

**Struktur komunitas makroinvertebrata bentos di hutan Selorejo
Dau Malang**

***Structure of benthic macroinvertebrate community at the Selorejo
forest in Dau, Malang***

Evi Noris Noviza ^{1*)}, Hasan Zayadi^{2**)}, Hamdani Dwi Prasetyo³

^{1,2,3}Program Studi Biologi Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Malang,
Indonesia

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui struktur komunitas makroinvertebrata bentos di hutan Selorejo, sehingga diharapkan nantinya dapat dijadikan dasar evaluasi kualitas air di sungai hutan Selorejo, Kecamatan Dau, Malang. Sampel makroinvertebrata bentos diambil pada tiga stasiun berbeda, dengan tiga kali ulangan pada masing-masing stasiun yaitu hutan lindung (stasiun 1), hutan produksi (stasiun 2), hutan wisata (stasiun 3). Sampel diambil dengan menggunakan jaring surber. Sampel yang sudah didapatkan selanjutnya diidentifikasi untuk dianalisis kekayaan taksa/*taxa richness*, INP (Indeks Nilai Penting), dan indeks diversitasnya meliputi indeks keanekaragaman, indeks keseragaman, dan indeks dominansi. Pada penelitian ini didapatkan 10 spesies dari ketiga stasiun yaitu *Ilyocoris sp.*, *Stenacron interpunctatum*, *Hydrochara sp.*, *Bradybaena similis*, *Hydropsyche bronta*, *Dipheter hageni*, *Dugesia tigrina*, *Similium vittatum*, *Tabanus sp.* dan *Perlesta sp.* Spesies dengan tingkat toleransi tinggi paling banyak ditemukan pada stasiun yang sering terjadi aktivitas manusia yaitu pada hutan wisata berdasarkan indeks diversitas *Shannon-wiener*.

Kata kunci : Hutan Selorejo, Makroinvertebrata bentos, struktur komunitas.

ABSTRACT

This study aims to determine the community structure of benthic macroinvertebrates in the Selorejo forest. That it is hoped it can be used as a basis for evaluating water quality of river in the Selorejo forest, Dau District, Malang. Macroinvertebrate benthic samples were taken at three different stations, with three replications at each station, namely protection forest (station 1), production forest (station 2), and tourism forest (station 3). Samples were taken using a surfer's net. The samples obtained were then analyzed for wealth taxa, INP (Importance Value Index), and their diversity index which includes diversity index, uniformity index, and dominance index. In this study, 10 species were obtained from three stations; Ilyocoris sp., Stenacron interpunctatum, Hydrochara sp., Bradybaena similis, Hydropsyche bronta, Dipheter hageni, Dugesia tigrina, Similium vittatum, Tabanus sp. and Perlesta sp. Species with the highest tolerance level were found at stations where human activity often occurred, namely in tourist forests based on the Shannon-Wiener diversity index.

Keywords: Selorejo forest, benthic macroinvertebrates, community structure.

*) Evi Noris Noviza, Program Studi FMIPA Unisma, Jl. MT. Haryono 193, Malang 65144 Telp. 085259134981 e-mail: Evinorisnoviza@gmail.com

**) Hasan Zayadi, S.Si., M.Si, Program Studi FMIPA Unisma, Jl. MT. Haryono 193, Malang 65144 Telp. 085649548913 e-mail : Hasanzayadi@unisma.ac.id

Pendahuluan

Sungai adalah saluran air ekosistem terbuka yang kualitasnya menggunakan makroinvertebrata bentos sebagai bioindikator [1]. Sungai memiliki peran vital dalam aktivitas manusia dalam kehidupan sehari-hari yaitu air sungai dapat dimanfaatkan untuk mandi, mencuci, dan minum [2]. Kualitas air sungai dapat terganggu akibat aktivitas yang terjadi di sepanjang sungai. Perubahan kualitas air dapat ditentukan tidak hanya dengan ukuran fisikokimia, tetapi juga oleh karakteristik biologis yang diperoleh dengan menggunakan organisme pemantau, suatu proses yang dikenal sebagai biomonitoring [3]. Salah satu organisme perairan yang dapat dijadikan sebagai bioindikator yaitu makroinvertebrata bentos. Makroinvertebrata bentos merupakan bioindikator yang penting dan dapat memberikan informasi mengenai kualitas air jika dibandingkan dengan parameter fisika-kimia [4]. Makroinvertebrata bentos dapat digunakan untuk menganalisis ekosistem sungai sebagai indikator biologis. Hal ini disebabkan oleh reaksi yang berbeda terhadap pencemaran yang masuk ke perairan sungai, dan dapat dijadikan sebagai bioindikator jangka panjang [5].

