



STRUKTUR KOMUNITAS MAKROINVERTEBRATA SEBAGAI BIOINDIKATOR UNTUK MENENTUKAN STATUS KUALITAS AIR DI SUNGAI CANDIPARI, SIDOARJO

Dita Afrilia¹, Yusrianti¹, Abdul Hakim¹ dan Amrullah¹

¹ Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya
Email: dita09a3@gmail.com

ABSTRAK

Sungai merupakan ekosistem yang berperan penting dalam kehidupan makhluk hidup yang berada di sekitarnya. Sungai tidak seimbang apabila adanya gangguan seperti aktivitas yang ada di sekitarnya. Sungai Candipari merupakan salah satu sungai sungai tercemar yang dipengaruhi dengan adanya aktivitas di sekitarnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas air sungai dengan menggunakan struktur komunitas makroinvertebrata (indeks keanekaragaman, indeks dominansi, dan BMWP-ASPT). Penelitian ini menggunakan metode biomonitoring dengan bioindikator makroinvertebrata, teknik pengambilan dengan menggunakan teknik *Kicking dan jabbing*. Pengukuran kualitas air dapat dilihat berdasarkan komponen biologi yang terdapat dalam air. Komponen biologi ini yang terdapat dalam air seperti makroinvertebrata. Makroinvertebrata ini dapat digunakan sebagai bioindikator, dengan mengetahui peran makroinvertebrata sebagai bioindikator untuk menentukan kualitas air. Analisis data makroinvertebrata dapat diidentifikasi dan dihitung dengan menentukan nilai indeksnya. Hasil dari penelitian kualitas air dengan berdasarkan metode BMWP-ASPT yaitu pada stasiun 1 merupakan sungai dalam kategori Sangat Tercemar dengan nilai sebesar 3,57, pada stasiun 2 dan 3 merupakan sungai dalam kategori Cukup Tercemar dengan nilai sebesar 4.

Kata kunci: Sungai, Makroinvertebrata, Kualitas Air

ABSTRACT

Rivers are ecosystems that play an important role in the lives of living things around them. The river is not balanced if there are disturbances such as activities around it. Candipari River is one of the polluted rivers which is influenced by the activities in the vicinity. This study aims to determine the quality of river water using the macroinvertebrate community structure (diversity index, dominance index, and BMWP-ASPT). This research uses a biomonitoring method with macrovertebrate bioindicators, and the retrieval technique uses kicking and jabbing techniques. Measurement of water quality can be seen based on the biological components contained in the water. These biological components are found in water such as macroinvertebrates. These macroinvertebrates can be used as bioindicators, by knowing the role of macroinvertebrates as bioindicators to determine water quality. Analysis of macroinvertebrate data can be identified and calculated by determining the index value. The results of the water quality research based on the BMWP-ASPT method are that at station 1 is a river in the Very Polluted category with a value of 3.57, at stations 2 and 3 a river in the Moderately Polluted category with a value of 4.

Keywords: River, Macroinvertebrate, Water Quality

PENDAHULUAN

Sungai merupakan salah satu dari bagian ekosistem air tawar yang termasuk dalam kategori badan air yang mengalir. Ekosistem sungai ini mempunyai peranan penting yang secara langsung akan berpengaruh pada kehidupan semua makhluk hidup yang ada di sekitarnya, peranan penting itu termasuk tentang kualitas air yang berada di sungai tersebut (Aisah et al., 2017). Sungai sendiri akan mengalami gangguan pada keseimbangan ekosistem, gangguan tersebut dihasilkan dari pembuangan bahan pencemar dari aktivitas di sekitar lingkungan aliran sungai.

Aktivitas dari sekitar lingkungan seperti limbah cair dari aktivitas rumah tangga, sampah padat dan adanya aktivitas dari kegiatan lain. Pembuangan bahan pencemar yang secara langsung tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu akan mengakibatkan terjadinya pencemaran yang akan berdampak negatif bagi lingkungan di sekitarnya.

