



Bioassessment Kualitas Air Sungai Batang Kandis dengan Menggunakan Makrozoobentos di Kecamatan Koto Tangah, Kota Padang

Bioassessment of Batang Kandis River Water Quality Using Macrozoobenthos in Koto Tangah district, Padang City

Muhammad Nur Allatif^{*}, Izmiarti dan Nofrita

Laboratorium Ekologi Hewan, Jurusan Biologi FMIPA Universitas Andalas

SUBMISSION TRACK

Submitted : 2020-12-04
Revised : 2021-05-06
Accepted : 2021-06-20
Published : 2021-06-23

KEYWORDS

bioassessment,
macrozoobenthic,
Batang Kandis river,
BMWP-ASPT

*CORRESPONDENCE

email:
mhdnurallatif@gmail.com

ABSTRACT

This study was conducted from July to December 2019 which was aimed to determine the composition of macrozoobenthic community and to assess the water quality of the Batang Kandis river based on the BMWP-ASPT index. A survey method was used in this study. The study site was determined by purposive sampling based on environmental condition which was divided into four stations. Macrozoobenthos samples were taken using a surber net (30 x 30 cm²). The physical and chemical factors of water condition were measured during sampling time. The results showed that 23 genera of macrozoobenthic communities were found in the Batang Kandis river which were consisted of two classes *i.e.*, Hirudinea (1 order, 1 family, 1 genus) and Insect (7 orders, 14 families, 22 genera). These macrozoobenthic communities had an average density ranges from 220.00 - 706.67 ind. m⁻² with the highest density was found at Station II and the lowest one at Station IV. Variation in the predominant genus was found at every station: *Orthocladius* and *Elophila* (station I); *Polypedilum*, *Orthocladius*, *Elophila*, and *Hydropsyche* (station II); *Polypedylum*, *Macropelopia*, and *Caenis* (station III); and *Polypedylum*, *Orthocladius*, and *Caenis* (station IV). The water quality of Batang Kandis river was classified into not polluted (station I, II and III) to slightly polluted (station IV) based on the BMWP-ASPT indexes.

PENDAHULUAN

Sungai Batang Kandis merupakan salah satu sungai yang terdapat di Kota Padang yang berada di Kecamatan Koto Tangah. Sungai ini berasal dari air terjun Lubuak Rantiang dan bermuara di Pasia Jambak dengan panjang aliran 21,91 km. Di sepanjang aliran dan daerah sempadan sungai dimanfaatkan oleh masyarakat untuk berbagai kegiatan, seperti pemukiman, perkantoran dan aktivitas lainnya. Pada segmen hulu sungai Batang Kandis terjadi alih fungsi lahan, yaitu dibukanya kawasan hutan untuk pembangunan Kampus III Universitas Islam Negeri (UIN) Imam Bonjol. Pada segmen tengah sungai terdapat kolam-kolam tempat pembenihan ikan, bendungan, galian C berupa penggalian batu, kerikil, dan pasir, serta terdapat banyak perumahan penduduk di sempadan sungai. Pada bagian hilir sungai terdapat pabrik karet serta kegiatan masyarakat lainnya yang limbahnya masuk kedalam sungai. Semua aktivitas baik dalam sungai maupun di sempadan sungai akan berpengaruh terhadap kualitas air

sungai (fisika dan kimia) yang pada akhirnya juga mempengaruhi kehidupan biota air di sungai tersebut. Salah satu biota air yang terkena dampak adalah makrozoobentos.

Makrozoobentos merupakan hewan invertebrata yang hidup dipermukaan sedimen atau di dalam sedimen dasar perairan. Makrozoobentos hidupnya relatif menetap pada substrat dasar perairan, karena itu hewan ini terus-menerus dikenai pencemar yang masuk kedalam perairan. Oleh karena itu untuk monitoring pencemaran perairan, makrozoobentos sering digunakan sebagai bioindikator (Sahidin dkk., 2014).