Hutan Selorejo merupakan salah satu kawasan di kabupaten Malang bagian utara, tepatnya di kecamatan Dau. desa Selorejo memiliki pemukiman dengan luas 39.5 ha pertanian, ladang dan tanaman ternak seluas 410.76 ha. Pada hutan Selorejo ini terdapat sungai dengan aliran berarus deras yang berasal dari sumber mata air langsung dan berbatu besar yang melewati tiga zona yaitu zona hutan lindung, zona hutan produksi yang merupakan daerah pertanian pohon jeruk, sehingga sering terjadi penggunaan pestisida oleh petani dan zona perkemahan Bedengan atau wisata, aktivitas yang terjadi pada daerah ini adalah mencuci, mandi, camping di sekitar aliran sungai. Aktivitas yang terjadi akan berpengaruh terhadap perubahan kualitas air sungai dan mempengaruhi komposisi dan kelimpahan makrobentos yang hidup di dalamnya. Makroinvertebrata bentos merupakan salah satu parameter biologi yang memantau kualitas air, sehingga saat kondisi perairan dan substratnya berubah maka struktur komunitas makroinvertebrata bentosnya juga berubah. Belum pernah dilakukan pengambilan data di hutan Selorejo terkait makroinvertebrata bentos, sehingga berdasarkan hal tersebut penelitian ini bertujuan untuk mengetahui indeks diversitas dari makroinvertebrata bentos di hutan Selorejo.

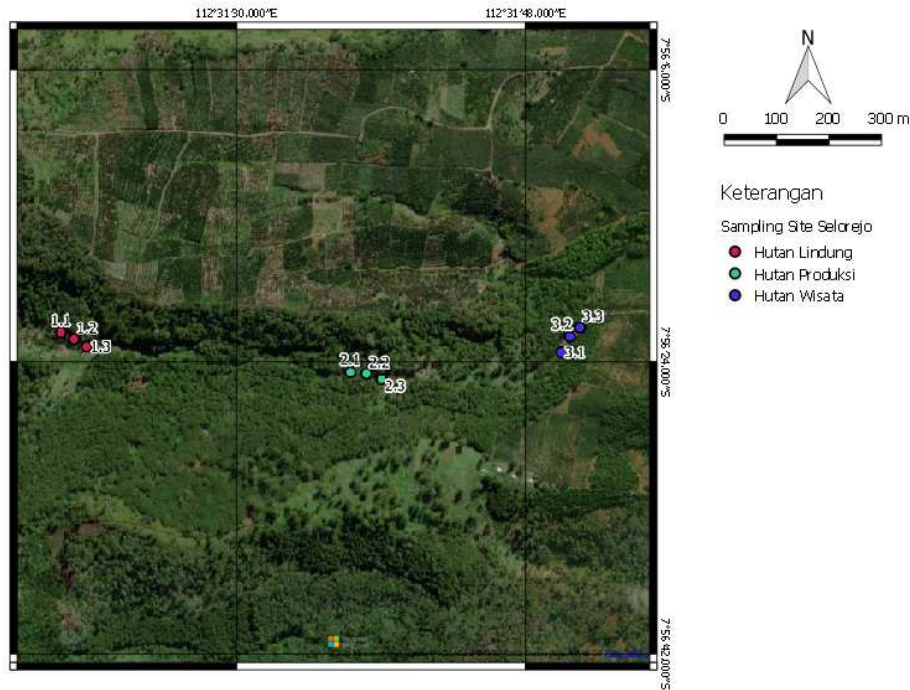
Material dan Metode

Bahan Dan Alat

Bahan yang digunakan adalah air sungai, Alkoho 70%, Tes kit Fosfat, Tes kit Nitrat. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah jala surber yang berukuran 30 x 30 cm, saringan substrat bentos, wadah, cold box, kertas label, pensil, spidol, Ph meter, bola kecil, thermometer, TDS, DO Meter dan GPS, botol 1.500 ml, camera Handphone, sikat kecil, botol sampel, buku catatan, cawan petri, pinset.