Pengukuran kualitas air dapat dilakukan dengan menggunakan komponen kimia-fisika. Pengukuran kualitas air pada air sungai juga dapat dilakukan dengan menggunakan komponen biologi atau organisme yang hidup di air sungai, dalam pengukuran kualitas air secara biologi yang memiliki sifat kontinyu. Apabila adanya pencemar yang masuk, maka organisme yang ada di dalam air akan menunjukkan respon, jika terjadinya perubahan yang terjadi di dalam air (Hellen & Rahardjo, 2020). Salah satu organisme yang dapat menunjukkan respon pencemar dalam penentuan kualitas air yaitu makroinvertebrata.

Makroinvertebrata adalah salah satu makhluk hidup yang keberadaannya akan berpengaruh pada keseimbangan ekosistem seperti ekosistem akuatik. Makroinvertebrata sendiri merupakan salah satu organisme yang tidak bertulang belakang yang hidup dalam air dan di dalam lumpur (Achmad Tan Tilar Wangsajati Sukmaring Kalih et al., 2018). Bioindikator merupakan suatu kelompok atau suatu komunitas organisme yang kehidupannya dapat berhubungan secara langsung dengan kondisi lingkungan di sekitarnya, sehingga komunitas organisme tersebut dapat digunakan sebagai penentu status kualitas lingkungan tersebut (Purwati, 2015). Bioindikator merupakan salah satu metode biomonitoring.

Biomonitoring adalah memonitoring kondisi lingkungan dengan menggunakan informasi dari aspek-aspek biologi. Biomonitoring merupakan pemantauan kondisi lingkungan yang berbasis makhluk hidup. Dimana adanya hubungan organisme dengan lingkungan yang tersusun menjadi sistem biologi yang dapat menyatukan variabel-variabel lingkungan dengan kehidupan organisme dengan waktu tertentu, sehingga dengan mudah untuk menentukan pendugaan dampak pencemaran terhadap organisme.

Sungai Candipari merupakan salah satu aliran sungai di Desa Candipari, Kecamatan Porong, Kabupaten Sidoarjo. sungai candipari ini terdapat yang berhubungan secara langsung dengan aktivitas dari pemukiman padat penduduk, pertanian, dan aktivitas dari kolam renang. Akibat dari aktivitas-aktivitas yang terjadi di sekitar aliran sungai yang dapat menyebabkan kualitas air tersebut menurun. Apabila kualitas air sungai yang terus menurun maka akan berpengaruh dalam organisme atau makroinvertebrata yang berada di dalam air.

Organisme yang ada dalam perairan terbagi menjadi dua yaitu dapat beradaptasi dan tidak beradaptasi terhadap bahan pencemar yang masuk. Organisme yang beradaptasi dapat digunakan untuk menilai kualitas air sebagai komponen indikator biologi pada perairan yang tercemar. Sedangkan organisme yang tidak beradaptasi maka akan mengalami penurunan pada kelimpahan organisme dan ada salah satu organisme atau makroinvertebrata di sungai, organisme tersebut juga dapat digunakan sebagai indikator untuk menentukan kualitas air yang normal dan bersih (Satiyarti et al., 2019).

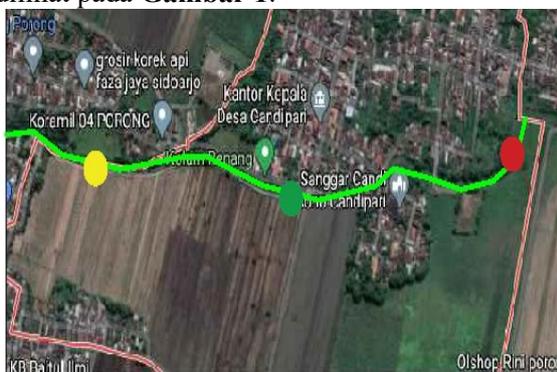
Tujuan dalam penelitian ini yaitu untuk mengetahui kualitas air sungai dengan menggunakan struktur komunitas makroinvertebrata (indeks keanekaragaman, indeks dominansi, dan BMWP-ASPT) di Sungai Candipari, Sidoarjo.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Metode Penelitian ini dapat mengetahui kualitas air secara indeks biologi dengan menggunakan struktur komunitas makroinvertebrata sebagai bioindikator untuk penentuan kualitas air sungai di Sungai

