



**Diversitas Makroinvertebrata Bentos Sebagai Bioindikator Kualitas Air
di Kawasan Wisata Coban Talun, Kota Batu - Jawa Timur**

SKRIPSI

OLEH

APRIA NINGSIH

NPM :216.010.610.64



PROGRAM STUDI BIOLOGI

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS ISLAM MALANG

2020



**Diversitas Makroinvertebrata Bentos Sebagai Bioindikator Kualitas Air di
Kawasan Wisata Coban Talun, Kota Batu - Jawa Timur**

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana (S1) Jurusan Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Malang**

OLEH

APRIA NINGSIH

NPM :216.010.610.64



PROGRAM STUDI BIOLOGI

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS ISLAM MALANG

2020

ABSTRACT

Apria Ningsih. 216.010.610.64. **Macroinvertebrate Bentos Diversity as Bioindicator of Water Quality in Coban Talun Tourism Area, Batu City - East Java.** Husain Latucosina S.Pi., M.Si. Hasan Zayadi S.Si., M.Si

Macroinvertebrates bentos are animals that have sensitivity to environmental changes, they can be used as a bioindicator to determine the waters quality. The purpose of this study was to inventory macroinvertebrates bentos in the Coban Talun Tourism Area, Batu- City East Java and to determine the status of the waters in the Coban Talun Tourism Area, Batu- City East Java. This research was down from October 2019 to January 2020. The Sampling was performed through purposive sampling method. Macroinvertebrates are collected from three locations (station one with the characteristics of tourism and sand mining areas, two stations for the conversion of dams and tourist activities, tourist area stations and grazing activities) using Surber net and hand net. Macroinvertebrates bentos data was used to analyze diversity index and four biotic index. Physical-chemical parameters measured include Temperature, Ph, DO and Turbidity. Physics-chemical parameters with biotic index with Pearson formula using PAST software.

The result showed there were 9 benthic macroinvertebrate orders found which included Coleoptera, Diptera, Ephemeroptera, Mollusca, Odonata Plecoptera, Thricoptera, Tricadida and Rhyanchobdellida. Diversity index from the three stations has a value of 2.4 - 2.58, which indicates moderate diversity with water status low pollution. Water quality from all stations is very good to quite polluted (based on the FBI), very good to sufficient (based on HBI) and polluted to moderate (based on ASPT). Based on Temperature correlation analysis, DO has a negative correlation with ASPT with a low level of association while with FBI and HBI has a positive correlation with a low level of relationship while turbidity with with the FBI, HBI and ASPT has a positive correlation with a low level of relationship.

Keywords: Macroinvertebrates bentos, water quality, Coban talun.

ABSTRAK

Apria Ningsih. 216.010.610.64. **Diversitas Makroinvertebrata Bentos Sebagai Bioindikator Kualitas Air di Kawasan Wisata Coban Talun, Kota Batu - Jawa Timur** Husain Latucosina S.Pi., M.Si. Hasan Zayadi S.Si., M.Si

Makroinvertebrata bentos merupakan hewan yang memiliki kepekaan terhadap perubahan lingkungan, sehingga dapat dijadikan sebagai bioindikator untuk menentukan kualitas suatu perairan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menginventarisasi makroinvertebrata bentos di perairan di Kawasan Wisata Coban Talun, Kota Batu-Jawa Timur dan mengetahui status perairan di Kawasan Wisata Coban Talun, Kota Batu-Jawa Timur. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2019 hingga Januari 2020. Pengambilan sampel penelitian menggunakan metode *Purposive sampling*. Makroinvertebrata dikumpulkan dari tiga lokasi (stasiun satu dengan karakteristik daerah wisata dan penambangan pasir, stasiun dua daerah konversi bendungan dan aktivitas wisata, stasiun daerah wisata dan aktivitas merumput) dengan menggunakan *Surber net* dan *hand net*. Makroinvertebrata bentos dianalisis menggunakan indeks keanekaragaman dan empat indeks biotik. Parameter Fisika-kimia yang di ukur meliputi Suhu, Ph, DO dan Turbiditas. Analisis antara parameter Fisika-kimia dengan indeks biotik dengan rumus Pearson menggunakan *software* PAST.