Penggunaan indeks biotik dalam menentukan kualitas air sungai sudah banyak dilakukan (Wardhana, 1999). Salah satu indeks yang spesifik untuk menentukan kualitas air dengan menggunakan makrozoobentos adalah Biological Monitoring Working Party-Average Score Per Taxon (BMWP-ASPT). BMWP-ASPT mengelompokkan biota benthik berdasarkan kemampuannya dalam merespon cemaran di

habitatnya menjadi 10 tingkatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi komunitas makrozoobentos dan kualitas air sungai Batang Kandis berdasarkan indeks BMWP-ASPT.

METODE PENELITIAN

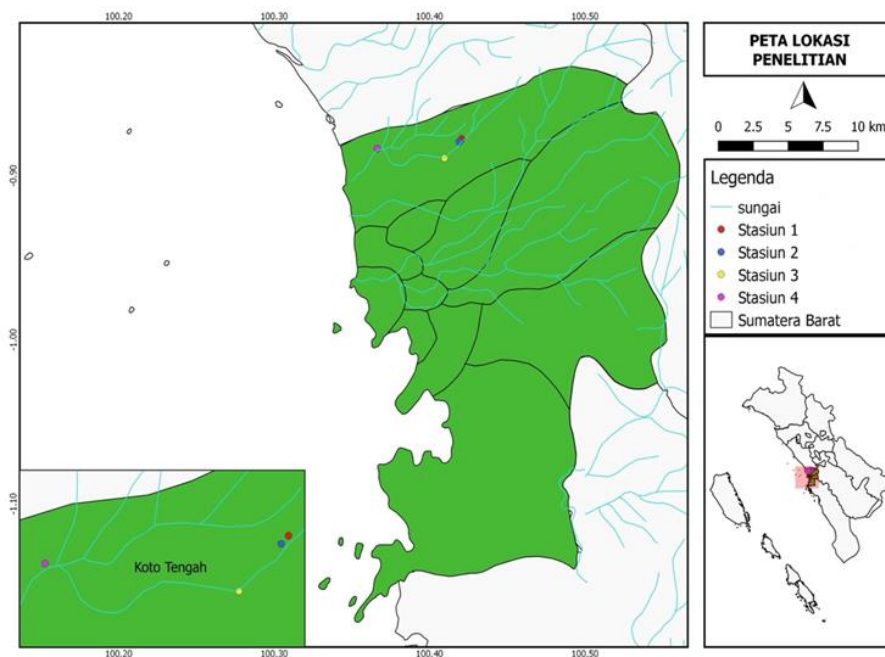
Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli sampai Desember 2019 dengan menggunakan metode survey pada aliran sungai Batang Kandis. Penentuan stasiun penelitian secara purposive sampling berdasarkan rona lingkungan. Setiap stasiun diambil lima sampel bentos, masing-masing pada mikrohabitat yang berbeda. Stasiun I berada didaerah hulu sebelum Kampus III UIN Imam Bonjol Padang. Stasiun II berada setelah Kampus III UIN Imam Bonjol Padang. Stasiun III berada di area camping dimana terdapat aktivitas penduduk seperti galian C dan kolam pembenihan ikan. Stasiun IV berada di Kelurahan Batipuh Panjang, Kecamatan Koto Tengah dimana terdapat PT Lembah Karet.

Pengambilan sampel makrozoobentos dilakukan dengan menggunakan surber net ukuran 30x30 cm. Sampel yang telah diambil disaring menggunakan saringan bertingkat dengan ukuran mata saringan 250 µm dan 4,75 mm yang disusun berurutan, ukuran besar diatas dan ukuran kecil

dibawah. Hewan makrozoobentos yang terkoleksi 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 pengamatan dan pengukuran faktor fisika dan kimia perairan meliputi suhu, kecepatan arus, Dissolved Oxygen (DO), pH air, tipe substrat, Biochemical Oxygen Demand (BOD), Total Suspended Solid (TSS), dan Total Organic Matter (TOM).

Identifikasi makrozoobentos dilakukan di laboratorium Ekologi Hewan jurusan Biologi FMIPA Universitas Andalas dengan menggunakan dissecting microscope. Identifikasi dilakukan sampai tingkat genus dengan menggunakan buku acuan Merrit dan Cummins (1984), Pennak (1978), Wiederholm (1984) dan Ward (1992). Analisis data meliputi komposisi jenis, kepadatan, kepadatan relatif makrozoobentos dan analisis kualitas air menggunakan indeks BMWP-ASPT.