Candipari, Sidoarjo. Pengukuran sampel penelitian yang dilakukan selama 1 hari yaitu hari Selasa, pengambilan dilakukan pada pukul 09.00 WIB – 12.00 WIB, dan pengambilan dilakukan di tiga stasiun. Lokasi stasiun pengambilan sampel dalam penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Lokasi Stasiun Pengambilan Sampel

Pengukuran parameter fisik-kimia yaitu pH, suhu, COD, BOD, TSS, dan DO. Pengambilan sampel makroinvertebrata yang dilakukan dengan menggunakan teknik *Kicking dan jabbing*, pengambilan juga dilakukan di kanan dan kiri sungai.

Analisis Data

Analisis pada penelitian ini pada makroinvertebrata yang digunakan yaitu 1) Indeks Keanekaragaman, 2) Indeks Dominasi, 3) BMWP-ASPT.

Indeks Keanekaragaman

Indeks keanekaragaman yang dapat digunakan untuk mengetahui jenis organisme yang ada di perairan, dapat dilihat pada rumus dibawah ini (Satiyarti et al., 2019):

$$H' = - \sum (p_i) \ln (p_i)$$

Keterangan:

- H' = Indeks Keanekaragaman
- P = ni/N
- ni = Jumlah individu spesies ke-i
- N = Jumlah total individu

Tabel 1. Nilai Indeks Keanekaragaman

Nilai	Kategori
> 2,0	Tidak Tercemari
2,0 – 1,5	Tercemari Ringan
1,5 – 1,0	Tercemari Sedang
< 1,0	Tercemari Berat

Sumber: Satiyarti et al., (2019)

Indeks Dominasi

Indeks dominasi yang digunakan untuk menghitung makroinvertebrata, dapat dilihat pada rumus dibawah ini (Satiyarti et al., 2019):

$$D = \frac{ni}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

- D = Indeks Dominasi
- ni = Jumlah Individu Jenis
- N = Jumlah Total Individu

Tabel 2. Nilai Indeks Dominasi

Nilai	Kategori
0,00 < D ≤ 0,30	Dominasi Rendah
0,30 < D ≤ 0,60	Dominasi Sedang
0,60 < D ≤ 1,00	Dominasi Tinggi

Sumber: (Satiyarti et al., 2019)

BMWP-ASPT (Biological Monitoring Working Party Average Score Per Taxon)

Metode BMWP-ASPT yang dapat digunakan untuk mengetahui kualitas air. makroinvertebrata yang ditemukan akan diberi skor pada setiap individu makroinvertebrata, dihitung nilai MWP dan nilai ASPT, kemudian dibandingkan dengan kriteria yang sudah ditentukan. Dapat dilihat rumus dibawah ini (Dewi & Wardhana, 2020):

$$ASPT = \frac{A}{B}$$

Keterangan:

- A = Skor famili indeks BMWP
- B = Jumlah famili yang ditemukan

Tabel 3. Nilai Indeks Keanekaragaman

Skor ASPT	Kualitas Air
< 4	Sangat Tercemari
4 – 5	Cukup Tercemari
5 – 6	Sedikit Tercemari
> 6	Tidak Tercemari (bersih)

Sumber: (Dewi & Wardhana, 2020)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas Air Sungai Secara Fisik-Kimia di Sungai Candipari

Pengujian kualitas air yang secara fisik-kimia dapat dilakukan pengujian pada parameter yaitu pH, suhu, COD, BOD, TSS, dan DO. Pada **Tabel 4** hasil dari pengukuran kualitas air secara fisik-kimia yang sesuai dengan buku mutu yang berdasarkan dengan Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Hasil analisa kualitas air di Sungai Candipari dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Hasil Kualitas Air Secara Fisik-Kimia

