



Jurnal

Lingkungan dan Pembangunan (Environmental and Development)

ARTIKEL

ANALISIS MENGENAI DAMPAK LINGKUNGAN (AMDAL) LINTAS BATAS NEGARA DAN SUMBER HUKUM INTERNASIONAL: SUATU DESKRIPSI SINGKAT DALAM PERSPEKTIF HUKUM LINGKUNGAN INTERNASIONAL

INTEGRASI KEARIFAN LOKAL DALAM IMPLEMENTASI TEKNOLOGI DAN KEBIJAKAN SEBAGAI SALAH SATU UPAYA MITIGASI BENCANA DI INDONESIA: LOCAL PREPAREDNESS DI ACEH

KAJIAN TINGKAT KEBISINGAN DAN SPEKTRUM FREKWENSI KEBISINGAN PADA LALU LINTAS KERETA API DI KOTA YOGYAKARTA

MAKROZOOBENTHOS SEBAGAI BIOINDIKATOR KUALITAS PERAIRAN DI SUNGAI CIAMBULAWUNG, LEBAK, BANTEN

MITIGASI BENCANA ALAMFF DI DAERAH PESISIR DENGAN MENGGUNAKAN GPS-TEC

PARTISIPASI MASYARAKAT NAGARI BATU BAJANJANG MENUJU NAGARI TANGGUH BENCANA

STATUS DAYA DUKUNG SUMBERDAYA AIR JABODETABEK

STRUKTUR KELIMPAHAN MAKROZOO BENTHOS SEBAGAI BIOINDIKATOR PENCEMARAN LINGKUNGAN DI SEKITAR KAWASAN PT. JABABEKA INFRASTRUKTUR CIKARANG JAWA BARAT

ISSN 0216 - 2717

Volume 01, No. 01, Tahun 2015





JURNAL
PUSAT STUDI LINGKUNGAN
PERGURUAN TINGGI SELURUH INDONESIA

Penanggung Jawab

Kemahasiswaan Pusat Studi Lingkungan (KPSL)

Penyusun Editor

Editor dan Produser

Prof. Dr. Leoniang Sabagta, MS

Asesor

Prof. Dr. Agus Jurdana

Korresponden dan Disyngker

Prof. Dr. Jaryoto

Kusnoprianta, S.Si, Drs. Psi

Perwakilan

Prof. Dr. H. Laila Nurul, MS

Terjemahan

Prof. Dr. T. Indriyanti

Editor & Asesor

Prof. Dr. Yudianto, MS

Asesor

Prof. Dr. Agus Sudi Purandari, MS, PhD

Korresponden

Dr. H. S. S. S.

Timak Lingsung

Prof. Dr. H. S. S. S.

Editor Petak

Dr. H. S. S. S.

Asesor

Prof. Dr. H. S. S. S.

Asesor

Prof. Dr. H. S. S. S.

Asesor

Prof. Dr. H. S. S. S.

Asesor

Prof. Dr. H. S. S. S.

Asesor

Prof. Dr. H. S. S. S.

Lingkungan & Pembangunan

ENVIRONMENT & DEVELOPMENT

JURNAL LINGKUNGAN DAN PEMBANGUNAN
JOURNAL OF ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT

Penanggung Jawab

Ketua Badan Kerjasama Pusat Studi Lingkungan (BKPSL)

Dewan Editor

Fisika dan Pendidikan

Prof. dr. Lambang Subagijo, MSi.

Biologi

Prof. Dr. Agoes Soegianto

Kesehatan dan Lingkungan

Prof. dr. Haryoto

Kusnoputranto, SKM, Dr., PH

Pertanian

Prof. Dr. Ir. Laode Asrul, MP

Teknik Kimia

Prof. Dr. Tjandra Setiadi

Sosial Ekonomi

Prof. Dr. Fachrurrozie Sjarkowi,
M.Sc.

Arsitektur

Prof. Ir. Agus Budi Purnomo,
MSc, PhD

Lingkungan

Dr. Dwi Sasongko

Teknik Lingkungan

Prof. Dr. Ir. Nasfryzal Carlo, MSc

Editor Pelaksana

Dr.Ir. Hefni Effendi, MPhil. dan Dr. Melati Ferianita Fachrul, MSi.

Asisten Editor

Sri Muslimah, S.Si.

Andreas Pramudianto, SH., MHum.

Alamat Redaksi

Jurnal Lingkungan dan Pembangunan

Sekretariat Eksekutif Badan Kerjasama Pusat Studi Lingkungan (BKPSL)

Pusat Penelitian Sumberdaya Manusia dan Lingkungan

Gedung C Lantai V, Jl. Salemba Raya No. 4, Jakarta 10430

Telp.: 021-31930318; 021-31930309; Fax.: 021-31930266

Homepage: www.bkpsl.org/jurnal / email: jurnal-bkpsl@bkpsl.org

Pusat Penelitian Lingkungan Hidup (PPLH)

Kampus IPB, Dramaga 16680

Telp. 0251-8621262, 8622085, Fax. 0251-8622134

DAFTAR ISI

Daftar Isi	iv
Dari Redaksi	v

ARTIKEL

Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (Amdal) Lintas Batas Negara dan Sumber Hukum Internasional: Suatu Deskripsi Singkat Dalam Perspektif Hukum Lingkungan Internasional <i>Andreas Pramudianto</i>	1
Integrasi Kearifan Lokal Dalam Implementasi Teknologi dan Kebijakan Sebagai Salah Satu Upaya Mitigasi Bencana di Indonesia: Local Preparedness Di Aceh <i>Septaris Bernadetta Parhusip</i>	16
Kajian Tingkat Kebisingan dan Spektrum Frekwensi Kebisingan Pada Lalu Lintas Kereta Api Di Kota Yogyakarta <i>Septian Maulana, Wisnu Eka Yulyanto, Melati Ferianita Fachrul</i>	30
Makrozoobenthos sebagai Bioindikator Kualitas Perairan di Sungai Ciambulawung, Lebak, Banten <i>Hefni Effendi, Yusli Wardiatno, Yunita Magrima Anzani</i>	45
Mitigasi Bencana Alam di Daerah Pesisir Dengan Menggunakan GPS-TEC <i>Mokhammad Nur Cahyadi</i>	60
Partisipasi Masyarakat Nagari Batu Bajaran Menuju Nagari Tangguh Bencana <i>Nasfryzal Carlo, Edi Septe, Yusrita Yanti</i>	68
Status Daya Dukung Sumberdaya Air Jabodetabek <i>Endrawati Fatimah, Anita Sitawati, Silia Yuslim</i>	77
Struktur Kelimpahan Makrozoobenthos Sebagai Bioindikator Pencemaran Lingkungan di Sekitar Kawasan PT. Jababeka Infrastruktur Cikarang Jawa Barat <i>Rauf Achmad SuE, Okta Ria Yunita, Suyud Warno Utomo</i>	92