Makrozoobentos yang telah diidentifikasi dikelompokkan ke dalam famili kemudian ditentukan skor masing-masing famili berdasarkan tabel BMWP (Tabel 1), total skor semua famili sebagai dasar perhitungan ASPT (Average Score Per Taxon).



Gambar 1. Peta lokasi penelitian di sungai Batang Kandis

Tabel 1. Modifikasi BMWP (*Biological Monitoring Working Party*) dari berbagai sumber

Famili	BMWP ¹	BMWP ²	BMWP ³	BMWP ⁴	BMWP ⁵	BMWP ⁶	BMWP ⁷
Glossiphoniidae	-	-	-	3	-	3	3
Elmidae	-	5	5	-	5	-	2
Gyrinidae	-	-	-	5	-	5	5
Psephenidae	-	-	-	-	-	-	5
Chironomidae	2	2	2	2	2	2	2
Tipulidae	5	5	5	5	5	5	5
Caenidae	-	-	-	7	-	7	7
Heptageniidae	10	10	10	10	10	10	10
Leptophlebiidae	-	-	-	10	-	10	10
Siphonuridae	-	-	-	10	-	10	10
Naucoridae	-	-	-	5	-	5	5
Pyrilidae	-	-	-	-	-	-	5
Perlidae	10	10	10	10	10	10	10
Hydropsychidae	5	5	5	5	5	5	5
Polycentrophidae	-	-	-	7	-	7	7

Sumber. ¹Le-Thu-Ha *et al* (2002); ²Demool *et al* (2017); ³Hawkes (1997); ⁴Lestari (2011); ⁵Ardenta (2018); ⁶Armitage *et al* (1983); ⁷Ruiz-Picos *et al* (2017).

Nilai ASPT digunakan untuk menentukan kualitas air pada sungai Batang Kandis:

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

Hasil dari perhitungan nilai ASPT kemudian dikategorikan dalam 4 kelompok yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kategori nilai *Average Score Per Taxon* (ASPT)

Nilai ASPT	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

Makrozoobentos yang ditemukan di sungai Batang Kandis sebanyak 23 genera yang tergabung ke dalam dua kelas, 8 ordo, 15 famili. Kelas tersebut adalah Hirudinea yang ditemukan satu genus dari Famili Glossiphoniidae dan ordo Rhynchobdellida. Kelas Insecta ditemukan 22 genera yang tergolong 14 famili dan tujuh ordo

yaitu: ordo Coleoptera dengan famili Elmidae, Gyrinidae, Psephenidae); ordo Diptera dengan famili Chironomidae, Tipulidae; ordo Ephemeroptera dengan famili Caenidae, Heptageniidae, Leptophlebiidae, Siphonuridae; ordo Hemiptera dengan famili Naucaridae); ordo Lepidoptera dengan famili Pyralidae; ordo Plecoptera dengan famili Perlidae; ordo Trichoptera dengan famili Hydropsychidae, Polycentrophidae) (Tabel 3).

Tabel 3. Komposisi komunitas makrozoobentos yang ditemukan di sungai Batang Kandis

No. Kelas	Jumlah Ordo	Jumlah Famili	Jumlah Genus	Total Individu (n=20)
1 Hirudinea	1	1	1	12
2 Insecta	7	14	22	773
Total	8	15	23	785

Kelas Insecta paling banyak ditemukan di Sungai Batang Kandis baik jumlah ordo, famili, maupun genus. Hal ini disebabkan karena di perairan Insecta memiliki jumlah anggota yang banyak, selain itu tingginya jumlah genus di Sungai Batang Kandis juga disebabkan karena kondisi lingkungan yang sesuai untuk kehidupannya dan kemampuan adaptasi yang lebih baik untuk menyesuaikan diri dengan

lingkungan baik perairan mengalir maupun perairan tenang.