Metode

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 31 Januari-22 Februari 2022 di Sungai Hutan Selorejo, Kecamatan Dau, Malang (Gambar 1). Sampel makroinvertebrata bentos diambil pada 3 stasiun berbeda yaitu hutan lindung (stasiun 1), hutan produksi (stasiun 2), hutan wisata (stasiun 3), dengan tiga kali ulangan pada setiap stasiun. Makroinvertebrata bentos diidentifikasi di Laboratorium Ekologi Universitas Islam Malang.



Gambar 1. Titik lokasi pengambilan sampel

Cara Kerja

Prosedur pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan metode purposive sampling. Makroinvertebrata bentos diambil menggunakan jaring surber yang berukuran 30 x 30 cm sebanyak ± 100 spesies pada setiap ulangan dengan memasukkan substrat (batu) ke dalam jaring surber, kemudian dibersihkan substrat dengan sikat kecil, selanjutnya disaring, dan makroinvertebrata bentos yang diperoleh dimasukkan ke dalam botol sampel yang sudah diberi alkohol 70% dan di label, untuk diidentifikasi di laboratorium pusat UNISMA. Sampel diambil. Sampel yang sudah didapatkan selanjutnya diidentifikasi untuk dianalisis kekayaan taksa/*taxa richness*, INP (Indeks Nilai Penting), dan indeks diversitasnya.

Indek Keanekaragaman

$$H' = -\sum \frac{n_i}{N} \ln \frac{n_i}{N}$$

Keterangan :

H' : Nilai indeks keanekaragaman

P_i : Proporsi jenis ke- i (n_i/N)

N_i : Jumlah individu jenis ke- i (n_i) terhadap total individu (N): (n_i/N)

N : Jumlah total individu seluruh jenis

Indeks Keseragaman

$$E = \frac{H'}{\ln S}$$

Keterangan:

E : Indeks keseragaman jenis
H' : Indeks keanekaragaman jenis
S : Jumlah jenis organisme

Indeks Dominansi

$$C = \sum \left(\frac{ni}{N} \right)^2$$

Keterangan :

C : Indeks dominasi
ni : Nilai kepentingan untuk setiap jenis (jumlah individu spesies ke-i)
N : Nilai kepentingan total (jumlah semua tiap spesies)

INP (Indeks Nilai Penting)

$$INP = KR + FR$$

Keterangan :
INP : Indeks nilai penting
KR : Kerapatan relatif
FR : Frekuensi relatif

Data empiris yang telah diperoleh selanjutnya dianalisis secara deskriptif. Pengamatan struktur komunitas yang dihitung mencakup keanekaragaman, dan keseragaman, dan dominansi.

Hasil Dan Diskusi

Kekayaan Taksa: Spesies makroinvertebrata bentos yang ditemukan di hutan selorejo berjumlah 10 dari 10 famili yang berbeda yaitu heptageniidae, hydropsychidae, planariidae, simuliidae, baetidae, hydrophylidae, neuroridae, tabanidae, bradibaena, perlidae (gambar 2). Kekayaan taksa yang ditemukan pada setiap stasiun pengamatan menunjukkan adanya variasi pada setiap stasiun.

Ordo Diptera, Tricoptera, Coleopteran, Ephemeroptera dan Tricladida di temukan pada setiap stasiun pengambilan sampel. Spesies yang ditemukan pada ketiga stasiun merupakan makroinvertebrata bentos yang intoleran terhadap pencemaran air, hal tersebut mencerminkan bahwa air sungai di selorejo tidak dalam kondisi tercemar. Namun, pada stasiun tiga, ditemukan spesies yang toleran terhadap pencemaran air seperti *Bradybaena similaris*, dari kelas gastropoda [6], hal tersebut mencerminkan bahwa kualitas air pada stasiun tiga yang merupakan hutas wisata telah mengalami penurunan kualitas air yang disebabkan oleh banyaknya aktivitas yang terjadi di sekitar aliran sungai [7].