MAKROZOOBENTHOS SEBAGAI BIOINDIKATOR KUALITAS PERAIRAN SUNGAI CIAMBULAWUNG, LEBAK, BANTEN

Hefni Effendi¹, Yusli Wardiatno², dan Yunita Magrima Anzani³

1. Pusat Penelitian Lingkungan Hidup (PPLH-LPPM), IPB,
Jl. Lingkar Akademik Kampus IPB Dramaga, Bogor, 16680

2 dan 3. Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan (MSP-FPIK), IPB
Email: hefni_effendi@yahoo.com

Abstrak

Sungai Ciambulawung di Kabupaten Lebak, Banten dimanfaatkan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH). Salah satu upaya pemantauan kondisi lingkungan perairan sungai yaitu dengan mengidentifikasi struktur komunitas makrozoobenthos sebagai bioindikator kualitas perairan. Penelitian dilakukan pada bulan Februari-Agustus 2011 di tiga stasiun. Hasil penelitian menunjukkan makrozoobenthos yang ditemukan terdiri dari 30 genus dari 27 famili. Komposisi terbesar ditemukan dari ordo Diptera yaitu famili Chironomidae. Kategori kualitas air, berdasarkan LQI adalah 4-5, FBI (5,2-5,8), SIGNAL 2 (kuadran 1&2), dan indeks EPT (19,15% - 53,85%). Indeks Pencemaran berkisar 0,71-0,78), Indeks Storet berkisar -6 sampai 0. Indeks Bray-Curtis dan Canberra mengelompokkan stasiun 1 dan 2 dalam satu kelompok yang sama, dan stasiun 3 terpisah. Berdasarkan hasil penelitian ini, LQI dan SIGNAL 2 dapat digunakan dalam memonitor kondisi perairan Sungai Ciambulawung, dan dapat disimpulkan bahwa pada stasiun 1 dan 2 kualitas perairannya baik, dan stasiun 3 sangat baik.

Kata kunci : bioindikator, kualitas air, makrozoobenthos

MACROZOOBENTHOS AS BIOINDICATOR OF CIAMBULAWUNG RIVER WATER QUALITY, LEBAK, BANTEN

Abstract

Ciambulawung river in Lebak Banten is used as a Micro Hydro Power (MHP). One of effort to monitor the environmental conditions of the river was to identify the structure of macrozoobenthos communities as bioindicators of water quality. The study was conducted in February-August 2011 at three stations. Macrozoobenthos consisted of 30 genera of 27 families. The highest macrozoobenthos compositions belonged to Diptera, family Chironomidae. Water quality categories based on LQI was 4-5, FBI (5.2 - 5.8), SIGNAL 2 (quadrants 1 & 2), and EPT index (19.15 - 53.85%). Pollution index ranged 0.71 to 0.78 and Storet index ranged -6 to 0). Bray-Curtis and Canberra index categorized stations 1 and 2 in the same group, meanwhile stations 3 was separated. Based on this research LQI and SIGNAL 2 might be used in monitoring Ciambulawung river waters, and it can be concluded that water quality at station 1 and 2 was good, meanwhile station 3 was very good.