Hasil penelitian menunjukkan terdapat 9 ordo makroinvertebrata bentos yang ditemukan yang meliputi Coleoptera, Diptera, Ephemeroptera, Mollusca, Odonata Plecoptera, Thricoptera, Tricadida dan Rhyanchobdellida. Indeks keanekaragaman dari ketiga stasiun memiliki nilai 2.4 – 2.58, yang menunjukkan keanekaragaman sedang dengan status perairan mengalami pencemaran ringan. Kualitas air dari semua stasiun menunjukan sangat baik hingga cukup tercemar (berdasarkan FBI), sangat baik hingga cukup (berdasarkan HBI) dan tercemar ringga hingga sedang (berdasarkan ASPT). Berasarkan analisis korelasi Suhu,DO memiliki korelasi negatif dengan ASPT dengan tingkat hubungan rendah sedangkan dengan FBI dan HBI memiliki korelasi positif dengan tingkat hubungan rendah sedangkan turbiditas dengan dengan FBI, HBI dan ASPT memiliki korelasi positif dengan tingkat hubungan rendah.

Kata Kunci : Makroinvertebrata bentos, Kualitas perairan, Coban talun.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sungai merupakan perairan pada ekosistem terbuka dimana kualitas suatu perairan sungai dipengaruhi oleh aktivitas yang berada di lingkungan disekitarnya (Kahirun *et al.*, 2019). Sungai memiliki peran yang penting dalam aktivitas manusia, air sungai dapat dimanfaatkan untuk mandi, mencuci serta minum (Pratiwi *et al.*, 2015).

Salah satu sungai yang banyak dimanfaatkan adalah Sungai Brantas, sungai ini memiliki DAS seluas $\pm 12.000 \text{ km}^2$ atau seperempat dari luas Provinsi Jawa Timur dengan panjang 320 km. Sungai Brantas juga merupakan sungai terpanjang kedua di Pulau Jawa sesudah Sungai Bengawan Solo. Sungai Brantas melintasi beberapa wilayah di Jawa Timur seperti Malang, Blitar, Tulungagung, Kediri, Jombang, Mojokerto serta Bermuara di Kota Surabaya (Pratiwi *et al.*, 2015). Peningkatan jumlah dan aktivitas penduduk menjadi salah satu faktor menurunnya kualitas air Sungai Brantas. Menurut Chazanah *et al.*, (2017) peningkatan aktivitas manusia memberikan dampak masuknya sumber kontaminan kedalam aliran sungai. Sumber kontaminan dapat berasal dari produksi limbah industri, domestik dan pertanian. Kontaminasi pada aliran sungai mengakibatkan perubahan struktur secara fisiologi.

Pemantauan kualitas air memiliki peran penting dalam pengendalian, pengelolaan serta pelestarian sumber daya alam. Ekosistem yang sehat dalam ekosistem air tawar ditentukan dari fisika, kimia, dan karakteristik biologis. Pemantauan kualitas air dapat ditentukan dari kualitas fisiologi, kimia, dan biologis air (Wimbaningrum *et al.*, 2016).

Pemantauan kualitas air dapat dilakukan melalui indikator biologi yang ditentukan berdasarkan data Makroinvertebrata bentos. Makroinvertebrata bentos merupakan salah satu kelompok organisme yang memiliki sensitivitas berbeda tiap tingkatan perubahan di dalam habitat dan kualitas air. Makroinvertebrata bentos merupakan bioindikator yang penting untuk memberikan informasi mengenai kualitas air jika dibandingkan dengan parameter fisika-kimia dan mikrobiologi (Wimbaningrum *et al.*, 2016).

