

**PENGARUH LIMBAH CAIR TAMBANG BATUBARA TERHADAP
KOMUNITAS MAKROZOOBENTHOS DI SUNGAI KARANG MUMUS**
(*Effect Of Mine Liquid Water On Macrozoobenthos Community In Karang Mumus River*)

Fachruddin Azwari¹, dan D. Suprpto²

^{1,2} Politeknik Negeri Samarinda, Jl. Ciptomangunkusumo, Kampus Gunung Lipan, Samarinda, Kalimantan Timur.

e-mail: fahriazwari@yahoo.com

ABSTRACT

Liquid waste coal mining is a waste that can cause environmental pollution, including community macrozoobenthos. The aim of this research is to know the difference of macrozoobenthos community in the waters section of river and to know the influence of liquid waste of coal mining activity on river water quality. The research method is a qualitative study in which macrozoobenthos community is measured based on sampling at the location of established stations and laboratory tests. Data processing uses the Index of Diversity Index (H'), Shannon-Wiener Diversity Index and Dominant Index (C). The results showed that the resulting liquid wastes play a role in decreasing the quality of river water, marked by the Diversity Index (H') at station I average 1.65; station II Diversity Index (H') averages 0; station III Index of Diversity (IT) averaging 1.08; station IV Diversity Index (H') averages 1.6 and based on the Shannon - Wiener Diversity Index it is found that station I and station IV belong to the category of mildly polluted waters, station III belongs to the category of medium tainted waters, and station II belongs to the category of polluted waters weight, changes in physical parameters of aquatic chemistry will affect the index value of diversity of macrozoobenthos and dominance index. Type macrozoobenthos, the average value of the Dominant Index (C) at station II is the highest value obtained (C = 0.89), because the waters of the river waters are already exposed to coal mining waste, and cause macrozoobenthic organisms that are intolerant with pollution. move or die, while those tolerant to pollution will survive. The surviving species are the Oligochaeta type Lumbriculus sp.

Keyword : Coal, Macrozoobentos Community Waste Liquid.

ABSTRAK

Limbah cair pertambangan batubara merupakan limbah yang dapat menimbulkan pencemaran lingkungan, termasuk komunitas makrozoobentos. Penelitian ini bertujuan untuk, mengetahui perbedaan komunitas makrozoobentos di bagian perairan Sungai dan mengetahui pengaruh limbah cair kegiatan pertambangan batubara pada kualitas perairan Sungai. Metode penelitian adalah penelitian kuantitatif dimana komunitas makrozoobentos yang diukur berdasarkan pengambilan sampel di lokasi stasiun-stasiun yang telah ditetapkan dan uji laboratorium. Pengolahan data menggunakan indeks Indeks Keanekaragaman (H'), Indeks Keanekaragaman Shannon - Wiener dan Indeks Dominansi (C). Hasil penelitian menunjukkan bahwa limbah cair yang dihasilkan berperan dalam menurunkan kualitas air Sungai, ditandai dengan Indeks Keanekaragaman (H') pada stasiun I rata-rata 1,65 ; stasiun II Indeks Keanekaragaman (H') rata-rata 0 ; stasiun III Indeks Keanekaragaman (IT) rata-rata 1,08 ; stasiun IV Indeks Keanekaragaman (H') rata-rata 1,6 dan berdasarkan Indeks Keanekaragaman Shannon - Wiener diperoleh informasi bahwa stasiun I dan stasiun IV termasuk kategori perairan tercemar ringan, stasiun III termasuk kategori perairan tercemar sedang, dan stasiun II termasuk kategori perairan tercemar berat, perubahan parameter fisik kimiawi perairan akan mempengaruhi nilai indeks keanekaragaman jenis makrozoobentos dan indeks dominansi. Jenis makrozoobentos, nilai Indeks Dominansi (C) rata-rata pada stasiun II merupakan nilai yang tertinggi yang didapatkan (C = 0,89), karena perairan air sungai sudah mulai terkena limbah pertambangan batubara, dan menyebabkan organisme makrozoobentos yang tidak toleran dengan pencemaran akan berpindah atau mati, sedangkan yang toleran terhadap pencemaran akan bertahan hidup. Jenis yang bertahan adalah kelompok Oligochaeta jenis Lumbriculus sp.

