



## Bioassessment Kualitas Air Dengan Menggunakan Makrozoobentos Di Sungai Batang Arau, Kota Padang

### Water Quality Bioassessment Using Macrozoobenthos In The Batang Arau River, Padang City

Saidina Bima, Izmiarti, Nofrita \*)

Laboratorium Ekologi Hewan, Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas

SUBMISSION TRACK	ABSTRACT
Submitted : 2022-01-21	<p>Penelitian mengenai <i>Bioassessment</i> Kualitas Air dengan Menggunakan Makrozoobentos di Sungai Batang Arau, Kota Padang telah dilakukan pada bulan Maret - September 2021. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi dan struktur komunitas makrozoobentos serta kualitas air di Sungai Batang Arau berdasarkan indeks BMWP-ASPT. Penelitian ini menggunakan metode survey dan penentuan stasiun dengan <i>purposive sampling</i>, berdasarkan rona lingkungan. Sampel makrozoobentos diambil menggunakan <i>surber net</i> 30x30 cm<sup>2</sup> dan <i>eckman grab</i> ukuran 15x15 cm<sup>2</sup>, dan juga dilakukan pengukuran faktor fisika kimia perairan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komunitas makrozoobentos yang ditemukan di Sungai Batang Arau sebanyak 37 genera dengan komposisi Gastropoda 6 genera, Insecta 28 genera, Hirudinea 2 genera, dan Oligochaeta 1 genus. Kepadatan total makrozoobentos berkisar 140-1775 ind/m<sup>2</sup> dengan kepadatan tertinggi terdapat pada Stasiun V dan terendah terdapat pada Stasiun III. Genus dominan (KR ≥ 10%) yang ditemukan pada setiap stasiun bervariasi. Pada Stasiun I dan Stasiun II yaitu <i>Orthocladius</i> dan <i>Caenis</i>; Stasiun III yaitu <i>Polypedium</i>, <i>Orthocladius</i>, <i>Baetis</i>, dan <i>Elophila</i>, Stasiun IV yaitu <i>Orthocladius</i>, <i>Caenis</i>, <i>Erpobdella</i>, <i>Helopdella</i>, dan <i>Tubifex</i>, dan Stasiun V yaitu <i>Melanoides</i>. Indeks keanekaragaman makrozoobentos di Sungai Batang Arau yaitu 2,38 dengan kisaran H' = 0,5-2,57 tergolong rendah sampai sedang, dan distribusi populasi makrozoobentos yaitu 0,65 dengan kisaran E = 0,25-0,8 tergolong tidak merata sampai merata. Kualitas perairan di Sungai Batang Arau berdasarkan indeks BMWP-ASPT pada Stasiun I dan II tergolong tidak tercemar, Stasiun III tercemar ringan, Stasiun IV tercemar sedang, dan Stasiun V tercemar berat.</p>
Revised : 2022-10-25	
Accepted : 2022-10-25	
Published : 2022-11-18	
KEYWORDS	
<p><i>bioassessment</i>, BMWP-ASPT, makrozoobentos, Sungai Batang Arau</p>	
*CORRESPONDENCE	
<p>email: <a href="mailto:nofrita@sci.unand.ac.id">nofrita@sci.unand.ac.id</a></p>	

## PENDAHULUAN

Sungai merupakan salah satu perairan mengalir yang menjadi tempat hidup organisme. Sungai seringkali terkena dampak pencemaran yang disebabkan oleh berbagai jenis aktivitas manusia yang dilakukan di sepanjang aliran sungai, maupun daerah sempadan sungai. Meningkatnya aktivitas domestik, pertanian, dan industri dapat mempengaruhi kondisi kualitas air sungai (Nangin, Langoy, dan Katili, 2015). Akibat menurunnya kondisi perairan tersebut berpengaruh terhadap kehidupan biota sungai salah satunya adalah makrozoobentos.