Makroinvertebrata bentos merupakan hewan yang berhabitat di dasar air secara berkelompok, organisme ini juga memiliki peran penting dalam rantai makan. Tingkat

keanekaragaman dalam perairan dapat digunakan sebagai indikator pencemaran. Organisme Makroinvertebrata bentos dapat mempresentasikan kualitas air pada suatu tempat dengan lebih spesifik. Perubahan kualitas lingkungan pada suatu perairan akan berpengaruh terhadap kehidupan biota yang berada didasar perairan salah satunya adalah Makroinvertebrata bentos (Pratiwi *et al.*, 2015).

Makroinvertebrata bentos dapat digunakan dalam menilai dan juga memantau kualitas air berdasarkan indeks keanekaragaman dan juga indeks biotik dari tingkat struktur komunitas seperti *Biological Monitoring Working Party* (BMWP), *Average Score Per Taxon* (ASPT), *Hilsenhoff's biotic index* (HBI), *Famili Biotic Index* (FBI) dan *Ephemeroptera, Plecoptera, and Trichoptera* (EPT) (Wimbaningrum *et al.*, 2016).

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 fisik-kimia kualitas air. Penurunan kualitas air disebabkan adanya peternakan sapi perah, perkotaan dan daerah industri. 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 berdasar nilai *National Sanitation Foundation Water Quality Index* (NSF-WQI) dan Indeks biotik, dimana air dapat dikategorikan untuk air minum dan tempat wisata.

Penelitian menggunakan makroinvertebrata bentos sebagai bioindikator pencemaran Di Kawasan Wisata Coban Talun Hulu, Kota Batu Jawa-Timur belum banyak dilakukan, berdasarkan penelitian yang dilakukan Purwaka (2005) dan Adiwoso (2015) di kawasan Sungai biru I dan II tergolong sangat baik hingga buruk, hal ini diduga karena adanya alih fungsi lahan, aktivitas warga meliputi aktivitas pertanian holtikultura yang diperkirakan memberikan dampak terhadap kualitas perairan. Dengan demikian diperlukan penelitian kualitas air menggunakan makroinvertebrata bentos untuk menentukan status kualitas air di kawasan tersebut sebagai sumber informasi penting dalam upaya pengelolaan kawasan wisata yang berwawasan lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang , maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Apa saja jenis makroinvertebrata bentos di perairan Coban Talun, Kota Batu Jawa Timur?
2. Bagaimana nilai indeks keanekaragaman dan indeks biotik makroinvertebrata bentos di perairan Coban Talun, Kota Batu Jawa Timur?
3. Bagaimana hubungan parameter fisika-kimia pada perairan di Coban Talun, Kota Batu Jawa Timur dengan indeks keanekaragaman dan indeks biotik makroinvertebrata bentos?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

1. Menginventarisasi jenis makroinvertebrata bentos di perairan Coban Talun, Kota Batu Jawa Timur .
2. Menganalisis nilai indeks keanekaragaman dan indeks biotik makroinvertebrata bentos di perairan Coban Talun, Kota Batu Jawa Timur.
3. Menganalisis hubungan sifat fisika pada perairan di Coban Talun, Kota Batu Jawa Timur dengan indeks keanekaragaman makroinvertebrata bentos (H') dan indeks biotik antara lain *Average Score Per Taxon (ASPT)*, *Hilsenhoff's biotic index (HBI)*, *Famili Biotic Index (FBI)*.