Parameter	Satuan	Lokasi Pengambilan								
		Stasiun 1			Stasiun 2			Stasiun 3		
		P1	P2	Rata-rata	P1	P2	Rata-rata	P1	P2	Rata-rata
Suhu	(°C)	29	29	29	29	29	29	29	29	29
pH	(mg/L)	7,5	7,4	7,45	7,4	7,4	7,4	7,4	7,3	7,35
BOD	(mg/L)	1,1	4,1	2,6	1,1	1,4	1,25	0,5	1,4	0,95
COD	(mg/L)	26,7	32,4	29,5	17,0	35,6	26,3	35,8	68,7	52,3
DO	(mg/L)	4,2	4,0	4,1	4,2	4,1	4,15	3,7	5,3	4,5
TSS	(mg/L)	95	87	91	71	90	81	51	69	60

Sumber: Hasil Analisis, 2021

Berdasarkan dengan **Tabel 4**, diatas hasil kualitas air berdasarkan fisik-kimia, parameter suhu yang memiliki nilai rata-rata 29°C pada semua stasiun. Nilai pada nilai suhu yang dapat membatasi persebaran pada makroinvertebrata, hal tersebut yang dapat dipengaruhi oleh adanya faktor yang saling berhubungan dengan parameter lainnya seperti DO. Rendahnya pada parameter DO yang terdapat dalam air akan berpengaruh pada metabolisme makroinvertebrata (Putra et al., 2020). Menurut Kusumaningtyas et al., (2014) perubahan pada suhu di permukaan akan berpengaruh terhadap proses kimia, fisik, dan biologi pada suatu perairan.

Parameter pH yang mempunyai nilai rata-rata pada stasiun 1 sampai 3 sebesar ((7,45), (7,4), dan (7,35)). Tinggi rendahnya pada parameter pH pada perairan yang dapat dipengaruhi oleh dengan sedikit banyaknya bahan pencemar yang akan terbawa oleh aliran sungai (Kusumaningtyas et al., 2014). Parameter COD memiliki nilai rata-rata pada stasiun 1 yaitu sebesar 29,5, pada stasiun 2 memiliki nilai sebesar 26,3, sedangkan pada stasiun 3 memiliki nilai sebesar 52,5. Jika nilai parameter COD yang tinggi maka bahan pencemar yang masuk di perairan lebih banyak, dan sangat sulit didegradasi yang secara biologis (Herawati et al., 2017).

Parameter BOD memiliki nilai rata-rata pada setiap stasiun, stasiun 1 memiliki hasil nilai sebesar 2,6, stasiun 2 memiliki hasil nilai sebesar 1,25, sedangkan stasiun 3 memiliki hasil nilai sebesar 0,95. Semakin tinggi nilai

pada parameter BOD maka akan semakin besar bahan pencemar yang terlarut dalam perairan dan akan berpengaruh pada kemampuan organisme yang dapat mengurangi zat-zat yang semakin rendah (Satiyarti et al., 2019). Parameter TSS memiliki nilai rata-rata pada setiap stasiun, pada stasiun 1 memiliki nilai 91, stasiun 2 memiliki nilai sebesar 81, dan stasiun 3 memiliki nilai sebesar 60. Tinggi nilai pada parameter TSS yang akan menunjukkan bahwa tingginya pencemaran pada suatu perairan dan akan menghambatnya penetrasi cahaya yang akan masuk ke dalam perairan. Tinggi nilai konsentrasi pada parameter TSS maka akan semakin rendah nilai produktivitas pada suatu perairan (Ma'arif & Hidayah, 2020).

Parameter DO memiliki nilai rata-rata pada setiap stasiun, stasiun 1 memiliki nilai sebesar 4,1, pada stasiun 2 memiliki hasil nilai sebesar 4,15, dan stasiun 3 memiliki hasil nilai sebesar 4,5. Rendahnya kisaran dari parameter DO yang merupakan indikasi yang kuat bahwa perairan tersebut dari pembuangan limbah dari pemukiman di sekitar perairan dan akan berpotensi menyebabkan pencemaran pada perairan tersebut (Irwan & Toja, 2017).