Makrozoobentos adalah salah satu kelompok organisme yang dapat digunakan sebagai parameter biologi untuk menentukan kondisi sungai akibat pencemaran. Makrozoobentos merupakan hewan makroinvertebrata yang hidup di permukaan

dasar maupun di dalam sedimen dasar perairan dan relatif menetap pada substrat. Karena sifatnya yang menetap di dasar perairan, membuat hewan ini terus-menerus terpapar pencemaran yang masuk ke dalam perairan. Terjadinya perubahan komposisi spesies dan kepadatan makrozoobentos merupakan respon terhadap perubahan yang terjadi di perairan seperti akibat adanya bahan pencemar yang berasal dari aktivitas antropogenik. Oleh karena itu makrozoobentos sering digunakan sebagai bioindikator untuk memonitor pencemaran perairan.

Pemantauan lingkungan suatu perairan secara biologis dapat dilakukan melalui *bioassessment*. Menurut Hakim dan Trihardiningrum (2012), metode *bioassessment* memiliki kelebihan yaitu komunitas biologis dapat mencerminkan keseluruhan integritas

ekologi yaitu kimia, fisik, dan biologis, komunitas biologis dapat mengintegrasikan tingkat toleransi yang berbeda, dan pemantauan rutin terhadap komunitas biologis relatif lebih mudah.

Pemilihan pendekatan atau metode adalah hal penting dalam penerapan *bioassessment*. Salah satu metode yang lebih banyak digunakan adalah *Biological Monitoring Working Party Average Score PerTaxon* (BMWP ASPT) karena secara teknis lebih cepat dan mudah untuk dikerjakan (Zybek *et al.*, 2014). Untuk penghitungan indeks ini, setiap famili makrozoobentos diberi skor sesuai kepekaan terhadap pencemar organik. Nilai toleransi ditetapkan dari 1 (taksa yang toleran sampai 10 (taksa yang sensitif).

Sungai Batang Arau merupakan salah satu sungai utama yang berada di Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat. Daerah aliran Sungai Batang Arau berhulu dari pegunungan Bukit Barisan dan bermuara di Samudera Indonesia. Sungai ini berada di sepanjang aliran urban (kawasan pemukiman dan industri). Sungai Batang Arau dimanfaatkan masyarakat untuk mandi, mencuci, sebagai bahan baku air minum, untuk kegiatan pertanian, peternakan, dan industri. Menurut Satria, Saputro dan Marwoto (2017), menurunnya kualitas air di Batang Arau disebabkan oleh limbah pabrik dan limbah domestik dari hulu hingga hilir sungai. Beberapa limbah pabrik yang masuk ke dalam sungai adalah dari Pabrik Semen Padang, industri *crude palm oil* (CPO), limbah dari pabrik karet dan limbah rumah sakit.