Kata kunci: Batu Bara, Komunitas Makrozoobentos Limbah Cair.

I. PENDAHULUAN

Batubara merupakan salah satu sumber energi non migas yang tidak dapat diperbaharui (non renewable resources) dan telah diprogramkan oleh pemerintah pemanfaatannya untuk kemakmuran rakyat dan sebagai energi alternatif pengganti minyak dan gas bumi, mengingat cadangan minyak dan gas bumi pada saat ini sudah banyak berkurang. Selain lebih murah dibandingkan minyak bumi, cadangan sumber daya energi batubara diindikasikan masih memadai untuk memenuhi kebutuhan energi, hal ini merupakan salah satu faktor pemicu pesatnya perkembangan kegiatan pertambangan batubara.

Pertumbuhan konsumsi batubara Indonesia rata-rata meningkat sebesar 9% per tahun, sejalan dengan semakin naiknya kontribusi batubara di dalam negeri untuk mengurangi ketergantungan pada Bahan Bakar Minyak (BBM). Konsumen batubara lokal terbesar adalah untuk pembangkit tenaga listrik (PLTU) yaitu + 20 juta ton per tahun, diikuti oleh industri semen yang mengkonsumsi batubara sebesar 4,2 juta ton per tahun, serta industri lainnya sebesar 1,1 juta ton per tahun.

Seperti yang terjadi pada pemanfaatan sumber daya alam umumnya, penambangan batubara juga berpotensi menimbulkan dampak pada komponen lingkungan baik biotis, abiotis, sosial maupun kultural. Dampak ini dapat bersifat negatif maupun positif. Dampak negatif sedapat mungkin diminimalkan dan dampak positif dapat dikembangkan secara maksimal.

Kota Samarinda sebagai salah satu kota di Propinsi Kalimantan Timur memiliki kekayaan sumber daya alam yang melimpah. Hal ini ditandai dengan banyaknya kegiatan industri pertambangan batubara

Pada proses produksi industri pertambangan batubara selain memberikan manfaat, juga berpotensi menimbulkan risiko terhadap lingkungan berupa pencemaran. Hal ini disebabkan oleh adanya limbah yang

dibuang ke lingkungan dalam jumlah besar. Limbah cair pertambangan batubara merupakan limbah yang dominan menimbulkan pencemaran lingkungan, karena adanya air asam tambang yang berbahaya dan merusak kehidupan organisme yang hidup di perairan sungai termasuk komunitas makrozoobentos.

Salah satu komponen biotik ekosistem sungai adalah komunitas makrozoobentos. Makrozoobentos adalah hewan akuatik yang sebagian atau seluruh hidupnya menghuni bagian dasar perairan, baik menempel merayap, atau menggali lubang di dasar perairan tersebut (Odum, 1998). Makrozoobentos memegang peranan yang cukup penting dalam perairan yang ditempati dan menempati beberapa tingkatan trofik dalam rantai makanan (Odum, 1998). Berbagai jenis makrozoobentos ada yang berperan sebagai konsumen primer dan ada juga yang berperan -sebagai konsumen sekunder. Makrozoobentos pada umumnya merupakan makanan alami bagi ikan yang mencari makanan di dasar perairan (Pennak, 1978).

Peranan lain makrozoobentos dalam perairan adalah mampu mempercepat proses penguraian materi organik (Welch and Lindell, 1980). Makrozoobentos yang bersifat detritivor membantu mempermudah penguraian materi organik menjadi materi anorganik, yaitu dengan memecahnya menjadi fragmen kecil sehingga akan mudah bagi mikroba untuk menguraikan materi organik menjadi materi anorganik. Hasil penguraian mikroba dapat dimanfaatkan oleh produsen yang terdapat di perairan tersebut dan produsen merupakan sumber makanan bagi organisme heterotrof lainnya (Odum, 1998).