Indeks Keanekaragaman dan Indeks Dominasi

Pada penelitian ini, dengan mengamati jumlah makroinvertebrata yang ditemukan pada setiap stasiun di Sungai Candipari dengan terdiri dari 9 famili yang ditemukan dan 3 kelas makroinvertebrata. Hasil penelitian pada makroinvertebrata pada tiga stasiun dapat dilihat pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Hasil Pengamatan Makroinvertebrata

No	Nama Family Makroinvertebrata					
	Stasiun 1	Jumlah Individu	Stasiun 2	Jumlah Individu	Stasiun 3	Jumlah Individu
1	Chironomidae - putih	3	Atyidae	26	Atyidae	22
2	Atyidae	25	Naucoridae	38	Tipulidae - B	2
3	Coenagrionidae - B	6	Corixidae-A	36	Coenagrionidae - B	3
4	Naucoridae	30			Naucoridae	35
5	Tipulidae - B	3			Corixidae - A	38
6	Physidae	4			Physidae	2
7	Corixidae-A	30			Thiaridae-B	4
8	Parathelphusidae-B	1				
	Jumlah	102		100		106

Sumber: Hasil Analisis, 2021

Hasil analisis nilai indeks keanekaragaman (H') di Sungai Candipari ini pada stasiun 1 termasuk dalam kategori Tercemar Ringan, hasil nilai indeks keanekaragaman sebesar 1,61. Sedangkan pada stasiun 2 dan 3 termasuk kategori sungai Tercemar Sedang yang memiliki nilai indeks keanekaragaman 1,08 dan 1,43. Dapat dilihat pada **Tabel 6.** hasil dari analisa indeks keanekaragaman.

Tabel 6. Hasil Analis Indeks Keanekaragaman makroinvertebrata

Stasiun	Indeks Keanekaragaman	Kategori
Stasiun 1	1,61	Tercemar Ringan
Stasiun 2	1,08	Tercemar Sedang
Stasiun 3	1,43	Tercemar Sedang

Sumber: Hasil Analisis, 2021

Hasil dari **Tabel 6.** diatas, nilai tinggi pada indeks keanekaragaman pada stasiun 1 dan untuk nilai terendah berada di stasiun 2. Menurut Odum (1993) dalam Sakban et al., (2017) menyatakan bahwa apabila indeks keanekaragaman dapat dapat dipengaruhi oleh adanya penyebaran individu pada setiap spesiesnya, maka pada suatu komunitas meskipun jenis organisme banyak akan tetapi, ika penyebaran individu yang tidak merata maka komunitas organisme tersebut yang mempunyai keanekaragaman yang rendah.

Hasil analisis nilai indeks dominasi (d) di Sungai Candipari ini pada stasiun 1 dan 3 yang

termasuk dalam kategori Dominasi Rendah, memiliki nilai sebesar 0,24 dan 0,28. Sedangkan pada stasiun 2 termasuk dalam kategori Dominasi Sedang, yang memiliki nilai sebesar 0,34.

Tabel 7. Hasil Analisa Indeks Dominasi Makroinvertebrata

Stasiun	Indeks Keanekaragaman	Kategori
Stasiun 1	0,24	Dominasi Rendah
Stasiun 2	0,34	Dominasi Sedang
Stasiun 3	0,28	Dominasi Rendah

Sumber: Hasil Analisis, 2021

Pengamatan pada makroinvertebrata yang mendominasi di setiap stasiun yaitu pada stasiun 1 dan 2 yaitu Naurcoridaee, sedangkan stasiun 2 yaitu Corixidae-A. Menurut Oktariani & Tati., (2011) dalam Sakban et al., (2017) menyatakan bahwa dengan adanya dominasi dapat menunjukkan bahwa tidak semua dari spesies makroinvertebrata yang mempunyai daya adaptasi dan kemampuan dalam bertahan hidup yang sama di suatu tempat.

Kualitas Air Berdasarkan Metode BMWP-ASPT (Biological Monitoring Working Party Average Score Per Taxon)

Kualitas air berdasarkan metode BMWP-ASPT dengan memberi nilai skor pada famili berdasarkan famili makroinvertebrata yang sudah ditemukan. Dapat dilihat pada **Tabel 8.** skor famili makroinvertebrata.