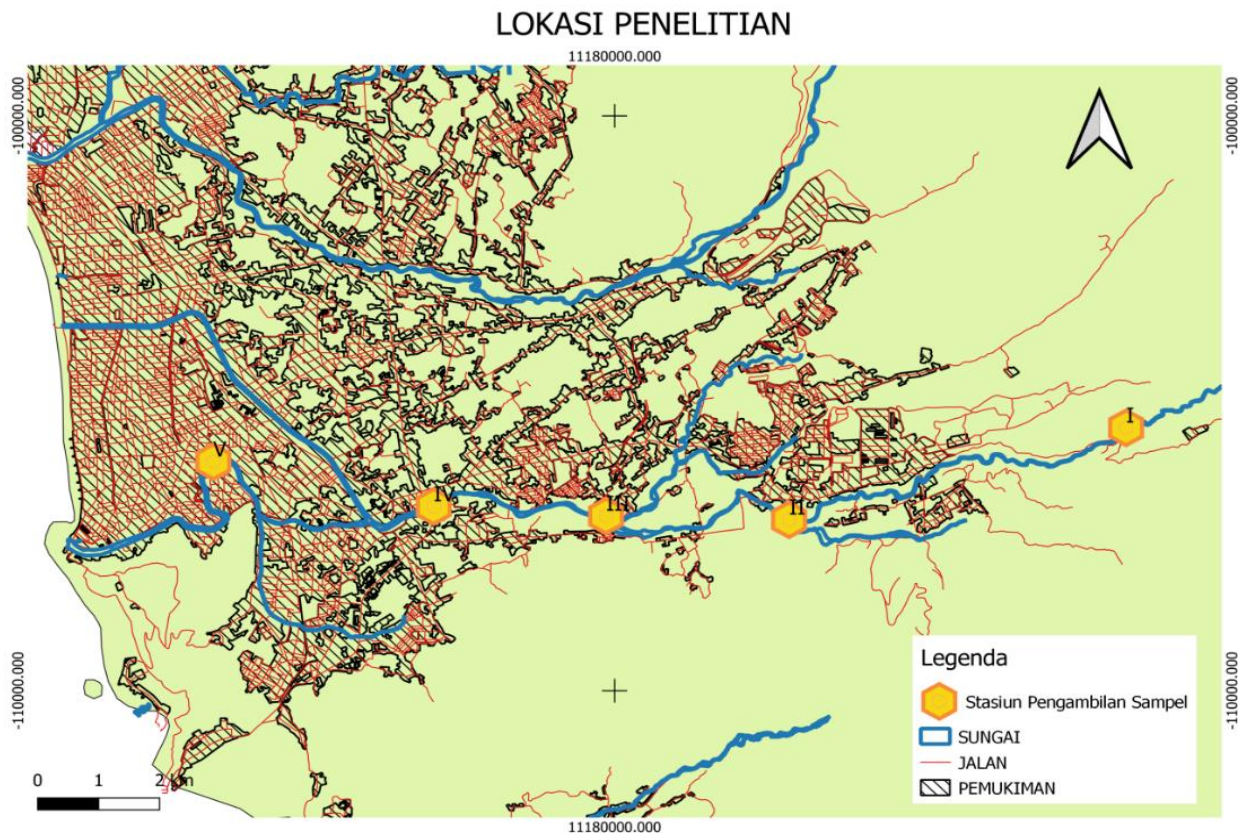
Meningkatnya jumlah penduduk dapat mengakibatkan aktivitas manusia juga semakin meningkat. Apabila pemanfaatan sungai dan limbah yang masuk ke dalam Sungai Batang Arau melebihi daya dukung sungai tentu akan memberikan tekanan terhadap sungai seperti menurunnya kualitas air sungai dan pada akhirnya berpengaruh terhadap struktur komunitas makrozoobentos yang ada di sungai tersebut. Berdasarkan hal tersebut maka akan dilakukan penelitian tentang *Bioassessment* Kualitas Air Dengan Menggunakan

Makrozoobentos di Sungai Batang Arau, Kota Padang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui komposisi makrozoobentos dan kualitas air Sungai Batang Arau berdasarkan indeks BMWP-ASPT.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret sampai September 2021 dengan menggunakan metode survey. Penentuan stasiun penelitian secara *purposive sampling* yang ditentukan berdasarkan rona lingkungan, di setiap stasiun diambil 5 sampel bentos pada mikrohabitat yang berbeda. Stasiun I berada di Lubuk Paraku dengan kondisi air masih relatif alami. Stasiun II di Indarung setelah pertemuan Sungai Batang Arau dan Batang Idas yang telah menerima aliran limbah dari aktivitas penambangan batu kapur. Stasiun III di Koto Lalang setelah pertemuan Sungai Batang Arau dan anak sungai dari Padang Besi yang sudah menerima limbah domestik dari perumahan yang padat. Stasiun IV di Ujung Tanah setelah pabrik pengolahan karet PT Teluk Luas. Stasiun V di Seberang Padang setelah pembuangan limbah rumah sakit Tentara Dr. Reksodiwiryo.