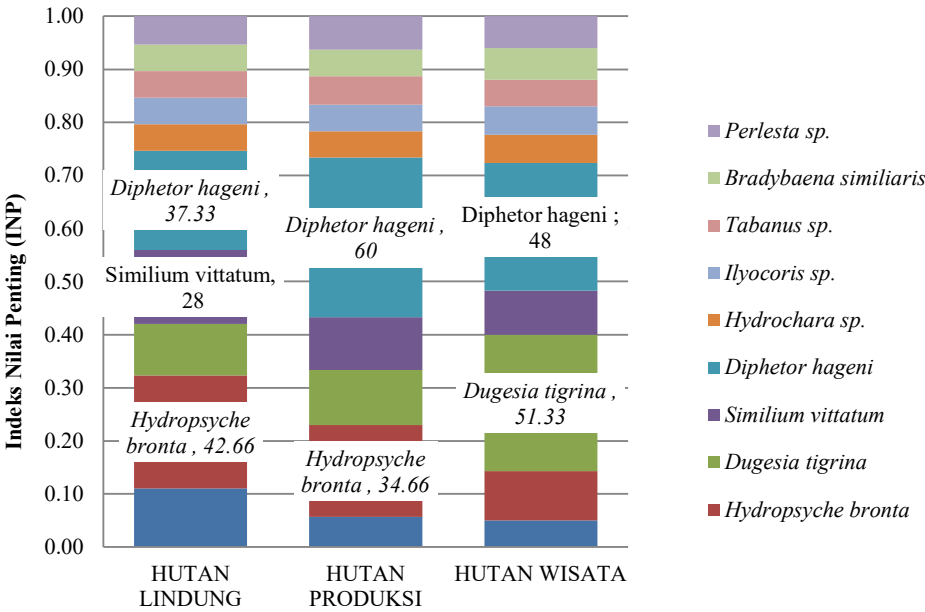
Tabel 1. makroinvertebrata bentos yang ditemukan di sungai hutan Selorejo

Ordo	Spesies	Stasiun
Hemiptera	<i>Ilyocoris sp.</i>	3
Ephemeroptera	<i>Stenacron interpunctatum</i>	1, 2, 3

	<i>Dipheter hageni</i>	
	<i>Perlesta sp.</i>	
Coleoptera	<i>Hydrochara sp.</i>	3
Stylommatoptera	<i>Bradybaena similialis</i>	3
Tricoptera	<i>Hydropsyche bronta</i>	1, 2, 3
Diptera	<i>Similium vittatum</i>	1, 2, 3
	<i>Tabanus sp.</i>	2
Tricladida	<i>Dugesia tigrina</i>	1,2,3

INP (Indeks Nilai Penting)

Pada Gambar 2 dapat di ketahui bahwa spesies *Dipheter hageni* ditemukan pada ketiga stasiun dengan nilai INP pada stasiun 1 adalah 37.33, untuk stasiun 2 memiliki nilai INP 60, dan nilai INP stasiun 3 adalah 48. Spesies *Dipheter hageni* termasuk ke dalam ordo Ephemeroptera dari family Baetidae yang hidup pada substrat sungai berbatu besar di dasar perairan, yang sesuai dengan substrat di sungai selorejo, karena itulah spesies ini ditemui pada ketiga stasiun, Dordevic [8], Merritt dan Commins [9], juga menjelaskan bahwa Baetidae merupakan sumber makanan bagi makhluk air seperti ikan, amfibi, unggas air, dan detritivora, serta sensitif terhadap perubahan kondisi lingkungan habitatnya [10]. Maka dari itu, organisme ini merupakan salah satu penghubung utama dalam jaring makanan dalam suatu perairan.



Gambar 2. Variasi nilai INP (Indeks Nilai Penting) makroinveretbarata bentos pada setiap stasiun

Berdasarkan hasil perhitungan INP yang dapat dilihat pada Gambar 2, stasiun 1 yang merupakan hutan lindung ada tiga spesies yang paling banyak jumlahnya, yang pertama ada *Dipheter hageni* dari family Baetidae dengan nilai INP 37.33, untuk yang kedua adalah *Simillium vittatum*