1.4 Manfaat Penelitian

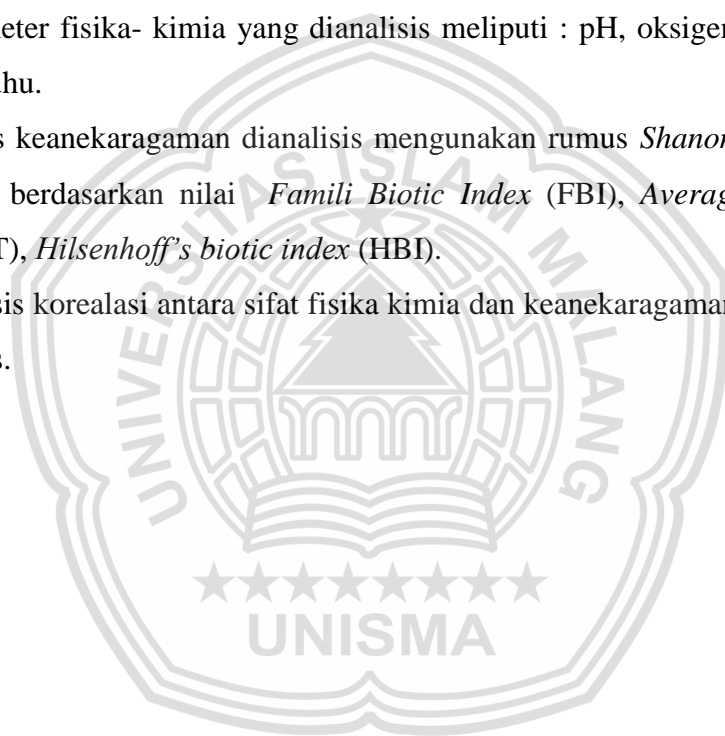
Manfaat penelitian ini dilaksanakan adalah :

1. Memberikan Informasi bagi semua pihak terkait profil kualitas air menggunakan bioindikator makroinvertebrata bentos di Kawasan Wisata Coban Talun Hulu Sungai Brantas Kota Batu, Jawa Timur.
2. Memberikan rekomendasi kepada pengelola dalam mengelola kualitas air di Kawasan Wisata Coban Talun Hulu Sungai Brantas Kota Batu, Jawa Timur.
3. Menjadi rekomendasi bagi mahasiswa untuk melakukan penelitian lanjutan di kawasan tersebut.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Lokasi perairan yang diamati terdiri atas 3 stasiun yang berada di kawasan Coban Talun Hulu Sungai Brantas.
2. Pemilihan stasiun berdasarkan pada tingkat pencemaran dan sumber pencemaran yang berasal dari aktivitas masyarakat sekitar.
3. Identifikasi makroinvertebrata bentos yang diperoleh berdasarkan ciri-ciri morfologi hingga tingkat famili menggunakan buku Identifikasi Zward & Trivedi (1995).
4. Parameter fisika- kimia yang dianalisis meliputi : pH, oksigen terlarut, kekeruhan dan suhu.
5. Indeks keanekaragaman dianalisis menggunakan rumus *Shanon-Winner* dan indeks biotik berdasarkan nilai *Famili Biotic Index* (FBI), *Average Score Per Taxon* (ASPT), *Hilsenhoff's biotic index* (HBI).
6. Analisis korelasi antara sifat fisika kimia dan keanekaragaman makroinvertebrata bentos.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Makroinvertebrata bentos yang ditemukan dikawasan Wisata Coban Talun terdiri dari 9 ordo dan 22 Famili yang terdiri dari Coleoptera (3 Famili) , Diptera (4 Famili), Ephemeroptera (3 Famili), Mollusca (1 Famili), Odonata (2 Famili), Plecoptera (2 Famili) dan Thricoptera (5 Famili), Tricadida (1 Famili) dan Rhyanchobdellida (1) .
2. Berdasarkan Indeks Keanekaragaman kualitas perairan Coban Talun termasuk pencemaran sedang. Sedangkan berdasarkan indeks biotik yaitu *Famili Biotic Index* (FBI) terdapat empat katagori yaitu sangat bagus (*excellent*), baik (*good*), cukup (*fair*), cukup tercemar (*fairly poor*) dan Hilsenoff Biotic Index (HBI) terdapat empat katagori yaitu sangat bagus (*excellent*), sangat baik (*very good*), baik (*good*), cukup (*fair*) sedangkan berdasarkan ASPT terdapat dua kategori yaitu tercemar ringan dan tercemar sedang pada ketiga stasiun.
3. Berdasarkan hubungan parameter fisika-kimia dan indeks biotik diketahui bahwa Suhu,DO memiliki korelasi negatif dengan ASPT dengan tingkat hubungan rendah sedangkan dengan FBI dan HBI memiliki korelasi positif dengan tingkat hubungan rendah sedangkan turbiditas dengan dengan FBI, HBI dan ASPT memiliki korelasi positif dengan tingkat hubungan rendah.