Pengambilan sampel makrozoobentos pada mikrohabitat berbatu dilakukan dengan menggunakan *surber net* ukuran 30 cm x 30 cm dan pada mikrohabitat berpasir dan berlumpur dilakukan dengan menggunakan *eckman grab* ukuran 15 cm x 15 cm. Sampel yang telah diambil disaring menggunakan saringan bertingkat dengan ukuran mata saringan 250  $\mu$ m. Hewan makrozoobentos yang tersaring dimasukkan ke dalam kantong plastik dan diawetkan dengan formalin 40% yang diatur hingga konsentrasi formalin dalam sampel menjadi 4% dan diberi label. Pada setiap stasiun dilakukan pengukuran dan pengamatan faktor fisika kimia perairan meliputi pH, DO, TOM, kecepatan arus, dan tipe substrat dasar perairan.



Gambar 1. Peta Sungai Batang Arau dan stasiun pengambilan sampel makrozoobentos

Identifikasi makrozoobentos dilakukan di Laboratorium Ekologi Hewan dengan menggunakan mikroskop bedah (*dissecting microscope*) dengan perbesaran 2 x 10 sampai 6 x 10, lalu sampel difoto dengan kamera dan diidentifikasi serta dihitung jumlahnya. Khusus untuk spesimen Chironomidae untuk membedakan genusnya dilakukan pengamatan yang lebih detail, yaitu dengan mengamati mentum, antena dan mandibula di bawah mikroskop perbesaran 10x60. Kemudian setiap genus yang berbeda dimasukkan ke dalam botol koleksi yang diberi alkohol 70% dan diberi label. Identifikasi dilakukan sampai tingkat genus dengan menggunakan buku acuan Merrit dan Cummins (1984), Pennak (1978), Milligan (1977) dan Kawai (1985). Analisis data meliputi komposisi jenis makrozoobentos dan analisis kualitas air menggunakan indeks BMWP-ASPT.

Makrozoobentos yang telah diidentifikasi dikelompokkan ke dalam ordo dan famili kemudian ditentukan score masing-masing famili dengan mengacu pada beberapa literatur terkait. Nilai total pada BMWP ini digunakan untuk menentukan nilai ASPT dengan rumus:

$$ASPT = \frac{\text{Jumlah skor indeks BMWP}}{\text{Jumlah famili yang ditemukan}}$$

Hasil dari perhitungan nilai ASPT (*Average Score Per Taxon*) kemudian dikategorikan dalam 4 kelompok yang dapat menentukan kualitas air (Tabel 1).

Tabel 1. Kategori Nilai ASPT dan kualitas air

>6.0	Tidak tercemar
5-6	Tercemar ringan
4-5	Tercemar sedang
<4.0	Tercemar berat

(Sumber : Mandaville, 2002)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Komposisi Komunitas Makrozoobentos*

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada perairan Sungai Batang Arau didapatkan sebanyak 37 genera yang tergolong 4 kelas, 12 ordo dan 25 famili. Keempat kelas tersebut terdiri dari Gastropoda, Insecta, Hirudinea, dan Oligochaeta (Tabel 2).



Tabel 2. Komposisi Makrozoobentos Sungai Batang Arau

No.	Kelas	Jumlah Ordo	Jumlah Famili	Jumlah Genera	Jumlah Individu
1	Gastropoda	3	3	6	355
2	Insecta	7	19	28	397
3	Hirudinea	1	2	2	50
4	Oligochaeta	1	1	1	25
	Total	12	25	37	827

Dari data yang telah didapatkan Kelas Insecta memiliki jumlah genera dan jumlah individu yang tinggi dibandingkan 3 kelas lainnya yaitu 28 genera yang tergolong 7 ordo, 19 famili dengan 397 individu. Hal ini disebabkan karena Insecta mampu beradaptasi pada berbagai kondisi lingkungan perairan. Kelas Insecta dapat hidup di berbagai kondisi dan substrat dasar perairan seperti berbatu, kerikil, dan lumpur, serta perairan yang berarus deras maupun lambat. Bentuk adaptasi Insecta terhadap aliran deras adalah memiliki tubuh yang pipih, mempunyai cakar yang kuat, mempunyai pelindung berupa tabung atau *case* dan mempunyai kaki yang memiliki alat penghisap (Meritt dan Cummins, 1984).