Kelas Hirudinea paling sedikit ditemukan di Sungai Batang Kandis baik jumlah Ordo, Famili, maupun Genus. Total individu dari kelas ini sebanyak 12 individu. Kelas Hirudinea di Sungai Batang Kandis hanya ditemukan pada substrat yang halus dengan arus yang lambat. Pennak (1978) menyatakan bahwa anggota dari kelas Hirudinea tempat hidupnya terbatas, umumnya mereka hidup di daerah danau, rawa, dan perairan dengan aliran arus yang lambat. Selain menyukai perairan dengan aliran arus yang lambat, Hirudinea menyukai perairan yang memiliki substrat halus seperti pasir dan lumpur.

Kepadatan dan Kepadatan Relatif Makrozoobentos

Pada Tabel 4 dapat dilihat kepadatan makrozoobentos pada masing-masing stasiun di Sungai Batang Kandis bervariasi berkisar dari

220,00-706,67 ind. m⁻². Pada Stasiun I ditemukan 19 taksa dengan total kepadatan 475,56 ind. m⁻². Menurut Rondo (1982), genus yang memiliki Kepadatan Relatif besar dari 10% disebut dengan genus dominan. Genera yang dominan pada masing-masing stasiun bervariasi. Di Stasiun I terdapat dua genera dominan yaitu *Orthocladius* (KR=22,90%) dan *Elophila* (KR=10,75%). *Orthocladius* tergolong kedalam famili Chironomidae subfamili Orthocladinae. Umumnya genus ini mendiami perairan yang mengalir, beberapa genera juga dapat hidup di danau, rawa, dan kolam (Wiederholm, 1984). *Orthocladius* mampu bertahan di perairan yang berarus deras karena mampu menempelkan tubuhnya pada permukaan substrat dengan cakar kuat yang dimilikinya (Merrit dan Cummins, 1974). *Elophila* tergolong kedalam Ordo Lepidoptera famili Pyralidae. Umumnya ordo Lepidoptera memiliki sekresi sutera yang lengket, sekresi ini berguna bagi genus ini untuk melekatkan tubuhnya pada substrat sehingga dapat bertahan di arus yang deras (Ward, 1992).

Tabel 4. Genus dominan dan kepadatan total makrozoobentos pada masing-masing stasiun di sungai Batang Kandis

Genus Predominan	Stasiun I		Stasiun II		Stasiun III		Stasiun IV	
	K	KR	K	KR	K	KR	K	KR
1. <i>Polypedilum</i> (Insecta; Chironomidae)			77,78	11,01	37,78	11,04	53,33	24,24
2. <i>Orthocladius</i> (Insecta; Chironomidae)	108,89	25,90	111,11	15,72			71,11	32,32
3. <i>Macropelopia</i> (Insecta; Chironomidae)					37,78	11,04		
4. <i>Caenis</i> (Insecta; Caenidae)					122,22	35,71	22,22	10,10
5. <i>Elophila</i> (Insecta; Pyralidae)	51,11	10,75	84,44	11,95				
6. <i>Hydropsyche</i> (Insecta; Hydropsychidae)			102,22	14,47				
Jumlah Taksa	19		20		15		14	
Kepadatan Total (ind. m ⁻²)	475,56		706,67		342,22		220,00	

Ket. K; kepadatan (ind. m⁻²) dan KR; kepadatan relatif (%)

Pada Stasiun II ditemukan 20 taksa dengan total kepadatan 706,67 ind. m⁻². Genus dominan di stasiun ini yaitu *Polypedilum* (KR=11,01%), *Orthocladius* (KR=15,72%), *Elophila* (KR=11,95%), dan *Hydropsyche* (KR=14,47%).

Polypedilum tergolong kedalam famili Chironomidae subfamili Chironominae. Kepadatan yang tinggi dari genus ini pada Stasiun II bisa disebabkan karena *Polypedilum* umumnya dapat hidup di perairan tenang maupun di perairan mengalir. *Polypedilum* hidup dengan cara masuk kebagian permukaan bawah substrat (Ward, 1992). Menurut Merrit dan Cummins (1974),

larva dari Chironominae banyak ditemukan pada permukaan batu yang ditutupi oleh pasir dan lumpur. Kondisi yang sesuai seperti kecepatan arus dan substrat pada stasiun II menyebabkan genus ini memiliki kepadatan yang tinggi.