Tabel 8. Skor Family Makroinvertebrata Berdasarkan BMWP-ASPT

No	Nama Family Makroinvertebrata					
	Stasiun 1	Skor	Stasiun 2	Skor	Stasiun 3	Skor
1	Chironomidae - putih	2	Atyidae	2	Atyidae	2
2	Atyidae	2	Naucoridae	5	Tipulidae - B	5
3	Coenagrionidae - B	6	Corixidae-A	5	Coenagrionidae - B	6
4	Naucoridae	5			Naucoridae	5
5	Tipulidae - B	5			Corixidae - A	5
6	Physidae	3			Physidae	3
7	Corixidae-A	5			Thiaridae-B	2
8	Parathelphusidae-B	2				
	Jumlah	30		12		28

Sumber: Hasil Analisis, 2021

Perhitungan skor akan di total diklasifikasi berdasarkan hasil nilai untuk menentukan tingkat pencemaran air di sungai. Hasil analisa dengan menggunakan perhitungan dari nilai BMWP dan nilai ASPT. Skor rata-rata per takson (ASPT) dapat mewakili skor toleransi rata-rata dari semua taksa yang ada dalam komunitas dan nilai ASPT dapat dihitung dengan membagi BMWP dengan jumlah famili yang sudah ditemukan. Nilai ASPT sama dengan rata-rata skor toleransi pada semua famili makroinvertebrata yang ditemukan dan nilai berkisar antara 0 sampai 10 (Patang et al., 2018). Nilai ASPT yang sudah ditentukan maka akan diklasifikasi berdasarkan pada **Tabel 3**.

Hasil penelitian kualitas air yang digunakan untuk mengetahui pencemaran akibat penurunan kualitas air sungai yang dapat dilihat pada **Tabel 9**.

Tabel 9. Hasil Perhitungan Nilai BMWP-ASPT

Stasiun	Nilai BMWP	Nilai ASPT	Kategori
Stasiun 1	30	3,57	Sangat Tercemar
Stasiun 2	12	4	Cukup Tercemar
Stasiun 3	28	4	Cukup Tercemar

Sumber: Hasil Analisis, 2021

Hasil analisa dari **Tabel 9** di atas bahwa kualitas air yang berdasarkan perhitungan menggunakan metode BMWP-ASPT yaitu pada stasiun 1 memiliki nilai 3,57 dengan kategori Sangat Tercemar, pada stasiun 2 dan 3 memiliki nilai 4 yang termasuk dalam kategori Cukup Tercemar.

Menurut Bahtiyar., (2006) dalam Sukmawati et al., (2021) pencemaran pada lingkungan yang terjadi akibat dari masuknya bahan pencemar yang akan mengakibatkan terganggunya gangguan pada makhluk hidup yang ada di dalam air. Tercemar atau tidaknya pada suatu perairan dapat dipengaruhi oleh dengan kondisi yang berada di sekitar aliran sungai.

KESIMPULAN

Kesimpulan pada penelitian ini adalah kualitas air di Sungai Candipari yang berdasarkan komunitas struktur makroinvertebrata (indeks keanekaragaman, indeks dominasi, dan BMWP-ASPT). Hasil dari indeks keanekaragaman yaitu stasiun 1 termasuk dalam kategori Tercemar ringan, sedangkan stasiun 2 dan 3 termasuk dalam kategori sungai Tercemar Sedang. Indeks dominasi pada stasiun 1 dan 3 termasuk dalam kategori Dominasi Rendah, sedangkan stasiun 2 termasuk dalam kategori Dominasi Sedang. Metode BMWP-ASPT pada stasiun 1 dalam kategori sungai Tercemar Berat, sedangkan pada stasiun 2 dan 3 termasuk dalam kategori Cukup Tercemar.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad Tan Tilar Wangsajati Sukmaring Kalih, L., Nano Septian, I. G., & Yoga Sativa, D. (2018). Makroinvertebrata sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Waduk Batujai di Lombok Tengah. *Biotropika - Journal of Tropical Biology*, 6(3), 103–107. <https://doi.org/10.21776/ub.biotropika.2018.006.03.05>
- Aisah, S., Sulistiyowati, E., & Saputro, D. E. (2017). *Biomonitoring Anggota Ordo*