5.2 Saran

1. Diharapkan peneliti selanjutnya dapat melakukan penelitian Kawasan Wisata Coban Talun, sebagai informasi lanjutan mengenai kualitas perairan di hulu Sungai Brantas menggunakan indikator mikroinvertebrata bentos.
2. Kepada Pemerintah Desa, Pemerintah Kota Batu dan Perhutani diharapkan berkerjasama untuk menjaga kelestarian DAS, pemerintah dapat melakukan kegiatan penyuluhan untuk membangun kesadaran masyarakat mengenai pelestarian sumber mata air.

DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- Asdak, C. 2004. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Astrini, A. D., Yusuf, M., & Santoso, A. 2014. Kondisi Perairan Terhadap Struktur Komunitas Makroinvertebrata bentos Di Muara Sungai Karang Anyar dan Tapak, Kecamatan Tugu, Semarang. *Journal Of Marine Reseach* , Vol 3 (1): 27-36.
- Badawy, R. M., El Hoseny, I., & Talal, M. (2013). Biodiversity and Seasonal Fluctuation of Aquatic and Semiaquatic nsects in Rashid Stream, Kafr El Zayat (Gharbyia governorate) Egypt Acad. *J. Biology. Sci.*, 6(1), 47-66.
- 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.
- De, A. K. 2003. *Enviromental chemistry Edition 5* . New Delhi: New Age International Publisher.
- Docile, T. N., Figueiro, R., Gil-Azevedo, L. H., & Nessimian, J. L. (2015). Water Pollution and Distribution of the Black Fly (Diptera: Simuliidae) in the Atlantic Forest, Brazil. *Biologia Tropical*, 63(3), 683-693
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Furaidah, Z., & Retnaningdyah, C. (2013). Perbandingan Kualiatas Air Irigrasi di Pertanian Organik dan Anorganik Berdasarkan Sifat Fisiko- Kimia dan Makroinvertebrata bentos (Studi Kasus di Desa Sumber Ngepoh, Lawang Kabupaten Malang). *Jurnal Biotropika*, 1(4).
- Ghannem, S., Touaylia, S., & Boumaiza, M. (2017). Beetles (Insecta: Coleoptera) as Bioindicator of the assessment of environmental pollution . *Human and Ecological Risk Assesment* .