Polypedilum juga memiliki kepadatan yang tinggi di Stasiun II, genus ini tergolong kedalam ordo Trichoptera famili Hydropsychidae. Pada stasiun ini substrat di dominasi oleh kerikil dan bebatuan disertai dengan adanya lumut di permukaan batu tersebut. Menurut Voshell (2002), Hydropsychidae dapat hidup diberbagai area pada lingkungan sungai dengan substrat berbatu dan berkerikil disertai serasah dan lumut.

Pada Stasiun III ditemukan 15 taksa dengan total kepadatan 342,22 ind. m⁻². Genus dominan di stasiun ini yaitu *Polypedilum* (KR=11,04%), *Macropelopia* (KR=11,04%), dan *Caenis* (KR=35,71%). *Polypedilum* dan *Macropelopia* tergolong kedalam famili yang sama yaitu Chironomidae. *Macropelopia* termasuk kedalam subfamili Tanypodinae. Keberadaan *Macropelopia* yang tergolong tinggi di Stasiun III karena pada stasiun ini memiliki arus yang lebih lambat dan substrat yang lebih halus dari stasiun sebelumnya (Tabel 7). Menurut Wiederholm (1984), umumnya larva *Macropelopia* hidup di perairan tenang. Larva dari Tanypodinae ini juga dapat ditemukan di perairan mengalir karena memiliki cakar untuk bertahan dari arus dengan menempelkan tubuhnya pada substrat. Kepadatan yang tinggi dari *Macropelopia* juga disebabkan karena adanya sumber makanan, larva dari Tanypodinae bersifat sebagai predator (Merrit dan Cummins, 1974).

Pada Stasiun IV ditemukan 14 taksa dengan total kepadatan 220,00 ind. m⁻². Genus dominan di stasiun ini yaitu *Polypedilum* (KR=24,24%), *Orthocladius* (KR=32,32%), dan *Caenis* (KR=10,10%). *Polypedilum* dan *Orthocladius* sama-sama tergolong kedalam larva Chironomidae, keberadaannya sangat dipengaruhi oleh substrat dan bahan organik di perairan. Pada stasiun ini substratnya lebih halus dan berlumpur disebabkan partikel halus pada stasiun sebelumnya terbawa oleh arus perairan

dan mengendap di Stasiun IV yang memiliki arus yang lebih lambat. Kandungan organik di stasiun ini juga lebih tinggi dibandingkan stasiun sebelumnya (Tabel 7), selain disebabkan oleh limbah karet, stasiun ini juga mengakumulasi hasil dari stasiun sebelumnya. Secara umum, sebagian besar siklus hidup dari Chironomidae berada pada stadia larva dan membentuk tabung pada substrat berlumpur sebagai bentos perairan dan tersebar luas di lingkungan perairan tawar (Wiederholm, 1984).

Kualitas air sungai Batang Kandis berdasarkan analisis BMWP-ASPT

Makrozoobentos yang ditemukan di Sungai Batang Kandis terdiri dari 15 famili. Famili yang sudah ditemukan selanjutnya ditentukan nilai BMWP beserta ASPT pada masing-masing stasiun. Nilai BMWP setiap famili yang didapatkan pada masing-masing stasiun di Sungai Batang Kandis dapat dilihat pada Tabel 5.

Mandaville (2002) menetapkan kualitas air sungai berdasarkan nilai ASPT menjadi 4 kriteria yaitu bila nilai ASPT > 6 digolongkan pada kategori kualitas air tidak tercemar, 5-6 tercemar ringan, 4-5 tercemar sedang, dan < 4 kategori tercemar berat. Berdasarkan nilai ASPT tersebut maka Stasiun I, II dan III pada sungai Batang Kandis kualitas airnya tergolong tidak tercemar dan stasiun IV tercemar ringan (Tabel 6). Pada Stasiun I masih belum banyak aktivitas manusia disekitar badan perairan sungai. Stasiun ini dapat dikatakan belum terjadi gangguan pada perairannya. Pada Stasiun II sudah terdapat aktivitas pembangunan yaitu kampus III UIN Imam Bonjol, namun aktivitas pada kampus ini masih belum beroperasi secara menyeluruh sehingga belum menunjukkan pengaruh yang besar pada perairan. Hal ini ditunjukkan dengan kategori kualitas perairannya tidak tercemar. Pada Stasiun III kualitas airnya juga masih tergolong tidak tercemar. Pada stasiun ini sudah terdapat aktivitas berupa tempat pembenihan ikan dan galian C yang dapat mempengaruhi habitat dari makrozoobentos dimana aktivitas ini dapat merusak substrat tempat hidupnya. Namun dampak yang dihasilkan oleh penggalian ini akan