- Plecoptera Sebagai Indikator Kualitas Ekosistem Hulu Sungai Gajah Wong Dan Sungai Code Yogyakarta. 05(01), 6.*
- Dewi, S. D. K., & Wardhana, W. (2020). Water quality assessment of Saluran Tarum Barat, West Java, based on biological monitoring working party-average score per taxon (BMWP-ASPT). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 481, 012073. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/481/1/012073>
- Hellen, A., & Rahardjo, D. (2020). *Komunitas Makroinvertebrata Bentik Sebagai Bioindikator Kualitas Air Sungai Code*. 10.
- Herawati, P., Barus, T. A., & Wahyuningsih, H. (2017). Keanekaragaman Makrozoobentos Dan Hubungannya Dengan Penutupan Padang Lamun (Seagrass) Di Perairan Mandailing Natal Sumatera Utara. *Jurnal Biosains*, 3(2), 66. <https://doi.org/10.24114/jbio.v3i2.7434>
- Irwan, M., & Toja, Y. T. (2017). *Kondisi Fisik Kimia Air Sungai Yang Bermuara Di Teluk Sawaibu Kabupaten Manokwari*. 1(1), 12.
- Kusumaningtyas, M. A., Bramawanto, R., Daulat, A., & S. Pranowo, W. (2014). Kualitas perairan Natuna pada musim transisi. *DEPIK*, 3(1). <https://doi.org/10.13170/depik.3.1.1277>
- Ma'arif, N. L., & Hidayah, Z. (2020). Kajian Pola Arus Permukaan Dan Sebaran Konsentrasi Total Suspended Solid (Tss) Di Pesisir Pantai Kenjeran Surabaya. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*, 1(3), 417–426. <https://doi.org/10.21107/juvenil.v1i3.8842>
- Patang, F., Soegianto, A., & Hariyanto, S. (2018). Benthic Macroinvertebrates Diversity as Bioindicator of Water Quality of Some Rivers in East Kalimantan, Indonesia. *International Journal of Ecology*, 2018, 1–11. <https://doi.org/10.1155/2018/5129421>
- Purwati, S. U. (2015). Karakteristik Bioindikator Cisdane: Kajian Pemanfaatan Makrobentik Untuk Menilai Kualitas Sungai Cisdane. *Jurnal Ecolab*, 9(2), 47–59. <https://doi.org/10.20886/jklh.2015.9.2.47-59>
- Putra, R. A., Melani, W. R., & Suryanti, A. (2020). Makrozoobentos sebagai Bioindikator Kualitas Perairan di Senggarang Besar Kota Tanjungpinang. *Jurnal Akuatiklestari*, 4(1), 20–27. <https://doi.org/10.31629/akuatiklestari.v4i1.2486>
- Sakban, M. A., Nugroho, A. S., & Kaswinarni, F. (2017). *Keanekaragaman Makrozoobentos sebagai Bioindikator Kualitas Air Telaga Mili di Kecamatan Plantungan, Kabupaten Kendal*. 9.
- Satiyarti, R. B., Pawhestri, S. W., Merliyana, M., & Widiani, N. (2019). Penentuan Tingkat Pencemaran Sungai Berdasarkan Komposisi Makrobentos Sebagai Bioindikator. *al-Kimiya*, 5(2), 57–61. <https://doi.org/10.15575/ak.v5i2.3690>
- Sukmawati, S., Maarifah Dahlan, & Dela, R. (2021). Analisa Pencemaran Sungai Mandar Dengan Bioindikator Makroinvertebrata Melalui Metode Biotilik. *Bina Generasi: Jurnal Kesehatan*, 12(2), 48–52. <https://doi.org/10.35907/bgjk.v12i2.165>