- Goodyear, K. L., & McNeill, S. (1998). Bioaccumulation of Heavy Metal by Freshwater Insect Larva. *Environmental Contamination and Toxicology*, 158.
- Gritzalis, K. C., Karaouzas, I., & Skoulikidis, N. (2006). Assessing The Ecological Quality Of Running Waters of Thrace Region (Ne Greece) by the Use of Macroinvertebrata Indicators. *Fresenius Environmental Bulletin*, 15(9).
- Hendrawan, D.2005. Kualitas Air Sungai Dan Situ Di DKI Jakarta. *Makara Teknologi* , Vol.9 (1): 13-19.
- Jacob, S., & K, M. E. (2013). Potential of Odonate (Dragonflies and Damselflies) Diversity as a Bioindicator of Water Quality. *International Journal of Science and Research (IJSR)*.
- Kahirun, Sawi, L. O., Surya, R. A., Efif, L. O., Yasin, A., & Ifrianty.2019. Indikaor Kualitas Air Sungai Dengan Menggunakan Makroinvertebrata Di Sungai Wanggu. *Ecogreen*, Vol 5(1): 63-69.
- Kazanci, N., Ekingen , P., & Dugel, M. (2014). Hirudinea (Annelida) spesies and their ecological preferences in some running water and like. *Environment Science and Technology*, 1087-1096.
- Kenney, M. A., E, A., Grier, S., Smith, R. F., & Gresens, S. E.2009. Benthic macroinvertebrates as indicators of water quality: Th e intersection of science and policy. *Terrestrial Arthropod Reviews* , Vol.2: 99–128.
- Kospa, H. S., & Rahmadi. (2019). Pengaruh Prilaku Masyarakat Terhadap Kualitas Di Sungai Sekanak Kota Palembang. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(2), 212-221.
- Kurniawan, R., & Yuniarto, B.2016. *Analisis Regresi : Dasar dan Penerapan dengan R*. Jakarta: Kencana.
- Latuconsina, H.2018. *Ekologi Perairan Tropis : Prinsip Dasar Pengelolaan Sumber Daya Hayati Perairan*. Yongyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Leatemia, S. P., Manangkalangi, E., Lefaan, P. T., Peday, H. F., & Sembel, L. 2017. Makroavertebrata Bentos sebagai Bioindikator Kualitas Air Sungai Nimbai Manokwari, Papua Barat. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia* , Vol.22 (1): 25-33.
- Lek, S., Scardi, P. E., Descy, J. P., & Park, Y. S.2005. *Modelling Community Structure in Freshwater Ecosystems*. New York: Springer .

- Li, L., Zheng, B., & Liu, L. 2010. Biomonitoring and Bioindicator Used for River Ecosystem : Definition, Approaches and Trends. *Preocedia Evironmental Sciences* , Vol.2 :1510-1524.
- Macova, S., Harustiakova, D., Kolarova, J., Macova, J., Zlabek, V., Vyuksova, B., et al. (2009). Leeches as Sensor-Bioindicators of River Contamination by PCBs. *Sensor*, 9, 1807-1820.
- Mandaville, S. M. 2002. *Benthic Macroinvertebrates in Freshwaters-Taxa Tolerance Values, Metrics, and Protocols*. New York: Soil & Water Conservation Society of Metro Halifax.
- Manenti, R., & Bianchi, B. (2014). Dstribution of the Triclad Polycelis felina (Planariidae) in Aezkoa Mountains:Effect of Stream Features. *Acta Zoologica Bulgaria*, 66(2), 271-275.
- Matcalfe, J. L., Fox, M. E., & Carey, J. H. (1998). Freshwater leeches (Hirudinea) as a screening tool for detecting organic contaminan in the environment. *Environment Monitoring Assess*, 1, 147-169.
- Maula, L. H. 2018. Keanekaragaman Makroinvertebrata bentos Sebagai Bioindikator Kualitas Air Sungai Cokro Malang. *Skripsi* . Universitas Islam Negri Maulana Malik Ibrahim
- Mazur, R., Shubiao, W., Szoszkiewicz, K., Bedla, D., & Nowak, A. (2016). A Lymnaea stagnalis Embryo Test For Toicxicity Bioindication of Acidification and Ammonia Pollution in Water. *MDPI*, 8, 295.
- Metcalf, J. L., & Hayton, A. (1989). Comparison of leeches and mussels as biomonitors for chorophenol pollution. *Great Lakes Research*, 15(4), 654-668.
- Meybeck, M. (2003). *Global analysis of river systems: from Earth system controls to Anthropocene syndromes*. London: Philosophical Transactions of the Royal Society of London.
- Miriantika, L., & Retnaningdyah, C. (2014). Perubahan Struktur Komunitas Makroinvertebrata Bentos Akibat Aktivitas Manusia di Saluran Mata Air Sumber Awan Kecamatan Singosari Kabupaten Malang. *Jurnal Bioantropika*, 2(5).
- Mirjana, E., K, G., I, Z., & D, F. (2003). Diflubenzurone toxicity upon the planarian Dugesia tigrina (Gir). *Periodicum Biologorum*, 105(2), 177-180.