Selain Kelas Insecta, kelas yang banyak ditemukan jumlah individunya adalah Gastropoda yaitu sebanyak 355 individu yang tergolong pada 3 famili dan 6 genera. Kelas Gastropoda ditemukan pada perairan yang memiliki substrat berpasir dan berlumpur, pada substrat ini umumnya banyak terdapat bahan organik yang menjadi sumber makanan bagi makrozoobentos yang tergolong Gastropoda. Hal ini sesuai dengan pendapat Kariono *et al.*, (2013), yang menyatakan bahwa Kelas Gastropoda merupakan organisme perairan yang menyukai habitat perairan agak tenang serta bagian dasar perairan berupa lumpur yang biasanya mengandung bahan organik yang dibutuhkan Gastropoda sebagai sumber makanan.

Kelas Hirudinea dan Oligochaeta ditemukan dengan jumlah genera dan jumlah individu yang lebih sedikit dibandingkan dengan kelas lainnya. Kelas Hirudinea dan Oligochaeta ditemukan pada sungai yang memiliki komponen substrat dasar berlumpur dan berpasir,

mengandung bahan organik sebagai makanannya. Menurut Pennak (1978), bahwa organisme dari kelas Hirudinea memiliki persebaran yang terbatas, kelompok dari kelas ini hidup di tambak, rawa, danau, perairan dengan aliran arus lambat dan substrat dasar yang berlumpur.

Pada penelitian ini Kelas Gastropoda, Hirudinea, dan Oligochaeta hanya ditemukan pada bagian hilir Sungai Batang Arau. Hal ini dikarenakan pada hilir sungai terkontaminasi oleh berbagai limbah organik yang berasal dari aktivitas domestik, pertanian, dan pabrik, arus sungai relatif lambat sehingga substrat perairan didominasi oleh pasir dan lumpur yang sesuai untuk tempat hidup dari ke tiga kelas makrozoobentos tersebut.

#### *Kualitas Air Sungai Batang Arau berdasarkan BMWP-ASPT*

Untuk mengetahui status kualitas air di Sungai Batang Arau dilakukan dengan menghitung nilai indeks biotik berdasarkan komunitas makrozoobentosnya yang mengacu pada tingkat toleransi masing-masing taksa terhadap pencemaran organik. Indeks yang digunakan pada penelitian ini adalah indeks BMWP-ASPT (*Biological Monitoring Work Party – Average Score Per Taxon*). Makrozoobentos yang ditemukan di Sungai Batang Arau terdiri dari 25 famili. Masing-masing famili yang ditemukan pada setiap stasiun ditentukan skor BMWP berdasarkan beberapa literatur. Total skor BMWP menjadi dasar penentuan ASPT. Total score BMWP dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Skor BMWP masing-masing famili makrozoobentos yang didapatkan di setiap stasiun di Sungai Batang Arau

No.	Famili	Stasiun					*Modifikasi BMWP
		I	II	III	IV	V	
1	Thiaridae	-	-	-	3	3	3
2	Neritidae	-	-	-	6	6	6
3	Planorbidae	-	-	-	3	-	3
4	Elmidae	5	5	5	5	-	5
5	Psephenidae	5	-	-	-	-	5
6	Hydrophilidae	5	-	-	-	-	5
7	Chironomidae	2	2	2	2	-	2
8	Ceratopogonidae	-	4	-	-	-	4
9	Tipulidae	5	-	-	5	-	5
10	Baetidae	4	4	4	4	-	4
11	Caenidae	7	7	7	7	-	7
12	Heptageniidae	10	-	-	-	-	10
13	Perlidae	10	10	-	-	-	10
14	Gerridae	5	-	-	-	-	5
15	Pyralidae	8	8	8	8	-	8
16	Hydropsychidae	5	-	-	5	-	5
17	Polycentropodidae	7	7	7	-	-	7
18	Leptoceridae	10	10	-	10	-	10
19	Hydroptilidae	6	-	6	6	-	6
20	Molannidae	10	-	-	-	-	10
21	Philopotamidae	8	-	-	-	-	8
22	Brachycentridae	10	-	-	-	-	10
23	Erpobdellidae	-	-	-	3	3	3
24	Gloshiponiidae	-	-	-	3	-	3
25	Tubificidae	-	-	-	1	1	1
Total_Skor BMWP		122	57	39	71	13	
Nilai ASPT		6,7	6,3	5,5	4,73	3,25	