dengan nilai INP 28 dari family Simuliidae, dan *Hydropsyche bronta* adalah 42.66 dari family Hydropsychidae merupakan sepsis dengan jumlah terbanyak ketiga. Spesies dengan nilai INP paling tinggi pada stasiun 1 adalah *Hydropsyche bronta*, Badawy [11], yang menjelaskan bahwa spesies ini adalah anggota ordo Trichoptera, yang sangat rentan terhadap kadar garam yang tinggi., dan memiliki tingkat sensitivitas yang tinggi pada bahan pencemar [12]. Untuk spesies dengan INP tertinggi kedua adalah *Dipheter hageni* ordo Ephemeroptera, Menurut Daru [13], EPT (Ephemeroptera, Plecoptera dan Trichoptera) merupakan Ordo yang umumnya sensitif terhadap pencemaran, hal ini didasarkan dari panduan penilaian kesehatan sungai melalui pemeriksaan habitat sungai dan biotik. Family dengan INP tertinggi ketiga adalah *Simillium vittatum* yang termasuk kedalam family simuliidae. Menurut Wilhm [14], Diptera umumnya hidup di perairan yang tercemar sedang, dan termasuk dalam kelompok intoleran. Stasiun satu dapat diklasifikasikan sebagai perairan tercemar rendah hingga tercemar sedang berdasarkan nilai INP.

Pada stasiun 2 (hutan produksi) spesies yang memiliki nilai INP paling tinggi adalah *Dipheter hageni* dengan INP 60, dan yang kedua adalah *Hydropsyche bronta* dengan INP 34.66 masuk dalam ordo Trichoptera. Spesies *Dipheter hageni* ordo Ephemeroptera, Berdasarkan 2 jenis makroinvertebrata yang masuk dalam golongan EPT (Ephemeroptera, Plecoptera dan Trichoptera). EPT merupakan kelompok biota air yang sensitive terhadap pencemaran [15], sehingga berdasarkan nilai INP, kualitas air stasiun 2 masih dalam kondisi yang bagus.

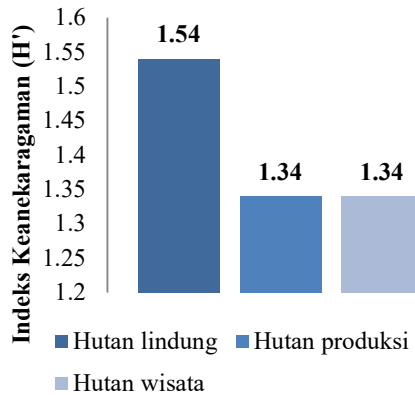
Untuk stasiun (hutan wisata) di temukan dua spesies yang memiliki nilai INP paling tinggi yaitu *Dipheter hageni* dengan INP 48, dan *Dugesia tigrina* dengan INP 51.33. *Dipheter hageni* masuk dalam family baetidae, Dordevic [8], menjelaskan bahwa family ini sensitif terhadap meningkatnya sedimen polusi organik atau limbah organik. Karena sifat yang dimilikinya, Baetidae dapat digunakan sebagai indikator biologis suatu perairan. Untuk *Dugesia tigrina* masuk dalam family Planariidae, Surtikanti [16], menjelaskan bahwa kelas Planariidae hanya hidup di perairan yang bersih. Sehingga berdasarkan nilai INP, kualitas air stasiun 2 masih dalam kondisi yang bagus, tetapi telah mengalami penurunan kualitas air karena pada stasiun 3 ditemukan spesies dari kelas gastropoda.

Indeks diversitas Shannon-wiener

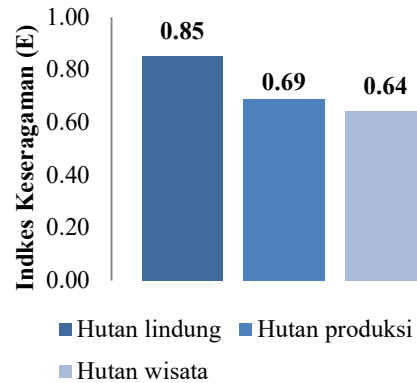
Indeks keanekaragaman (H'): Berdasarkan hasil analisis indeks keanekaragaman yang dapat dilihat pada Gambar 3(a), indeks keanekaragaman pada ke tiga stasiun tergolong sedang berdasarkan kriteria Shannon-wiener [17]. Untuk indeks keanekaragaman stasiun 1 adalah 1.5, pada stasiun 2 dan 3 adalah 1.3. Walaupun semua stasiun memiliki indeks keanekaragaman sedang, tetapi indeks keanekaragaman tertinggi adalah stasiun 1, tingginya indeks keanekaragaman pada stasiun 1 mengindikasikan bahwa kondisi perairan dalam kondisi baik sehingga mendukung kehidupan biota yang berada di dalamnya. Menurut Rahmawaty [18], indeks keanekaragaman makrozoobentos di perairan sungai dipengaruhi oleh kondisi lingkungan sehingga memungkinkan makrozoobentos untuk beradaptasi. Untuk nilai indeks keanekaragaman stasiun 2 dan 3 adalah 1.3 yang mana tingkat keanekaragaman lebih rendah menunjukkan bahwa penyebaran individu tiap jenis cenderung lebih tidak merata dan kondisi kestabilan komunitas yang cenderung rendah.