- Muntalif, B. S., Ratnawati, K., & Bahri, S.2008. Bioassesment Menggunakan Makroinvertebrata Benthik Untuk Penentuan Kualitas Air Sungai Citarum Hulu. *Jurnal Purifikasi* ,Vol. 9 (1): 49-60.
- Myers, L. W., & Kondratieff, B. C. (2017). Larvae of nort american species of Pteronarcys (Plecoptera: Pteronarcidae). *Illiesia* , 13 (16), 192.
- 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.
- Nicacio, G., & Juen, L. (2015). Chironomids as Indicator in freshwater ecosystems :an assessment of the literature. *Insect Conservation and Diversity* , 8, 393-403.
- Nuamah, L. A., Huang, J., & Dankwa, H. R.2018. Biological Water Quality Assessment of Shallow Urban Streams Based on Abundance and Diversity of Benthic Macroinvertebrate Communities: The Case of Nima Creek in Ghana. *Environment and Ecology Research* , Vol.6 (2): 93-101.
- Odum, E. P.(1993). *Dasar - dasar Ekologi Edisi Ketiga*. Yongyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Oliveira, A., & Callisto, M. (2010). Benthic macroinvertebrates as bioindicator of water quality in an Atlantic fores fragment. *Iheringia Serie Zoologia*, 100(4).
- Olsen, R. L., Chappel, R. W., & Loftis, J.2012. Water quality sample collection, data treatment and results presentation for principal components analysis – literature review and Illinois River watershed case study. *Water Research* , Vol.46 (9): 3110-3122.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 20 tahun 1990 tentang Pengendalian Pencemaran Air.
- Pereira, L. R., Cabette, H. S., & Juen, L. (2012). Trichoptera as bioindicator of habitat integrity in the Pindaiba river basin, Mato Grosso (Central Brazil). *Journal limnology*, 48, 295-302.
- Prasetya, H.D dan Retnaningtyas. C. 2013. Peningkatan Kualitas Air Irigasi Akibat Penanaman Vegetasi Riparian dari Hidromakrofit Lokal selama 50 Hari. *Jurnal Biontropika* Vol.4 (1)

- 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.
- Prommi, T.-o., Laudee, P., & Chareonviriyaphap, T. (2014). Biodiversity of Adul Trichoptera and Water Quality Variables in Stream, Northern Thailand. *APCBEE Procedia*, 10, 292-298.
- Purdyaningrum, L. R., Rahadian, R., & Muhammad, F. (2013). Struktur Komunitas Larva Trioptera Di Sungai Garang Semarang. *Biologi*, 2(3).
- Purwaka, P.F. 2015. *Bioassessment Sungai Biru Menggunakan Makroinvertebrata di Desa Tulungrejo Kecamatan Bumiaji Kota Batu*. Thesis. Malang : Universitas Brawijaya.
- Rachmawati, E. T., & Retnaningdyah, C. (2014). Karakteristik Vegetasi Riparian dan Interaksinya dengan Kualitas Air Mata Air Sumber Awan Serta Salurannya di Kecamatan Singosari Malang. *Jurnal Biotropika*, 2(3).
- Sahri, A., Budiman, W., & Andriyana, N. (2000). Keragaman Makrobentos pada Berbagai Substrat Batuan di Sungai Cinglagah Cilacap. *Jurnal Biosfera*, 15.
- Shah, A., & Joshi, G. S. 2015. Evaluation of water quality index for River Sabarwati, Gujarat. *Applied Water Science*, Vol.7: 1-10.
- Shrestha, S., & Kazama, F. 2007. Assessment of surface water quality using multivariate statistical techniques: A case study of the Fuji river basin, Japan. *Environmental Modelling & Software*, Vol. 22 (4): 464-475.
- Shukla, A., Rai, S., & Ahirwar, B. K. (2016). Pollution Assessment using Bioindicator (Odonata and Mollusca) in Narmada basin at Jabalpur: A Developing Smart City. *International Journal of Advances in Scientific Research*, 2(4), 089-093.
- Sinuraya, S., Arisoelaningsih, E., Suharjono, & Retnaningdyah, C. 2018. Use of Macrozoobenthic for Water Quality Monitoring in Ecotourism Area of Prafi River, Manokwari, West Papua. *Journal of Indonesian Tourism and Development Studies*, Vol.6 (2): 103 -112.