Key words: biondicator, quality of water, makrozoobenthos

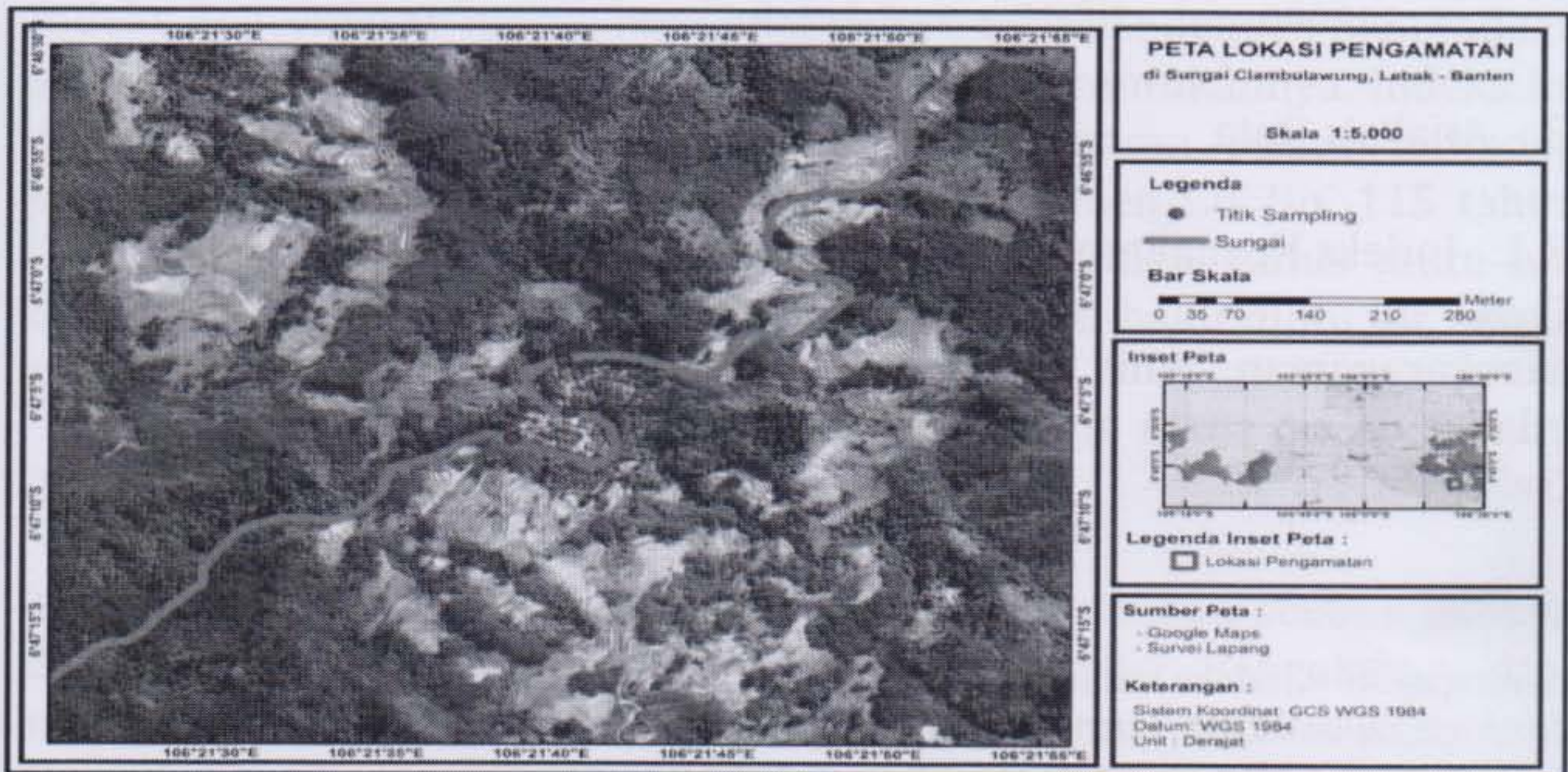
1. PENDAHULUAN

Sungai Ciambulawung dimanfaatkan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH), dengan adanya kegiatan mikro hidro tersebut diperlukan suatu upaya pengelolaan dan pemantauan kondisi lingkungan perairan sungai tersebut. Salah satu upaya pemantauan yaitu identifikasi struktur komunitas makrozoobenthos di sungai sebagai bioindikator kualitas perairan.

Penggunaan struktur komunitas makrozoobentos sebagai bioindikator kualitas perairan sungai sudah umum, diantaranya Sudarso *et al.* (2009) mengklasifikasikan tingkat kerusakan atau gangguan di beberapa ruas Sungai Cisadane berdasarkan pada komunitas benthos. Di negara-negara maju dalam menilai tingkat kesehatan sungai, menggunakan materi biologi seperti komunitas fauna makrobenthik atau benthos untuk mengetahui status dan perubahan kualitas air akibat aktivitas antropogenik (Lenat and Barbour, 1994; Reynoldson and Metcalfe-Smith 1992; Smith *et al.* 2007; Haase *et al.* 2004 in Sudarso *et al.* 2009).

2. METODOLOGI

Pengambilan sampel makrozoobenthos dilakukan pada 19 Februari, 19 Maret, dan 21 Mei 2011 pada jam 10.00 – 12.00 WIB. Lokasi pengambilan sampel di Sungai Ciambulawung, Kampung Lebak picung, Desa Hegarmanah, Kecamatan Cibeber, Kabupaten Lebak, Provinsi Banten. Sampel diambil pada tiga stasiun (**Gambar 1**).



Gambar 1. Peta lokasi stasiun pengamatan di Sungai Ciambulawung.

2.1. Parameter Fisika dan Kimia Perairan

Pengukuran parameter fisika dan kimia dilakukan secara *in-situ* dan *ex-situ*. Contoh air dimasukkan ke dalam botol sampel, kemudian sampel dianalisis di Laboratorium Produktivitas Lingkungan Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB. Parameter fisika dan kimia yang diukur yaitu: suhu, kekeruhan, kecepatan arus, kedalaman, tipe substrat, pH, DO, dan COD.

2.2. Pengambilan Sampel dan Kepadatan Macrozoobenthos

Alat dan bahan yang digunakan untuk pengambilan sampel dan identifikasi makrozoobenthos yaitu surber, botol sampel, pinset, pipet, cawan petri, nampan (baki), *marker*, lup, kertas label, mikroskop majemuk, dan formalin 4 %. Pengambilan makrozoobenthos dilakukan dengan menggunakan surber (30 x 30 cm²). Identifikasi menggunakan buku identifikasi Pennak (1953) dan Needham and Needham (1963).

Kepadatan makrozoobentos didefinisikan sebagai jumlah individu makrozoobenthos per satuan luas (m^2) (Brower *et al.* 1990).

$$K_i = (a_i/b) \times 10000$$

Keterangan: K_i = Kepadatan makrozoobenthos jenis ke-i (Individu/ m^2)
 a_i = Jumlah individu makrozoobenthos jenis ke-i pada setiap bukaan surber
 b = Luas bukaan surber (30×30) cm^2
10000 = Nilai konversi dari cm^2 ke m^2

2.3. Analisis Data

2.3.1. Indeks Keanekaragaman (H')

Keanekaragaman jenis menunjukkan jumlah jenis organisme yang terdapat dalam suatu area, ditentukan dengan Indeks Shannon-Wiener (Krebs, 1989).

$$H' = - \sum p_i \text{Log}_2 p_i$$

Keterangan : H' = Indeks keanekaragaman
 $p_i = n_i / N$
 n_i = Jumlah spesies jenis ke-i
 N = Jumlah total spesies

2.3.2. Indeks Keseragaman

Keseragaman adalah komposisi individu tiap spesies yang terdapat dalam suatu komunitas (Krebs, 1989).

$$E = \frac{H'}{H' \text{ maks}}$$

Keterangan : E = Indeks Keseragaman
 H' = Indeks Keanekaragaman
 H'_{maks} = Nilai keragaman maksimum ($\text{Log}_2 S$)
 S = Jumlah spesies

Kriteria : $E \sim 0$ = Terdapat dominansi spesies
 $E \sim 1$ = Jumlah individu tiap spesies sama

Semakin kecil nilai E akan semakin kecil pula keseragaman populasi spesies (Krebs, 1972).

2.3.3. Indeks Biologi

Indek biologi mencakup LQI (*Lincoln Quality Index*), FBI (*Family Biotic Index*), SIGNAL 2 (*Stream Invertebrate Grade Number Average Level 2*), dan Indeks EPT (*Ephemeroptera, Plecoptera, Tricoptera*).