Indeks Keseragaman (E): Berdasarkan hasil analisis indeks keseragaman yang dapat dilihat pada Gambar 3(b), nilai indeks keseragaman (E) pada stasiun 1 adalah 0.8 dengan keberagaman spesies stabil, menurut Menurut Latuconsinna [19] nilai indeks keseragaman berbanding lurus dengan nilai indeks keanekaragaman. Di mana nilai keseragaman yang tinggi menunjukkan adanya kestabilan ekologi, sehingga transfer energi melalui mekanisme rantai makanan dalam suatu komunitas ekologis dapat berjalan secara seimbang karena tidak adanya dominansi dari spesies tertentu, yang artinya ketika indeks keanekaragaman tinggi, menandakan bahwa indeks keseragaman juga tinggi. Dari

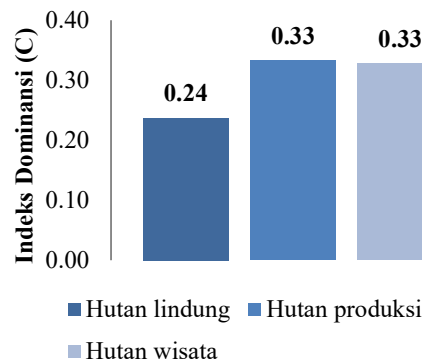
ketiga stasiun yang memiliki keseragaman paling tinggi adalah stasiun 1 yang merupakan hutan lindung, dengan kata lain nilai indeks keseragaman mengindikasikan bahwa penyebaran individu pada stasiun 1 lebih seragam bila dibandingkan dengan stasiun 2 dan 3.



Gambar (a)



Gambar (b)



Gambar (c)

Gambar 3. Variasi indeks diversitas yang ditemukan pada setiap stasiun (a) Variasi indeks keanekaragaman, (b) Variasi indeks keseragaman, (c) Variasi indeks dominansi.

Indeks Dominansi (C): Pada Gambar 3(c) dapat di lihat bahwa nilai indeks dominansi pada stasiun 1 adalah 0.2, sedangkan untuk stasiun 2 dan 3 nilai indeks dominansi adalah 0.3. yang artinya pada ketiga stasiun tidak ada spesies yang endominasi [20]. Menurut Latuconsina [21] Indeks dominansi yang tinggi menunjukkan ketidakstabilan ekologi yang disebabkan oleh spesies tertentu yang mendominasi transfer energi melalui jaring makanan.

Kesimpulan

Pada sungai di hutan selorejo ditemukan 10 spesies yaitu *Ilyocoris sp.*, *Stenacron interpunctatum*, *Hydrochara sp.*, *Bradybaena similis*, *Hydropsyche bronta*, *Dipheter hageni*, *Dugesia tigrina*, *Similium vittatum*, *Tabanus sp.* dan *Perlesta sp.* Berdasarkan nilai INP pada stasiun 1 (hutan lindung) spesies yang paling tinggi adalah *Hydropsyche bronta* (intoleran), untuk stasiun 2 (hutan produksi) adalah *Dipheter hageni* (intoleran), dan stasiun 3 (hutan wisata) adalah *Dugesia tigrina* (fakultatif). Nilai indeks keanekaragaman (H') makroinvertebrata bentos di hutan Selorejo pada hutan lindung adalah 1.5, sedangkan hutan produksi dan hutan wisata 1.3, berdasarkan kriteria indeks Shannon-wiener pada hutan lindung tergolong sedang, sedangkan hutan produksi dan hutan wisata tergolong rendah. Untuk nilai indeks keseragaman (E) hutan lindung 0.8, sedangkan hutan produksi dan hutan wisata 0.6 berdasarkan kriteria indeks Shannon-wiener hutan lindung tergolong stabil sedangkan hutan produksi dan hutan wisata tergolong labil. Untuk indeks dominansi (C) berkisar antara 0.2-0.3 berdasarkan kriteria indeks Shannon-wiener hutan lindung, hutan produksi, dan hutan wisata tergolong rendah, adanya perbedaan indeks diversitas pada ketiga stasiun disebabkan karena adanya perbedaan aktivitas yang terjadi di sekitar aliran sungai.