terlihat pada stasiun berikutnya dimana partikel-partikel substrat yang lebih halus akan mengendap di Stasiun IV.

Pada Stasiun IV kualitas airnya tergolong tercemar ringan. Stasiun IV terletak di daerah yang menerima pembuangan limbah karet, adanya pembuangan limbah ini memungkinkan perairan menjadi tercemar dan kandungan bahan organiknya meningkat (Tabel 7). Menurut

Suwardin (1989) dalam Yulianti dkk. (2005), kandungan limbah cair pabrik karet berupa komponen karet (karotenoid, protein, nitrat, lipid, ammonia, dan garam anorganik). Menurut Effendi (2003) ammonia merupakan kandungan limbah cair karet yang bersifat toksik di perairan. Kandungan dari limbah karet yang masuk kedalam perairan ini akan mempengaruhi keberadaan bentos di perairan tersebut.

Tabel 5. Score BMWP dari famili makrozoobentos yang didapatkan di sungai Batang Kandis

No.	Families	Score				Nilai BMWP	Modifikasi
		Stasiun I	Stasiun II	Stasiun III	Stasiun IV		
1	Glossiphoniidae	-	-	3	3	3	
2	Elmidae	5	5	5	5	5	
3	Gyrinidae	5	5	-	-	5	
4	Psephenidae	5	5	5	-	5	
5	Chironomidae	2	2	2	2	2	
6	Tipulidae	5	5	5	5	5	
7	Caenidae	-	7	7	7	7	
8	Heptageniidae	-	-	10	-	10	
9	Leptophlebiidae	10	10	10	10	10	
10	Siphonuridae	10	10	-	10	10	
11	Naucoridae	5	-	-	-	5	
12	Pyralidae	5	5	5	5	5	
13	Perlidae	10	10	10	-	10	
14	Hydropsychidae	5	5	-	-	5	
15	Polycentrophidae	7	7	7	-	7	
Total		74	76	69	47		
Nilai ASPT		6,17	6,33	6,27	5,87		

Tabel 6. Kriteria kualitas air sungai Batang Kandis berdasarkan BMWP-ASPT

Stasiun	Nilai ASPT	Kualitas air
I	6,17	Tidak tercemar
II	6,33	Tidak tercemar
III	6,27	Tidak tercemar
IV	5,87	Tercemar ringan

Selain adanya pengaruh dari limbah karet, di Stasiun IV tersebut juga sudah terakumulasi semua hasil buangan dari stasiun sebelumnya seperti adanya tempat pembenihan ikan, galian C, limbah rumah tangga, maupun pembangunan, namun dengan adanya kegiatan tersebut hanya menyebabkan Stasiun IV perairannya tergolong tercemar ringan.

Dari Tabel 7 dapat dilihat nilai dari masing-masing faktor fisika dan kimia perairan Sungai Batang Kandis. Nilai faktor fisika-kimia yang telah diukur masih sesuai untuk kehidupan dari makrozoobentos.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Komposisi makrozoobentos di Sungai Batang Kandis terdiri dari 23 genera yang tergolong kedalam 2 kelas (Hirudinea dan Insecta), 8 ordo, dan 15 famili; (a) kepadatan makrozoobentos pada masing-masing stasiun di sungai Batang Kandis berkisar antara 220,00-706,67 ind. m⁻² (tertinggi pada Stasiun II dan terendah pada Stasiun IV); (b) genera dominan yang ditemukan adalah *Orthocladius*, *Polypedilum*, *Elophila*, *Hydropsyche*, *Macropelopia*, dan *Caenis* bervariasi di setiap stasiun.
- 2) Kualitas air sungai Batang Kandis berdasarkan indeks BMWP-ASPT tergolong tidak tercemar pada stasiun I, II, dan III dan tercemar ringan pada stasiun IV.