Komunitas makrozoobentos dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan biotik dan abiotik yang bekerja secara bersama-sama dan saling berinteraksi (Hellewell L 1989). Pengaruh faktor lingkungan abiotik berbeda-beda terhadap setiap jenis makrozoobentos. Perbedaan tersebut disebabkan adanya variasi adaptasi dan daya toleransi masing-masing

jenis terhadap perubahan faktor lingkungan abiotik (Hawkes, 1979).

Berdasarkan variasi adaptasi dan kisaran toleransi makrozoobentos terhadap perubahan lingkungan abiotik, komunitas makrozoobentos sering digunakan untuk mengevaluasi kualitas air dan untuk menentukan keadaan tercemar tidaknya suatu perairan (Lee et al, 1978). Hal ini disebabkan karena makrozoobentos memiliki sifat hidup yang relatif menetap, terdiri atas beberapa jenis yang memberikan respons berbeda terhadap kualitas air, penyebarannya luas dengan berbagai kondisi kualitas air, masa hidupnya cukup lama sehingga keberadaannya memungkinkan untuk memonitor kualitas lingkungan di sekitarnya (Kovacs, 1992).

Perubahan kualitas air suatu perairan dapat dievaluasi melalui pemeriksaan parameter fisik, kimiawi, dan biologis. Penggunaan parameter lingkungan fisik-kimiawi untuk mengevaluasi kualitas perairan sifatnya terbatas hanya untuk jangka pendek pada saat itu. Sedangkan informasi dari parameter biologis (makrozoobentos) dapat mencerminkan keadaan perairan pada saat itu maupun yang sudah lalu (Tjondronegoro, 1998)

Sub DAS Karangmumus merupakan bagian dari DAS Mahakam dengan luas wilayah mencapai 31.475 Ha. Kawasan ini terbagi dalam 9 wilayah sub-sub DAS, yaitu sub-sub DAS Karangmumus, sub-sub DAS Lantung, sub-sub DAS Pampang, sub-sub DAS Muang, sub-sub DAS Karangasam, sub-sub DAS Bayur, sub-sub DAS Jayamulya, sub-sub DAS Siring dan sub-sub DAS Betapus serta beberapa sungai kecil lainnya. Wilayah Sub DAS Karangmumus mencakup 5 (lima) kecamatan, yaitu Kecamatan Samarinda Utara, Samarinda Ilir, Samarinda Ulu dan Lempake dan kecamatan Muara Badak. Wilayah Sub DAS Karangmumus mempunyai bentuk topografi yang bervariasi, dengan ketinggian wilayah topografi yang berkisar antara 10-120 m dpl dengan variasi ketinggian yang beragam.

Sungai Karang Mumus merupakan sungai penerima limbah pertambangan batubara.

Dengan masuknya limbah pertambangan batubara ke sungai, diduga berpengaruh terhadap kualitas air dan pencemaran yang menyebabkan faktor fisik, kimiawi dan biologis perairan terganggu.

Sungai sebagai salah satu ekosistem penerima limbah pertambangan batubara, secara alami mampu menerima limbah sampai batas tertentu tanpa mengalami gangguan keseimbangan, karena air sungai dapat melarutkan dan menetralkan limbah melalui proses pengenceran serta oksidasi sepanjang aliran sungai. Kemampuan air untuk menetralkan limbah tergantung kepada jarak aliran, jenis aliran dan jenis limbah. Jika limbah yang dihasilkan tidak sesuai lagi dengan daya dukung sungai, maka akan terjadi pencemaran (Haslam, 1990).