Keterangan: \*Modifikasi berdasarkan: Armitage (1996); Hawkes (1997); Lestari dan Thriadiningrum (2011); Demool *et al* (2017); Ardenta (2018); Nasution *et al* (2020).

Mandaville (2002) mengelompokkan nilai ASPT menjadi 4 kategori yaitu nilai ASPT > 6 tergolong perairan tidak tercemar, 5-6 tergolong tercemar ringan, 4-5 tergolong tercemar sedang, dan < 4 tergolong tercemar berat. Berdasarkan nilai kategori ASPT pada masing-masing stasiun, diketahui bahwa kondisi perairan Sungai Batang Arau mengalami penurunan dari hulu ke hilir, mulai dari tidak tercemar sampai tercemar berat.

Tabel 4. Kualitas Air Sungai Batang Arau Berdasarkan BMWP-ASPT

No.	Stasiun	ASPT	Kualitas Air
1	Stasiun I	6,7	Tidak Tercemar
2	Stasiun II	6,3	Tidak Tercemar
3	Stasiun III	5,5	Tercemar Ringan
4	Stasiun IV	4,73	Tercemar Sedang
5	Stasiun V	3,25	Tercemar Berat

Nilai tertinggi terdapat pada Stasiun I yaitu 6,7 yang menunjukkan bahwa perairan stasiun ini tergolong tidak tercemar. Pada Stasiun I merupakan daerah hulu sungai yang kondisi perairannya masih tergolong alami dan masih sedikit aktivitas manusia. Bagian hulu sungai banyak terdapat makrozoobentos BMWP-ASPT kelompok Ephemeroptera, Trichoptera dan Pelecoptera, tiga ordo ini sensitif terhadap perubahan lingkungan sehingga dapat dijadikan indikator yang menunjukkan kualitas perairan yang tergolong masih bersih. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Demool *et al.*, (2017), pada penelitian tersebut kelompok EPT banyak ditemukan di beberapa stasiun penelitian dan kualitas perairan umumnya tergolong bersih.

Pada Stasiun II kualitas perairan masih tergolong bersih atau tidak tercemar. Meskipun pada stasiun ini sudah dimasuki Sungai Batang Idas di mana terdapat aktivitas penambangan batu kapur. Pada Stasiun II genera yang ditemukan lebih sedikit dari pada Stasiun I, terutama pada Ordo Trichoptera yang juga menjadi salah satu indikator perairan dengan kualitas air bersih.

Pada Stasiun III kualitas air sudah tergolong tercemar ringan dilihat dari nilai ASPT yaitu 5,5. Menurunnya kualitas air pada stasiun ini disebabkan karena menerima limbah rumah tangga, dan aktivitas pertanian. Pada stasiun ini ditemukan jenis Chironomidae dan Baetidae yang memiliki kepadatan tinggi. Ardenta (2018) juga menemukan dua kelompok makrozoobentos ini yang mengindikasikan adanya polusi bahan organik karena jenis ini toleran pada perairan yang mengandung bahan organik.