2.3.4. Indeks Pencemaran dan Indeks Storet

Indeks Pencemaran merupakan nilai yang berkaitan dengan keberadaan senyawa pencemar pada suatu sungai sesuai peruntukannya. Indeks ini digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran relatif terhadap parameter kualitas air (Nemerow 1974 *in* Kepmen LH No. 115 tahun 2003). Indeks Storet merupakan metode penentuan status mutu air, dengan membandingkan data kualitas air dengan baku mutu air sesuai peruntukannya.

2.3.5. Indeks Bray-Curtis

Tingkat kesamaan komunitas dari suatu stasiun dengan stasiun lainnya dapat dianalisis berdasarkan indeks Bray-Curtis. Pengolahan data menggunakan *software* Minitab14. Adapun rumus indeks kesamaan Bray-Curtis (Bray and Curtis, 1957 dalam Somerfield, 2008) yaitu :

$$S_{jk} = 100 \left(1 - \frac{\sum |Y_{ij} - Y_{ik}|}{\sum (Y_{ij} + Y_{ik})} \right)$$

Keterangan: Y_{ij} = Jumlah spesies i dalam contoh j

Y_{ik} = Jumlah spesies i dalam contoh k

S_{jk} = Tingkat kesamaan antara contoh j dan k dalam persen

2.3.6. Indeks Canberra

Indeks ini digunakan untuk membandingkan kesamaan antara stasiun pengamatan berdasarkan parameter fisika kimia perairan. Adapun formula dari indeks Canberra (Lance and William, 1966 *in* Legendre and Legendre, 1983), yaitu :

$$S = 1 - \frac{1}{n} \sum \left(\frac{|Y_{ij} - Y_{ik}|}{Y_{ij} + Y_{ik}} \right)$$

Keterangan : Y_{ij} = nilai parameter ke i pada stasiun ke j

Y_{ik} = nilai parameter ke i pada stasiun ke k

S = indeks kesamaan Canberra

Pada penelitian ini terdapat enam parameter fisika kimia perairan yang dianalisis dengan indeks Canberra, yaitu suhu, TSS, pH, DO, BOD, dan COD. Hasil perhitungan disajikan dalam bentuk persentase tingkat kesamaan antara stasiun. Analisis data menggunakan *software* xlstat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

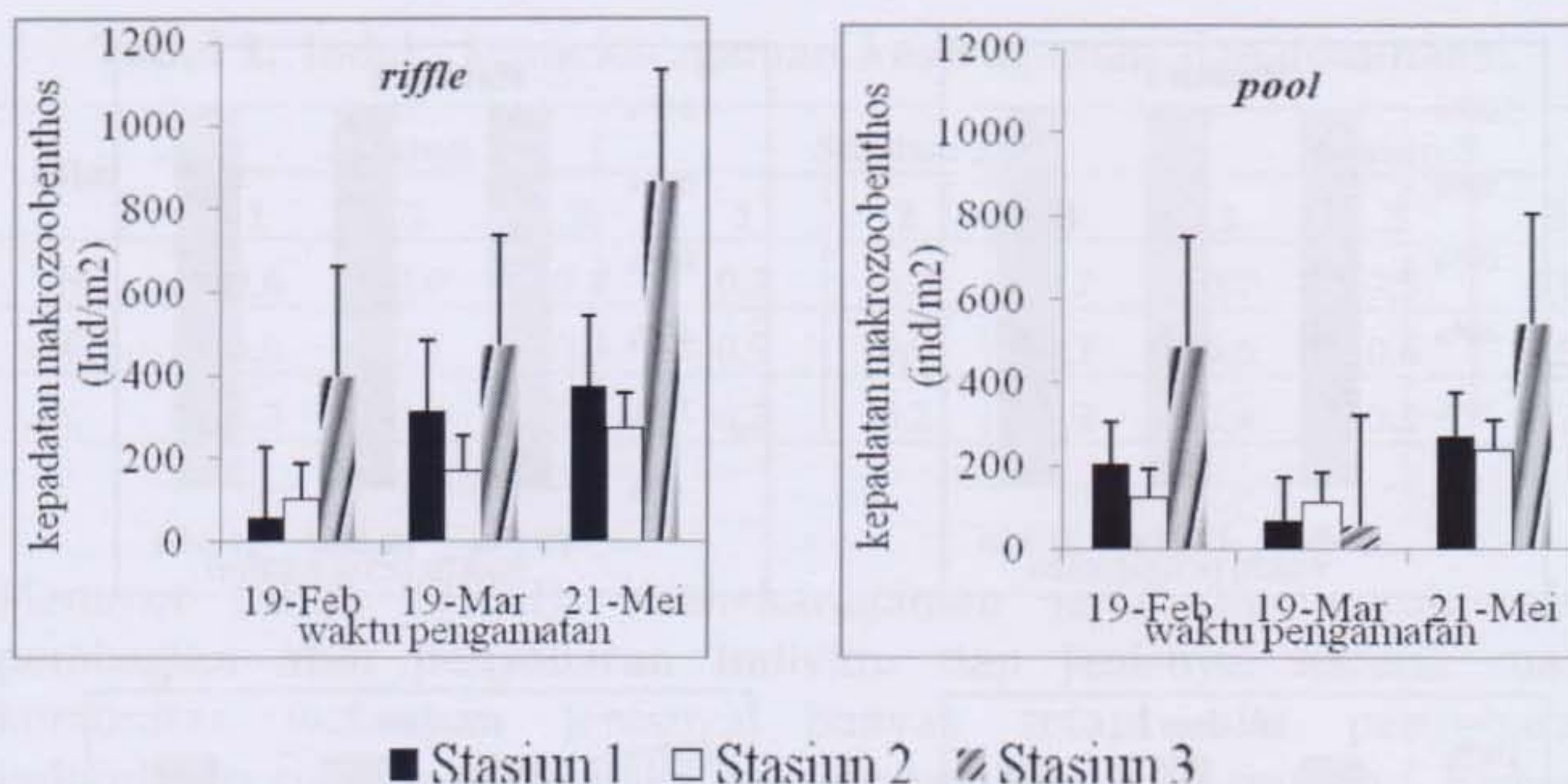
3.1. Jumlah Taksa dan Kepadatan Makrozoobenthos