Daftar Pustaka

- [1] Ningsih, A., Latuconsina, H. and Zayadi, H. 2021. Struktur Makroinvertebrata Bentos Sebagai Bioindikator Kualitas Air di Kawasan Wisata Coban Talun, Kota Batu - Jawa Timur. Malang. *Biosaintropis (bioscience-tropic)*, 7(1), pp. 16-25.
- [2] 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. Universitas Muhammadiyah Malang. Malang.
- [3] 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.
- [4] Wimbaningrum, R., Indriyani, S., Retnaningdyah, C., & Arisoelaningsih, E. 2016. Monitoring Water Quality Using Biotic Indices of Benthic Macroinvertebrates along Surface Water Ecosystems in Some Tourism Areas in East Java, Indonesia. *Journal of Indonesian Tourism and Development Studies*, Vol.4(2): 81-90.
- [5] Latucosina H. 2020. *Ekologi perairan tropis; prinsip dasar pengelolaan sumberdaya hayati perairan*. Cetakan Ketiga. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- [6] Furaidah, Z. 2013. Interaksi Kualitas Fisikokimia Air Saluran Irigasi Pertanian Organik dan Anorganik dengan Struktur Komunitas Makroinvertebrata Bentos di Desa Sumber Ngopoh Lawang. Skripsi. Jurusan Biologi Universitas Brawijaya. Malang.
- [7] Kahirun, La, O. S., Ridwan, A. S., La, O. M., Asramid, Y., & Ifrianty. 2019. Indikator Kualitas Air Sungai Dengan Menggunakan Makroinvertebrata Di Sungai Wanggu. *Ecogreen* 5(1): 63 – 67.
- [8] 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.
- [9] Merritt, R.W., Cummins, K.W. & Berg, M.B. 2002. *An Introduction o The Aquatic Insects of North America*. Kendall/Hunt Publishing Company. Dubuque. 1214 p.
- [10] 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).
- [11] 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.
- [12] 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.
- [13] Daru, S. R. 2011. *Panduan Penelitian Kesehatan Melalui Pemeriksaan Habitat Sungai dan Biotilik*. Ecoton. Gersik.
- [14] Wilhm JL. 1975. *Biological Indicators of Pollution*. Oxford (GB): Blackwell Scientific Publication.
- [15] Rini. D.S. 2011. Ayo Cintai Sungai: *Panduan penilaian kesehatan sungai melalui pemeriksaan habitat dan biotilik*. Djitoe. Surabaya.
- [16] Kang, J., Xiao, L., Yin, W., Zhao, A. & Dong, X. 2023. Application of Planarian Brain Regeneration: Detection of water pollutin. *Open Journal of Ecology* 13:95-105. DOI : [10.4236/oje.2023.132008](https://doi.org/10.4236/oje.2023.132008)
- [17] Odum, E.P. 1993. *Dasar-dasar Ekologi. Terjemahan Tjahjono Samingan*. Edisi Ketiga. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- [18] Rahmawaty. 2011. Indeks keanekaragaman makrzoobentos sebagai bioindikator tingkat pencemaran di Muara Sungai Jeneberang. *Bionature* 12 (2): 103-109
- [19] Latucosina H. 2020. *Ekologi perairan tropis; prinsip dasar pengelolaan sumberdaya hayati perairan*. Cetakan Ketiga. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- [20] Basmi, J. 2000. *Planktonologi: Plankton sebagai Bioindikator Kualitas Perairan*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- [21] Latucosina H. 2020. *Ekologi perairan tropis; prinsip dasar pengelolaan sumberdaya hayati perairan*. Cetakan Ketiga. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.