Wasser and Wasseruntersuchung*. 4. Kuflage. Salle Usaurlander.

Frankfurt.

Ibisch, R. dan Borchardt, D. 2009. *Integrated Water Resouces Management (IWRM):*

From Reasearch to Implementation. Indriyanto. 2010. *Ekologi Hutan*. Jakarta: Bumi Aksara.

Irwan, F., & Afdal, A. 2016. *Analisis Hubungan Konduktivitas Listrik dengan Total*

Dissolved Solid (TDS) dan Temperatur pada Beberapa Jenis Air. Jurnal Fisika Unand, 5(1), 85-93.

Irawanto, Rony dan Fatihah Baroroh. 2017. *Kemampuan Tumbuhan Akuatik Salvinia*

molesta dan Pistia stratiotes sebagai Fitoremediator Logam Berat Tembaga Vol. 3 No. 3 Hal. 438-445. Pasuruan: UPT Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Purwodadi, LIPI.

Kale, V.S. 2016. *Consequence of Temperature, pH, Turbidity and Dissolved Oxygen*

Water Quality Parameters. International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology. 3(8). DOI: 10.17148/IARJSET.2016.3834

Kluge NJ, novikova EA. 1992. *Revision of The Palaearctic Genera and Sub Genera*

of Mayflies of The Subfamily Cleoninae (Ephemeroptera; Baetidae) With Description of New Species from The USSR. Entomologi, Obozr. 71(1): 38-55. (English Translation in Entomol. Rev. 71(9): 29-54).

Krebs, C.J. 1985. *Ecology : The experimental analysis of distribution and abundance.*

Harper & Row Publishers, New York. 800 p.

Latucosina H. 2020. *Ekologi perairan tropis; prinsip dasar pengelolaan sumberdaya hayati perairan.* Cetakan Ketiga. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Lodenus, M., (1980), *Environmental Mobilization of Mercury and Cadmium, Helsinki: Department of Environmental Conversation, University of Helsinki.*

Mandaville, S.M. 2002. *Benthic Macroinvertebrate in Freshwaters Taxa Tolerance Values, Metrics, and Protocols.* Soil and Water Conservation Society of Metro Halifax.

McCafferty, W. P. 1983. *Aquatic Entomology.* Boston: Jones & Bartlett Publishers, inc.

Merritt, R.W., Cummins, K.W. & Berg, M.B. 2002. *An Introduction To The Aquatic Insects of North America.* Dubuque, Kendall/Hunt Publishing Company, 1214 p.

Mihov, S. dan Hristov, I. 2011. *Conservation. River Ecology.* Vienna. WWF-DCPO.

Mulyanto, H.R. 2007. *Sungai, Fungsi dan Sifat-sifatnya.* Graha Ilmu. Yogyakarta.

Muntalif, B. S., Ratnawati, K., & Bahri, S. 2008. *Bioassessment Menggunakan Makroinvertebrata Bentik Untuk Penentuan Kualitas Air Sungai Citarum Hulu. Jurnal Purifikasi*, Vol. 9 (1): 49-60.

Nanging, S. R., Langoya, M. L., & Kantilia, D. Y. 2015. *Makroinvertebrata bentos Sebagai Indikator Biologis dalam Menentukan Kualitas Air Sungai Suhuyon Sulawesi Utara. Jurnal MIPA Unsrat*, Vol. 4 (2): 165-168.

Naykki, T. et al. 2013. *Dissolved Oxygen Concentration Interlaboratory Comparison: What Can We Learn?.* Water. 5: 420-442.

Odum, E.P. 1993. *Dasar-dasar Ekologi. Terjemahan Tjahjono Samingan. Edisi Ketiga.* Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Pollard, A.I. & L. Yuan. 2006. Community response patterns: Evaluating benthic invertebrate composition in metal-polluted streams. *Ecological Applications*. Vol. 16: 645–655

Pradana, K. F. 2004. *Studi Kualitas Air di Aliran Sungai Sumber Gua Istana Taman Nasional Alas Purwo Berdasarkan Komunitas Makroinvertebrata Bentos.* Skripsi Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Brawijaya. Malang.