Tabel 7. Faktor fisika-kimia perairan ungai Batang Kandis

No.	Faktor Fisika-Kimia	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3	Stasiun 4
1	Suhu air (°C)	28	29	28	27,5
2	Kuat arus (cm/s)	49,77	28,63	13,88	6,12
3	Tipe substrat	B, K, P	B, K, P	P, L, K, B	L, P, K, B
4	pH	6	6	6	6
5	DO (ppm)	6,84	6,70	6,17	5,69
6	BOD ₅ (ppm)	0,6	0,8	1,07	1,48
7	CO ₂ (ppm)	0,51	0,55	0,58	1,1
8	TSS (mg/l)	10	14	25	28
9	TOM (mg/l)	4,57	5,82	7,87	8,71

Ket. B; berbatu, K; berkerikil, P; berpasir dan L; berlumpur

UCAPAN TERIMA KASIH

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

DAFTAR PUSTAKA

- Ardenta, L. 2018. *Bioassessment Sungai Lahar Menggunakan Makrobenthos 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.
- 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.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan.* Kanisius. Yogyakarta.
- Hawkes, A. H. 1997. Origin and Development of the Biological Monitoring Working Party (BMWP) Score System. *Water Research.* 32 (3): 964-968.
- Lestari, I. W dan Y. Trihadiningrum. 2011. Bioassessment Kualitas Air Sungai Rejoso di Kecamatan Rejoso Pasuruan Dengan Menggunakan Makroinvertebrata. *Skripsi.* Jurusan Teknik Lingkungan. Fakultas Teknik. Institusi Teknologi Semarang. Semarang.
- Le-Thu-Ha., N.X. Quynh and M.D. Yen. 2002. Apply BMWP Score System to Assess Water Quality of Some Running Water. *Journal of Science, Nat. Sci. and Tech.* 18(1): 22-28.
- 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. Department of Environmental Conservation. New York. USA.
- Merrit, R. W dan K. W. Cummins, 1984. *An Introduction to The Aquatic Insects of North America 2nd Ed.* Kendall Hunt Publishing Company. USA.
- Pennak, R. W. 1978. *Freshwater Invertebrate of United States.* The Ronald Press Company. New York. USA.
- Ruiz-Picos, R. A., J. E. Sedeno-Diaz, and E. Lopez-Lopez. 2017. Calibrating and Validating the Biomonitoring Working Party (BMWP) Index for the Bioassessment of Water Quality in Neotropical Streams. *Water Quality* 3: 39-58.
- Sahidin, A., I. Setyobudiandi dan Y. Wardiatno. 2014. Struktur Komunitas Makrozoobentos di Perairan Pesisir Tangerang. Banten. *Depik* 3(3): 226-233
- Voshell, J. R. 2002. *A Guide to Common Freshwater Invertebrates of North America.* McDonald and Woodward Publishing Co., Blacksburg. USA.
- Ward. J. V. 1992. *Aquatic Insect Ecology, Biology and Habitat.* John Wiley and Sons. New York. USA.
- Wardhana, W. 1999. *Perubahan Lingkungan Perairan dan Pengaruhnya terhadap Biota Akuatik.* Jurusan Biologi FMIPA UI. Jakarta.
- Wiederholm, T. 1984. *Chironomidae of the Holarctic Region: Keys and Diagnoses, Part 1: Larvae.* Entomological Society of Lund. Sweden.
- Yulianti, D., W. Kusumo, dan M. Widya. 2005. Pemanfaatan Limbah Cair Pabrik Karet PTPN IX Kebun Batu Jamus Karang Anyar Hasil Fitoremediasi dengan *Azolla microphylla* Kaulf untuk Pertumbuhan Tanaman Padi (*Oryza sativa* Linn.), *BioSMART* 7(2):125-13.