- Slaughter, C. W., Racine, C. H., & Walker, D. A. (1990). Use of Off-road vehicles and mitigation of effects in Alaska permafrost environment: A review. *Environmental Management*, 14, 63-72.
- Soegiarto, A. (2010). *Ekologi Perairan Air Tawar*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Sommagio, D., & Burgio, G. (2014). The use of Syrphidae as functional bioindicator to compare vineyards with different managements. *Bulletin of Insectology*, 67(1), 147-156
- Suasana, T. (2010). Tingkat keasaman (pH) dan oksigen terlarut sebagai indikator kualitas perairan sekitar muara sungai Cisadae. *Jurnal Teknologi Lingkungan Universitas Trisakti*, 5 (3), 33-39.
- Sugiyono, & Eri, W. 2004. *Statistika untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Suin, N. M. (2012). *Ekologi Hewan Tanah*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Syahza, A., Suwondo, Bahruddin, & Darmadi. 2017. *Prosiding Seminar Nasional: Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Secara Terpadu*. Riau: Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Riau.
- Syauqi, A. 2017. *Natural Look*. Diakses 20 November 2019
<http://tahasain.id1945.com/pondasi>
- Toole, C. O., I. D., S. M. J., & K. I. (2008). Nutrient optima and tolerances of benthic invertebrates, the effects of taxonomic resolution and testing of selected metrics in lakes using an extensive European data base. *Aquat Ecol*, 42, 277-291.
- Virgiawan, C., Hindun, I., & Sukarsono. 2015. Studi Keanekaragaman Capung (Odonata) Sebagai Bioindikator Kualitas Air Sungai Brantas Batu Malang dan Sumber Belajar Biologi. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, Vol. 1 (2): 188-196.
- Wahizatul, A. A., Long, S. H., & Ahmad, A. (2011). Composition and Distribution of Aquatic Insect Communities In Relation to Water Quality in Two Freshwater Stream of Hulu Terengganu, Terengganu. *Journal of Sustainability Science and Management*, 6(1), 148-155.
- Wijayanti, E., Fauzi, A., Widiansyah, A. T., Mustofa, Z., Setyato, H. A., Sukoco, R. M., et al. (2015). The Inventory of Aquatic Macroinvertebrates in Various Waterfall in East Region of Malang, East Java. *International Conference on Global Resource Conservation (ICGRC)*, (pp. 150-153).
- Wimbaningrum, R., Indriyani, S., Retnaningdyah, C., & Arisoelaningsih, 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.

Yadamsuren, O., Hayford, B., Gelhaus, J., Ariuntsetseg, L., Goulden, C., Podenas, S., et al. (2015). Declines in diversity of crane flies (Diptera: Tipuloidea) indicate impact from grazing by livestock in the Ho`vsgo`l region of Mongolia. *Insect Conserv*

Zward, D. d., & Trivedi, R. C.1995. *Manual On Integrated Water Quality Evaluation Apendix 6 : Taxonomical Key For Biological Water Quality Determination*. Netherland: RIVM