Berdasarkan hasil pengamatan tiga kali waktu sampling pada tiga stasiun, dengan memperhatikan dua titik kondisi di setiap stasiun yaitu beriak (*riffle*) dan tenang (*pool*) ditemukan 30 genus makrozoobenthos dari 27 famili (**Gambar 2**). Kepadatan makrozoobenthos tiap stasiun di setiap sampling bervariasi, namun terlihat pada sampling ke-2 bagian *pool* pada stasiun 1, 2, dan 3 nilai kepadatan rendah, dengan kisaran nilai 57 sampai 115 ind/m². Hal ini dapat diduga karena pada pengambilan sampling ke-2 pada bulan Maret merupakan musim peralihan antara musim hujan ke musim kemarau, sehingga mempengaruhi kondisi fisika kimia perairan dan arus. Selain itu substrat pada bagian *pool* yang umumnya berupa pasir berlumpur juga mempengaruhi kepadatan makrozoobenthos. Sinaga (2009) menyatakan bahwa kondisi substrat dasar yang berupa pasir berlumpur dan kandungan substrat organik yang tinggi menyebabkan rendahnya kepadatan makrozoobenthos.

Nilai kepadatan dipengaruhi oleh variasi kondisi fisika kimia perairan, substrat dasar, dan arus. Kepadatan tertinggi yaitu di stasiun 3 pada sampling ke-3 bagian *riffle*, dengan nilai 868 ind/m². Hal ini diduga karena pada stasiun 3 bagian *riffle* substratnya berupa batuan besar dengan kerikil dan sedikit lumpur, sehingga kandungan substrat organik rendah. Selain itu pada bagian *riffle* kandungan dari oksigen terlarut tinggi, dimana daerah tersebut merupakan daerah yang disukai oleh organisme makrozoobenthos.

3.2. Komposisi Makrozoobenthos

Komposisi makrozoobenthos tiap stasiun di setiap sampling pada bagian *riffle* dan *pool* dapat dilihat pada **Gambar 2**.

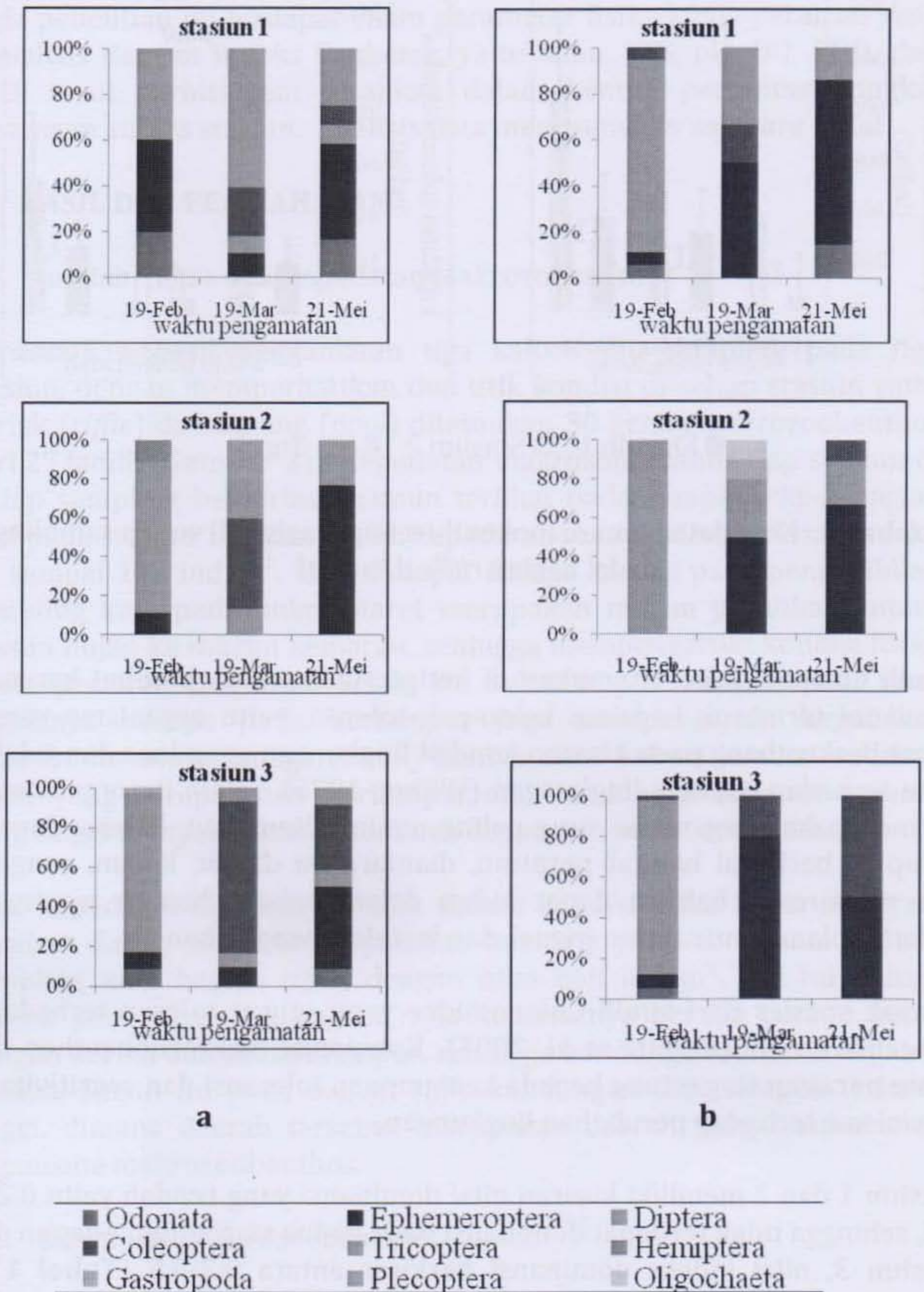


Gambar 2. Kepadatan makrozoobenthos tiap stasiun di setiap sampling pada bagian *riffle* dan *pool*.