Dalam penelitian ini masalah ditekankan pada masuknya limbah pertambangan batubara ke dalam perairan Sungai Karang Mumus, yang diduga akan mempengaruhi faktor lingkungan fisik dan kimiawi air, yang selanjutnya akan dapat mempengaruhi struktur komunitas makrozoobentos di perairan Sungai Karang Mumus tersebut

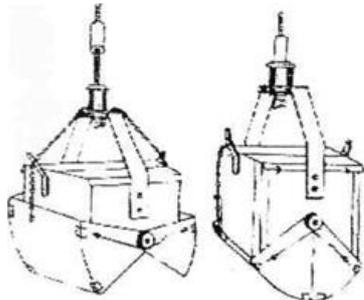
Untuk itulah penelitian ini bertujuan untuk, mengetahui perbedaan komunitas makrozoobentos di bagian perairan Sungai Karang Mumus, mengetahui pengaruh limbah cair kegiatan pertambangan batubara pada kualitas perairan Sungai Karang Mumus, dan mengetahui besarnya pengaruh perubahan parameter kualitas air terhadap perubahan struktur komunitas makrozoobentos. Hasil penelitian ini diharapkan dapat berguna sebagai masukan bagi pihak-pihak terkait yang berhubungan langsung dengan pengelolaan sistem pembuangan limbah batubara ke lingkungan perairan sungai pada pertambangan batubara, sebagai bahan evaluasi dalam upaya mengurangi volume konsentrasi, toksisitas, dan tingkat bahaya limbah yang dibuang dan menyebar ke lingkungan perairan, dan masukan untuk meningkatkan efisiensi pelaksanaan operasionalisasi pengelolaan sistem instalasi pengolahan air limbah pertambangan batubara,

sehingga dapat meminimalisir efek negatif terhadap perkembangbiakan organisme sungai terutama makrozoobentos di Sungai.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di perairan Sungai Karang Mumus, Kelurahan Sungai Siring, Kecamatan Samarinda Utara, Kota Samarinda, Propinsi Kalimantan Timur. Analisis sampel makrozoobentos dilakukan di Laboratorium Budidaya Perairan Universitas Mulawarman.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat-alat untuk mendapatkan data primer yaitu Pengeruk Ekman (Gambar 3.1) dan botol sampel yang digunakan untuk menyimpan sampel makrozoobentos yang didapatkan,. Adapun bahan yang digunakan adalah larutan pengawet (formalin) yang berfungsi sebagai pengawet sampel makrozoobentos.



Gambar 1 Alat Pengambil Sampel Makrozoobentos

Penelitian ini merupakan penelitian studi kasus studi kasus di perusahaan tambang batubara PT. XXX, karena PT. XXX merupakan salah satu perusahaan tambang batubara yang berpotensi mengeluarkan limbah yang cukup besar dimana Sungai Karang Mumus merupakan badan air penerima limbah cair yang dihasilkan PT. XXX dan belum ada penelitian di sungai tersebut sebelumnya.

Variabel yang diamati pada penelitian ini adalah parameter biologis yang dipantau yaitu komunitas makrozoobentos yang diukur berdasarkan pengambilan sampel di lokasi stasiun-stasiun yang telah ditetapkan dan

dijadikan sebagai titik pengambilan sampel berbagai kondisi penelitian.

Menurut Standar Kualitas Air (SNT) 1990, pengukuran dan alat yang dipakai dapat dijelaskan pada tabel di bawah ini:

PARAMETER	VARIABEL	UNIT	ALAT
Biologi	Makrozoobentos		Eckman Grab

Sumber : Standar Kualitas Air (SNI1990)

Metode pengambilan sampel yang dilakukan adalah bahwa sampel harus mewakili kondisi yang terdapat di seluruh badan Sungai Karang Mumus sekitar pembuangan limbah cair tambang batubara PT. XXX pada 4 (empat) stasiun yaitu stasiun I, stasiun II, stasiun III, dan stasiun IV. Stasiun I mewakili badan sungai sebelum pembuangan limbah, stasiun II mewakili tempat pertemuan limbah dengan badan sungai, stasiun III mewakili badan sungai setelah pembuangan limbah dan stasiun IV mewakili badan sungai jauh setelah tempat pembuangan limbah. Pengambilan data primer dilakukan pada badan sungai sekitar pembuangan limbah tambang batubara PT. XXX selama 2 bulan.