Pada Stasiun IV kondisi kualitas perairan tergolong tercemar sedang dilihat dari nilai ASPT yaitu 4,73. Stasiun ini menerima limbah padat/cair dari pabrik karet sehingga menyebabkan substrat menjadi berlumpur, selain itu juga terdapat aktivitas masyarakat mengambil kerikil dan pasir (galian C) yang tentunya berpengaruh terhadap habitat makrozoobentos. Substrat dasar yang berlumpur pada stasiun ini menyebabkan

makrozoobentos genus *Tubifex* banyak ditemukan karena hewan ini toleran terhadap perairan yang memiliki substrat lumpur dan kaya akan bahan organik yang dijadikan sebagai sumber nutrisi oleh *Tubifex*. Selain itu jenis dari kelompok Gastropoda dan Hirudinea juga ditemukan pada stasiun ini. Tiga kelompok hewan ini menyukai perairan yang memiliki kadar organik tinggi dan dapat hidup pada kadar oksigen yang rendah.

Nilai ASPT terendah terdapat pada stasiun V yaitu 3,25 yang tergolong pada kriteria tercemar berat. Di sekitar Stasiun V terdapat rumah sakit yang saluran pembuangan limbahnya ke Sungai Batang Arau, serta pemukiman penduduk yang padat. Adanya masukan limbah yang berasal rumah sakit, kegiatan rumah tangga, serta arus pada stasiun ini lambat menyebabkan limbah yang berasal dari stasiun-stasiun sebelumnya terakumulasi pada Stasiun V sehingga kandungan bahan organik pada stasiun ini lebih tinggi dari pada stasiun sebelumnya. Pada stasiun ini ditemukan makrozoobentos yang menyukai perairan dengan kadar organik tinggi yaitu dari kelompok Gastropoda, Hirudinea dan Oligochaeta. Gastropoda memiliki cangkang dan operculum sebagai penutup tubuh mampu untuk melindungi diri dari bahan pencemar. Othman *et al.*, (2012), Gastropoda memiliki operculum yang mempertahankan kondisi tubuh dari kekeringan dan dapat melindungi diri dari paparan bahan kimia beracun di lingkungan sehingga taksa ini dapat dijadikan sebagai bioindikator ekosistem yang telah tercemar.

#### *Faktor fisika dan kimia perairan Sungai Batang Arau*

Komposisi komunitas makrozoobentos dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Menurut Dahuri (2002), keberadaan atau banyaknya populasi dan distribusi dari suatu organisme dalam suatu ekosistem bergantung pada toleransi organisme tersebut terhadap beberapa faktor fisika kimia dari perairan. Hasil pengukuran faktor fisika dan kimia air yang telah dilakukan di Sungai Batang Arau ditampilkan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Faktor fisika dan kimia perairan Sungai Batang Arau

No.	Parameter Fisika Kimia Air	Stasiun				
		I	II	III	IV	V
1	pH	6,8	6,8	7	6,5	5,5
2	DO (ppm)	7,05	6,45	5,64	5,04	4,63
3	Total Bahan Organik (mg/ ℓ)	1,14	2,29	5,33	5,42	5,63
4	Kecepatan Arus (cm/detik)	63,54	46,86	47,20	26,84	23,80
5	Tipe Substrat	B.K.P	B.K.P	B.K.P	B.P.K.L	L.P

Keterangan: Tipe substrat (B= Batu, K= Kerikil, P= Pasir, L= Lumpur).

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Komunitas makrozoobentos yang ditemukan pada Sungai Batang Arau sebanyak 37 genera yang tergolong pada 4 kelas (Gastropoda, Insecta, Hirudinea, dan Oligochaeta), 13 ordo dan 25 famili.
2. Kualitas air Sungai Batang Arau berdasarkan indeks BMWP-ASPT pada Stasiun I dan II tergolong tidak tercemar, Stasiun III tercemar ringan, Stasiun IV tercemar sedang dan Stasiun V tercemar berat.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Bapak Dr. Aadrean, Prof. Dr. Indra Junaidi Zakaria dan Dr. Jabang Nurdin atas sumbangannya dalam penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ardenta, L. 2018. Bioassessment Sungai Lahar Menggunakan Makrobentos Di Kecamatan Kepanjen Kidul Dan Sukorejo Kota Blitar. *Skripsi*. Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Armitage, P. D., D. Moss, J. F Wright, and M. T Furse. 1983. The Performance Of A NEW biological Water Quality Score System Based On Macroinvertebrates Over A Wide Range Of Unpolluted Running Water Sites. *Water Res.* 17(3) : 333-347.
- Dahuri, R. 1995. *Metode dan Pengukuran Kualitas Air Aspek Biologi*. IPB. Bogor.
- Demool, M and T.O. Prommi. 2017. The Use of Biotic Indices for Evaluation of Water Quality in the