Pratiwi, I. R., Prihanta, W., & Susestyarini, E. 2015. *Inventarisasi Keanekaragaman Makroinvertebrata bentos Di Daerah Aliran Sungai Brantas Kecamatan Ngoro Mojokerto Sebagai Sumber Belajar Biologi SMA Kelas X. Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi 2015.* Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.

Purnama, P. R., N. W. Nastiti, M. E. Agustin, dan M. Affandi. 2011. *Diversitas*

Gastropoda di Sungai Sukamade, Taman Nasional Meru Betiri, Jawa Timur. Universitas Airlangga. Surabaya.

Purnomo, Tarzan, 2013. *Kualitas Perairan Estuari Porong Sidoarjo Jawa Timur Berdasarkan Indeks Keanekaragaman Makrozoobentos.* LenteraBio. 2(1). 81 – 85. LIPI, Bogor.

Purwati, SU., 2015, *Karakteristik Bioindikator Cisadane Kajian Pemanfaatan Makrobentik Untuk Menilai Kualitas Sungai Cisadane,* Jurnal Ecolab 9 (2): 47 – 59.

Putro S. P. 2014. *Metode Sampling Penelitian Makrobenthos dan Aplikasinya.* Yogyakarta: Graha Ilmu.

Prasetyo, H.D. 2013. *Penggunaan Diversitas Vegetasi Riparian Lokal untuk Peningkatan Kualitas Air Irigasi Tersier di Desa Kedung Pedaringan Kecamatan Kepanjen Kabupaten Malang.* Skripsi. Jurusan Biologi Universitas Brawijaya.

Rahmawaty. 2011. *Indeks keanekaragaman makrozoobentos sebagai bioindikator tingkat pencemaran di Muara Sungai Jeneberang.* Bionature 12 (2): 103-109.

Raras, D.P., Yusuf, B. dan Alimuddin. 2015. *Analisis Kandungan Ion Logam Berat (Fe, Cd, Cu dan Pb) pada Tanaman Apu-Apu (Pistia stratiotes) dengan Menggunakan Variasi Waktu.* Prosiding Seminar Tugas Akhir FMIPA UNMUL ISBN:978-602-72658-0-6.

Rehn, A.C. 2009. *Benthic Macroinvertebrates as Indicators of Biological Condition*

Below Hydropower Dams on West Slope Sierra Nevada Streams, California, USA. River Research and Applications. Vol. 25:208–228.

Rini, D.S. 2011. *Ayo Cinta Sungai: Panduan penilaian kesehatan sungai melalui pemeriksaan habitat dan biotilik*. Djitoe. Surabaya.

Rondonuwu, S.B. 2014. *Fitoremediasi limbah merkuri menggunakan tanaman dan*

sistem reaktor. Jurnal Ilmiah Sains 14 (1): 52-59.

Roziaty, Efri, dkk. 2017. *Biologi Lingkungan*. Surakarta: Muhamadiyah University Press.

Salmin. 2005. *Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) sebagai Salah Satu Indikator untuk Menentukan Kualitas Perairan*. Oseana, 30: 21-26.

Sastrawijaya, A.Tresna. 2000. *Pencemaran Lingkungan*. PT. Rineka Cipta. Jakarta

Setiawan, D. 2008. *Struktur Komunitas Makrozoobentos Sebagai Indikator Kualitas*

Lingkungan Perairan Hilir Sungai Musi [Tesis]. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 193 hal.

Sha, S. 2010. *Epidemiologi. Pencemaran pestisida Expert journal DE L'assainissement*. Diakses tanggal 9 Maret 2022.

Shahabuddin. 2003. *Pemanfaatan Serangga Sebagai Bioindikator Kesehatan Hutan*. Pengantar Falsafah Sains (PPS702) Program Pascasarjana/S3 Institut Pertanian Bogor. Oktober 2003.