Famili Chironomidae ditemukan di ketiga stasiun. Hal tersebut karena famili ini termasuk kedalam kelompok toleran, yaitu organisme yang dapat berkembang pada kisaran kondisi lingkungan yang luas dan tidak peka terhadap tekanan lingkungan (Wilhm, 1975). Selain itu organisme ini merupakan organisme yang paling umum ditemukan, karena dapat hidup di berbagai habitat perairan, diantaranya danau, kolam, sungai dan rawa-rawa, bahkan dapat hidup dalam habitat buatan manusia seperti kolam ikan, saluran irigasi, dan instalasi pengolahan air.

Banyak spesies dari famili Chironomidae yang sangat toleran terhadap pencemaran air (Poretti *et al.* 2007). Komposisi makrozoobenthos di suatu perairan tergantung kepada kemampuan toleransi dan sensitivitas organisme terhadap perubahan lingkungan.

Stasiun 1 dan 2 memiliki kisaran nilai dominansi yang rendah yaitu 0,2-0,3, sehingga tidak terdapat dominansi pada kedua stasiun ini. Adapun di stasiun 3, nilai indeks dominansi berkisar antara 0,3-0,5 (**Tabel 1**). Kisaran indeks dominansi ini lebih tinggi. Namun kisaran nilainya tidak terlalu berbeda jauh. Hal ini diduga karena letak dari ketiga stasiun yang masih berada dalam satu area yaitu bagian hulu sungai, dan jaraknya yang dekat.



Gambar 3. Komposisi kepadatan makrozoobenthos tiap stasiun di setiap sampling pada bagian riffle (a) dan pool (b).

Tabel 1. Indeks keanekaragaman, keseragaman, dan dominansi.

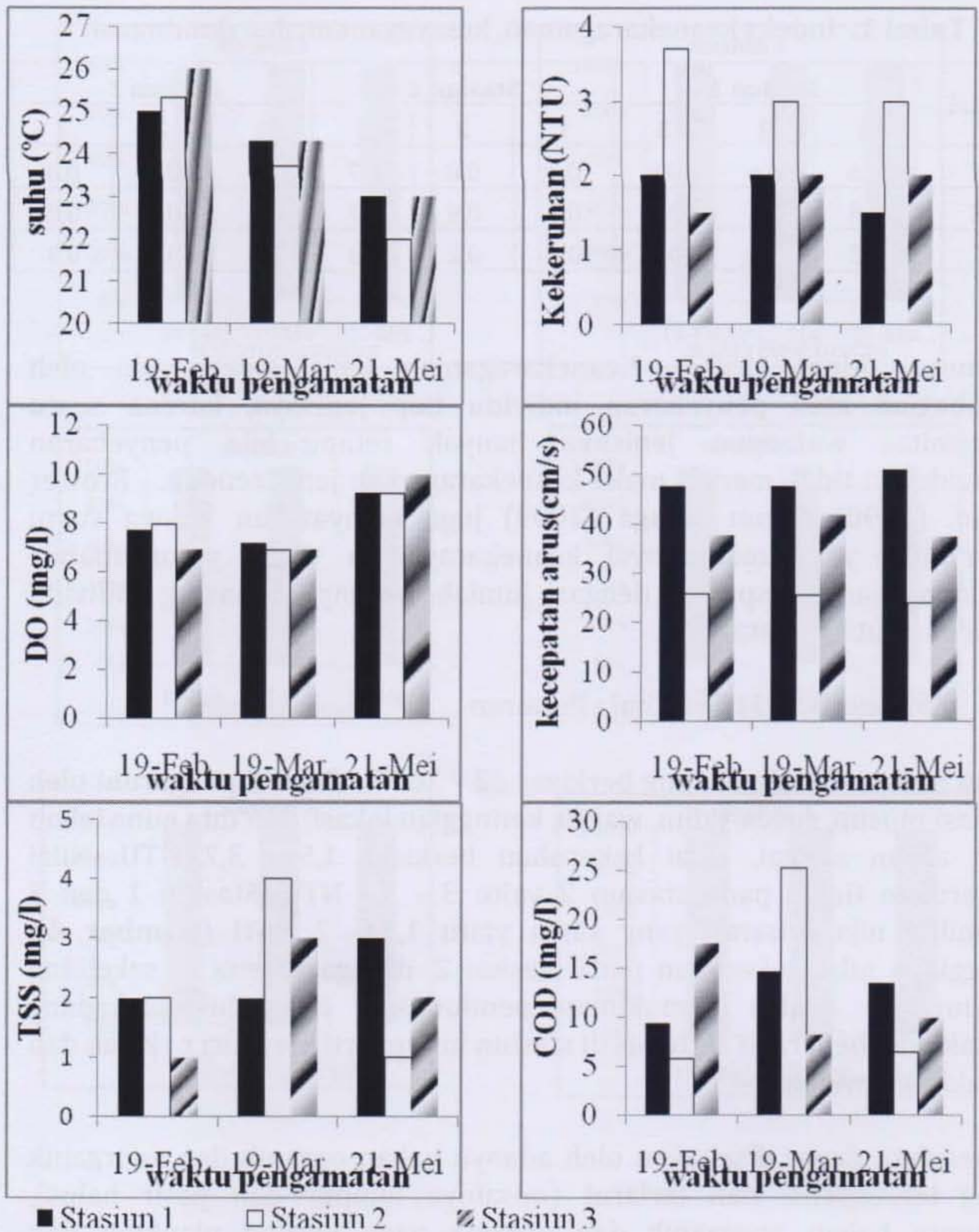
Nilai	Stasiun 1			Stasiun 2			Stasiun 3		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
H'	0,6	0,6	0,8	0,7	0,8	0,7	0,7	0,5	0,6
E	0,8	0,7	0,9	0,9	0,9	0,7	0,6	0,6	0,8
C	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,3

Menurut Odum (1993), Keanekaragaman jenis dipengaruhi oleh pembagian atau penyebaran individu tiap jenisnya, karena suatu komunitas walaupun jenisnya banyak tetapi bila penyebaran individunya tidak merata maka keanekaragaman jenis rendah. Brower *et al.* (1990) dalam Sinaga (2009) juga menyatakan bahwa suatu komunitas yang mempunyai keanekaragaman tinggi yaitu apabila terdapat banyak spesies dengan jumlah masing - masing individu spesies relatif merata.