Streams, Western Thailand. *Int. J.Pharm. Res. Allied Sci.* 6(1): 89-98.

- Hakim, A.R.W. dan Y. Trihardiningrum. 2012. Studi Kualitas Air Sungai Branta sBerdasarkan Makroinvertebrata. *Jurnal Sains dan Seni Pomits.* 1(1): 1-6.
- Hawkes, A.H. 1997. Origin and Development of the Biological Monitoring Working Party (BMWP) Score System. *Water Research.* 32 (3) : 964-968.
- Kariono, M., Achmad, R. dan Bustamin. 2013. Kepadatan dan Frekuensi Gastropoda Air Tawar di Kecamatan Gumbasa Kabupaten Sigi. *Jurnal e-Jipbiol.* (1) : 57-64.
- Kawai, T. 1985. *An Illustrated Book of Aquatic Insect of Japan (in Japanese)*. ISBN4-486-00884-7. Japan.
- Lestari, I. W dan Y. Trihadiningrum. 2011. *Bioassessment* Kualitas Air Sungai Rejoso Di Kecamatan Rejoso Pasuruan Dengan Makroinvertebrata. *Skripsi*. Jurusan Teknik Lingkungan. Fakultas Teknik. Institusi Teknologi Semarang. Semarang.
- Mandaville, S.M. 2002. *Benthic Macroinvertebrates in Freshwaters-Taxa Tolerance Values, Metrics and Protocols*. Soil and Water Conservation Society of Metro Halifax. Research Scientist III, Division of Water. New York State Department of Environmental Conservation.
- Merrit, R.W dan K. W. Cummins, 1984. *An Introduction to The Aquatic Insects of North America*. Edisi 2. Kendall Hunt Publishing Company. USA.
- Milligan, M. R. 1977. *Identification Manual for the Aquatic Oligochaeta of Florida*. Vol.1. Florida Departemen of Environmental Protection. Tallahassee Florida.
- Nangin, S. R.,M. L. Langoy dan D. Y. Katili. 2015. Makrozoobentos Sebagai Indikator Biologis dalam Menentukan Kualitas Air Sungai Suhuyon Sulawesi Utara. *Jurnal MIPA UNSRAT* 4(2): 165-168.
- Nasution, R. A., Nofrita, E.T. Putri dan Izmiarti. 2020. Bioassessment Of Batang Air Dingin Water

Quality by Using Macrozoobenthos in Koto Tangah District, Padang City. *And.Int. J. Agric. Nat. Sci.* 1(1): 18-24.

- Othman, M.S., R. Amalina dan Y. Nadzifah. 2012. Toxicity of Metals to a Freshwaters Snail, *Melanoides tuberculata*. *The Scientific World Journal.* 22(1):1-10.
- Pennak, R.W. 1978. *Freshwater Invertebrates of United States*. The Ronald Press Company. New York.
- Satria, F. W., S. Saputro dan J. Marwoto. 2017. Analisa Pola Sebaran Sedimen Dasar Muara Sungai Batang Arau Padang. *Journal of Oceanography*, 6 (1): 47-53.
- Zeybek, M., H. Kalyoncu., B. Karakas., dan S. Özgül. 2014. The Use of BMWP and ASPT Indices for Evaluation of Water Quality According to Macroinvertebrates in Değirmendere Stream (Isparta, Turkey). *Jurnal Turk J Zool.* 38: 603-613.