Simamora, Dahlia R. (2009). *Studi Keanekaragaman Makrozoobentos di Aliran Sungai Padang Kota Tebing Tinggi*. Skripsi. Medan, Indonesia: Fakultas MIPA Universitas Sumatera Utara

- Sinaga, T. 2009. *Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Indikator Kualitas Perairan Danau Toba Balige Kabupaten Toba Samosir*. USU. Medan (tidak diterbitkan).
- Singh, P. K. dan Pradeep Shrivastava. 2015. *Analysis of Water Quality of River Narmada*. International Journal of Current Research Vol. 7 No. 12 pp: 24073-24076. ISSN: 0975-833X.
- Soeprbowati, T.R., 2015. *Integrated Lake Basin Management for Save Indonesian Lake Movement*. *Procedia Environmental Sciences*, 23(ICTCRED 2014), pp.368–374.
- Suin, N.M. 2002. *Metoda Ekologi*. Penerbit Universitas Andalas. Padang.
- Sumantry, T. 2012. *Pengukuran Debit dan Kualitas air Sungai Cisalak Tahun 2012*, *Prosiding Hasil Penelitian Kegiatan tahun 2012*, PTLR – BATAN Serpong, 2012.
- Surtikanti, H.K. 2008. *Komunitas benthos di Bukit Tunggul (DAS Cikapundung): degradasi pencemaran sungai*. Biosainstifika.
- Szczerbińska, N. & Galczyńska, M. (2015). *Biological methods used to assess surface water quality*. Arch. Pol. Fish. (2015) 23: 185-196. DOI: 10.1515/aopf-2015-0021.
- Tanjung, R. H. R., B. Hamuna dan Alianto. 2019. *Konsentrasi Surfaktan dan Minyak di Perairan Depapre, Kabupaten Jayapura, Provinsi Papua*. Buletin Oseanografi Marina Vol. 8 (1): 49-54

Ustaoglu, F., et al. 2017. *Investigation of Water Quality and Pollution Level of Lower*

Melet River, Ordu, Turkey. Alinteri Journal of Agricultural Sciences. 32(1): 69-79. DOI:10.28955/alinterizbd.319403

Wahikun. 2016. Radioaktivitas pada Perairan Pesisir Cilacap. Yogyakarta:Deepublish

Waluyo L. 2005. *Mikrobiologi Lingkungan*. Malang: UMM

Wijngaarden, R.P.V., Brock, T.C., Van Den Brink, P.J. 2005. *Threshold Levels of Effect on Insecticides in Freshwater Ecosystem*. Vol. 14 Hal. 355- 380.

Wilhm JL. 1975. *Biological Indicators of Pollution*. Oxford (GB): Blackwell Scientific Publication.

Wimbaningrum, R., Indriyani, S., Retnaningdyah, C., & Arisoesilaningsih, E. 2016.

Monitoring Water Quality Using Biotic Indices of Benthic Macroinvertebrates along Surfaces Water Ecosystems in Some Tourism Areas in East Java, Indonesia. *Journal of Indonesian Tourism and Development Studies* , Vol.4(2): 81-90.

Wyrski, K. 1961. *Physycal Oceanography of South East Asian Water*. Naga Report

Vol.2. Scripps Institutuion of Oceanography. University of California. California.

Yuliani, D.E., Sitorus, S. dan T. Wirawan, T. 2013. *Analisis kemampuan kiambang*

(Salvinia molesta) untuk menurunkan konsentrasi ion logam Cu (II) pada media tumbuh air. *Jurnal Kimia Mulawarman* 10 (2): 68-73.

Yuliani R.L., E. Purwanti dan Y. Pantiwati. 2015. *Pengaruh Limbah Deterjen Industri Laundry terhadap Mortalitas dan Indeks Fisiologi Ikan Nila (Oreochromis niloticus)*. Seminar Nasional XII Pendidikan Biologi FKIP UNS 2015 : 822-823

Yunitawati, Sunarto dan Z. Hasan. 2012. *Hubungan Antara Substrat Dengan Struktur*

Komunitas Makrozoobentos di Sungai Cantigi, Kabupaten Indramayu. Jurnal Perikanan Dan Kelautan, 3 (3): 221- 227.

Zahidin, M. 2008. *Kajian Kualitas Air di Muara Sungai Pekalongan Ditinjau Dari*

Indeks Keanekaragaman Makrobenthos dan Indeks Saprobitas Plankton. Tesis. Program Pascasarjana Universitas Diponegoro Semarang.

Zulkifli, H dan Setiawan, D. 2011. *Struktur Komunitas Makrozoobentos di Perairan*

Sungai Musi Kawasan Pulokerto sebagai Instrumen Biomonitoring. Jurnal Natur Indonesia, 14(1): 95-99