3.3. Karakteristik Fisika Kimia Perairan

Suhu Sungai Ciambulawung berkisar 22 - 26 °C. Suhu dipengaruhi oleh variasi musim, cuaca, iklim, waktu, ketinggian lokasi, dan tata guna lahan dari aliran sungai. Nilai kekeruhan berkisar 1,5 - 3,7 NTU. Nilai kekeruhan tinggi pada stasiun 2 yaitu 3 - 3,7 NTU. Stasiun 1 dan 3 memiliki nilai kisaran yang sama yaitu 1,5 - 2 NTU (**Gambar 4**). Tingginya nilai kekeruhan pada stasiun 2, diduga karena di sekeliling stasiun ini adalah pemukiman penduduk. Penduduk terkadang melakukan beberapa aktivitas di stasiun ini, seperti mencuci pakaian dan kendaraan mereka.

Kekeruhan dapat disebabkan oleh adanya bahan organik dan anorganik yang tersuspensi dan terlarut (misalnya lumpur dan pasir halus), maupun bahan anorganik dan organik yang berupa plankton dan organisme lain (Eaton *et al.* 1976; Davis and Cornwell 1991 dalam Effendi, 2003). Parameter TSS (*Total Suspended Solid*) atau padatan tersuspensi di perairan ini memiliki nilai yang bervariasi. Stasiun 2 memiliki kisaran nilai padatan tersuspensi tertinggi, hal ini dimungkinkan karena aktifitas di sekeliling stasiun yang menyebabkan bahan organik dan anorganik tinggi di stasiun ini.



Gambar 4. Karakteristik fisika kimia perairan Sungai Ciambulawung.

Kecepatan arus pada stasiun 1 berkisar 47,41-50,87 cm/s, nilai tersebut menunjukkan bahwa arus di stasiun 1 tergolong cepat. Di stasiun 2 kecepatan arus berkisar 24,10-25,85 cm/s, hal ini menunjukkan bahwa arus di stasiun 2 lebih lambat dari stasiun 1. Pada stasiun 3 kecepatan arus berkisar 37,29-41,84 cm/s, arus di stasiun ini mulai cepat kembali. Hal ini terjadi diduga karena pada stasiun 1 dan 3 memiliki tipe substrat

batuan besar lebih banyak dibandingkan di stasiun 2 dan banyak titik - titik aliran air beriak (*riffle*). Di stasiun 2 tipe substratnya sedikit batuan besar dan sedikit lumpur, selain itu pada stasiun ini lebih banyak aliran air tenang (*pool*).

Derajat keasaman (pH) sampling pertama yakni 5,5. Hal ini diduga pada saat itu terdapat aktivitas masyarakat di sekitar stasiun 2 yang menyebabkan pH menjadi lebih asam. Nilai tersebut tidak sesuai dengan baku mutu kelas II berdasarkan PP No. 82 tahun 2001. Namun kisaran pH ini masih berada dalam kisaran pH dapat ditoleransi oleh organisme makrozoobenthos, termasuk serangga yaitu 4,5-8,5 (Hawkes, 1979).

DO (*Dissolved Oxygen*) atau oksigen terlarut bervariasi (**Gambar 4**). Nilai kandungan oksigen terlarut tersebut apabila dibandingkan dengan baku mutu kelas II PP No. 82 tahun 2001, masih memenuhi baku mutu yaitu > 4 mg/l. Nilai oksigen di perairan dapat menjadi faktor pembatas bagi organisme makrozoobenthos, oleh karena itu ketersediaan oksigen terlarut sangat berpengaruh terhadap kelangsungan hidup dan keberadaan dari makrozoobenthos. Kandungan oksigen terlarut dipengaruhi oleh aktivitas fotosintesis, respirasi, dan limbah yang masuk ke badan air (Effendi, 2003).

Kebutuhan oksigen biokimiawi atau BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) di Sungai Ciambulawung berfluktuasi. Nilai BOD yang tinggi terdapat pada stasiun 1 berkisar 1,58 - 3,84 mg/l dan stasiun 2 berkisar 1,54 - 3,06 mg/l. Nilai BOD pada stasiun 3 lebih rendah dari stasiun lainnya yaitu berkisar 1,54 - 2,30 mg/l. Nilai BOD yang tinggi dimungkinkan karena adanya masukan bahan organik yang berasal dari kegiatan antropogenik, pohon yang berada di sekeliling stasiun, dan limpasan dari aliran sungai di atasnya. Namun apabila kandungan oksigen terlarut di perairan tinggi, hal ini dapat membantu proses dekomposisi bahan organik dengan bantuan bakteri. Pada stasiun 1 dan 2 terdapat nilai BOD melebihi baku mutu kelas II PP No. 82 tahun 2001.

Kebutuhan oksigen kimiawi atau COD (*Chemical Oxygen Demand*) stasiun 1 berkisar 9,35-14,65 mg/l, stasiun 2 berkisar 5,82-25,24 mg/l, dan stasiun 3 berkisar 8,18-17,59 mg/l. Nilai COD tertinggi berada pada stasiun 2 (25,24 mg/l), nilai ini melebihi baku mutu. Nilai COD yang tinggi diduga karena stasiun 2 dikelilingi oleh pemukiman penduduk sehingga masukan bahan organik pun semakin besar.

3.4. Indeks Biologi dan Indeks Kualitas Air

Berdasarkan ukuran dan karakteristik komunitas, sungai dibagi menjadi tiga bagian, yaitu hulu (orde 1-3), bagian tengah sungai (orde 4-6), dan hilir (orde > 6). Sungai Ciambulawung berdasarkan ukuran sungai dan letaknya yang termasuk ke dalam orde 2, yang merupakan bagian dari hulu sungai.

Adapun karakteristik dari bagian hulu, yaitu dipengaruhi oleh vegetasi di sekitar sungai, kecepatan arus tinggi, kedalaman umumnya dangkal, kandungan bahan organik yang rendah. Perairan pada bagian hulu ini umumnya memiliki kualitas air yang baik dengan keanekaragaman makrozoobenthos yang tinggi.

Untuk indeks berdasarkan parameter fisika kimia perairan diperoleh Indeks Canberra stasiun 1 dan 2 memiliki tingkat kesamaan yang sama atau berada dalam satu kelompok. Hanya stasiun 3 yang tingkat kesamaannya lebih kecil. Hal ini sesuai dengan hasil dari Indeks Storet dan Indeks Pencemaran yang menunjukkan bahwa stasiun 1 dan 2 memiliki kualitas air baik dengan nilai Indeks Pencemaran yang tidak terlalu jauh berbeda. Namun pada stasiun 3, Indeks Pencemaran lebih kecil, yang berarti kualitas airnya lebih baik dari stasiun 1 dan 2. Begitu juga dengan Indeks Storet yang menunjukkan bahwa stasiun 3 memiliki kualitas air yang baik sekali (**Tabel 2**).

Pola yang sama juga terlihat pada indeks berdasarkan makrozoobenthos. Indeks Bray-Curtis, stasiun 1 dan 2 berada dalam satu kelompok yang sama, sedangkan stasiun 3 terpisah. Hasil ini juga terlihat pada keempat indeks biologi lainnya. Hanya saja yang berbeda pada stasiun 3, untuk LQI dan SIGNAL 2 menunjukkan bahwa kualitas air pada stasiun 3 lebih baik dari stasiun 1 dan 2.

Tabel 2. Indeks biologi dan indeks parameter fisika kimia perairan.

Indeks - indeks	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3
Indeks Kualitas Air			
Indeks pencemaran	Baik (0,78)	Baik (0,76)	Baik (0,71)
Indeks storet	Baik (B)	Baik (B)	Baik sekali (A)
Indeks Canberra	Kesamaan (87%)	Kesamaan (87%)	Kesamaan (70%)
Makrozoobenthos			
LQI	Baik (C)	Baik (C)	<i>Excellent</i> (A)
FBI	Sedang (5,2)	Sedang (5,2)	Agak buruk (5,7)
SIGNAL 2	Kuadran 2	Kuadran 2	Kuadran 1
Indeks EPT	<i>Excellent</i> (53,85%)	<i>Excellent</i> (52,17%)	<i>Good-fair</i> (19,15%)
Indeks Bray-Curtis	Kesamaan (88,99%)	Kesamaan (88,99%)	Kesamaan (85,22%)

Namun FBI dan indeks EPT hasil yang diperoleh sebaliknya, yaitu stasiun 3 kualitas airnya lebih buruk dari stasiun 1 dan 2. Hal ini diduga karena cara perhitungan indeks dengan prinsip berbeda. Pada FBI, nilai skor tertinggi diberikan pada organisme toleran, sedangkan pada LQI kebalikannya. Pada stasiun 3 skor LQI tinggi karena banyak ditemukan organisme yang berasal dari ordo Ephemeroptera yang intoleran terhadap lingkungan tercemar. Untuk FBI skor tinggi karena jumlah organisme dari Famili Chironomidae yang jumlahnya banyak dan dikalikan dengan skor yang tinggi, karena famili tersebut termasuk kedalam organisme toleran. Selain itu perbedaan kriteria penilaian juga berpengaruh terhadap hasil. Nilai LQI semakin tinggi maka kualitas air semakin baik. Namun kebalikannya pada FBI, nilai indeksnya semakin tinggi, kualitas air akan semakin buruk.

Indeks yang lebih sesuai digunakan di Sungai Ciambulawung, yaitu LQI dan SIGNAL 2 yang menunjukkan hasil yang sama dengan pendugaan kualitas air berdasarkan fisika kimia perairan. Oleh karena itu kedua indeks tersebut dapat digunakan untuk menganalisis kualitas air di sungai ini dengan menggunakan makrozoobenthos sebagai bioindikator.

4. Kesimpulan

Makrozoobenthos yang ditemukan di Sungai Ciambulawung terdiri dari 30 genus dari 27 famili, dengan komposisi terbesar ordo Diptera yaitu famili Chironomidae. Berdasarkan keempat indeks biologi yang digunakan, indeks LQI dan SIGNAL 2 yang paling sesuai dengan hasil indeks pencemaran dan storet yang menggunakan parameter fisika

kimia perairan. Hasil dari indeks tersebut menunjukkan bahwa sungai pada stasiun 1 dan 2 kualitas perairannya baik dan stasiun 3 sangat baik.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Osaka Gas Foundation, Jepang yang telah mendanai penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Brower, J.E., Zar, J.H. and Ende, C.N.V. 1990. *Field and Laboratory methods for General Ecology, 3rd edition*. Wm.C. Brown Co. Publisher. Dubuquelowa. 194p.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air : Bagi pengelolaan sumberdaya dan lingkungan perairan*. Kanisius. Yogyakarta. 258h.
- Hawkes, H.A. 1979. *Invertebrates as indicator of river water quality*. In James, A and L. Evison. *Biological indicator of water quality*. John Wiley and Sons Chicester. 596p.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air.
- Krebs, C.J. 1972. *Ecology the experimental analysis of distribution and abundance*. Harper and Row, Publishers. New York. 694p.
- Krebs, C.J. 1989. *Ecological methodology*. Harper Collins Publishers. Inc., New York.
- Needham, J.G. and Needham, P.R. 1963. *A guide to the study of fresh water biology*. Holden-day, Inc. San Fransisco. 65p.
- Odum, E.P. 1993. *Dasar – dasar ekologi. Edisi Ketiga*. Diterjemahkan oleh T.Samingan. Gadjah mada University Press. Yogyakarta. 697h.
- Pennak, R.W. 1953. *Freshwater invertebrates of The United States*. The ronald press company. New york.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air

- Sinaga, T. 2009. *Keanekaragaman makrozoobenthos sebagai indikator kualitas perairan Danau Toba Balige Kabupaten Toba Samosir*. Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Somerfield, P.J. 2008. Identification of the Bray-Curtis similarity index: Comment on Yoshioka (2008). *Marine ecology progress series* 372: 303-306.
- Sudarso, Y. Suryono, T. and Yoga, G.P. 2009. *Penyusunan biokriteria dengan menggunakan konsep multimetrik: Studi kasus anak Sungai Cisadane*. Pusat Penelitian Limnologi-LIPI. Oseanologi dan Limnologi di Indonesia 35(2):179-200
- Wilhm, J.L. 1975. *Biological indicator of pollution. h. 375-402 In Whitton, B.A. (Ed). River Ecology*. Blackwell Scientific Publications, Oxford London.

Jurnal Lingkungan dan Pembangunan