Stasiun I : Terletak di perairan sebelum terjadinya pembuangan limbah cair tambang batubara

Stasiun II : Terletak di perairan pertemuan antara saluran pembuangan tambang batubara dengan Sungai Karang Mumus yang berjarak kurang lebih 100 m dari stasiun I. Lebar sungai berkisar 2 m - 5 m dengan kedalaman berkisar antara 1 - 2 m.

Stasiun III : Terletak di perairan Sungai Karang Mumus setelah areal tambang batubara yang berjarak kurang lebih 150 m dari stasiun II. Lebar sungai berkisar antara 3 m - 5 m dengan kedalaman berkisar antara 1 - 3 m.

Stasiun IV : Terletak di perairan Sungai Karang Mumus yang berjarak 300 m dari stasiun III. Lebar sungai berkisar antara 3 m - 6 m dengan kedalaman berkisar antara 1,5 - 3 m.

Dari setiap stasiun pengamatan tersebut, diambil sampel makrozoobentos sebanyak tiga titik pengambilan sampel, yaitu bagian tepi

kiri, bagian tengah dan tepi kanan yang selanjutnya akan digabungkan menjadi satu (*composite sample*). Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari–Maret 2012.

Pengukuran Parameter Biologi

Pengambilan sampel makrozoobentos di setiap stasiun dilakukan secara komposit dengan menggunakan alat pengeruk Ekman Grab dengan cara menjatuhkan alat tersebut sampai ke dasar perairan, setelah beberapa menit diangkat ke atas permukaan perairan. Sampel makrozoobentos yang didapat dipisahkan dari lumpur dan benda lain dengan menggunakan saringan yang berukuran terkecil 1 mm. selanjutnya sampel ini dimasukkan ke dalam botol film dan diawetkan dengan formalin 4% serta diberi label. Di laboratorium, hasil sampel makrozoobentos mula-mula dicuci dengan air kran mempergunakan saringan untuk menghilangkan lumpur yang mungkin dapat mengganggu pemilahan makrozoobentos. Kemudian makrozoobentos dipisahkan dengan menggunakan pinset dan dimasukkan ke dalam botol yang berisi alkohol 70 %. Sampel makrozoobentos kemudian diletakkan di atas cawan petri untuk selanjutnya diidentifikasi dengan lensa pembesar.

Identifikasi sampel makrozoobentos dilakukan dengan cara membandingkan sampel yang diperoleh dengan koleksi atau spesimen, gambar dan ciri-ciri yang terdapat dalam buku identifikasi invertebrata akuatik dan juga dengan bantuan buku acuan dari Pennak (1978) dan Dharma (1988). Sampel makrozoobentos yang sudah diidentifikasi dan dihitung jumlah individunya per jenis, merupakan data dasar yang digunakan dalam menganalisis struktur komunitas makrozoobentos. Data yang dianalisis meliputi

a. Indeks Keanekaragaman

Untuk mengukur keanekaragaman makrozoobentos digunakan Indeks Keanekaragaman dari Shannon-Wiener (Luidwig dan Reynolds, 1988), dengan rumus sebagai berikut:

$$H' = - \sum_{i=1}^s PiLn(Pi)$$

b. Indeks Dominansi

Untuk mengetahui jenis yang mendominasi dalam suatu komunitas dilakukan perhitungan Indeks Dominansi (Luidwig dan Reynolds, 1988) dengan rumus sebagai berikut:

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

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Selama penelitian ini ditemukan secara total 11 jenis makrozoobentos yang tergabung dalam 6 kelas yaitu kelas *Gastropoda* terdiri dari jenis *Melanoides sp*, *Neritina sp*, *Thyara sp*, *Fomacea sp*, *Litoridina sp*, dan *Brotia sp*, kelas *Decapoda* terdiri dari jenis *Machrobrachium sp*, kelas *Pelecypoda* yaitu jenis *Sphaerium sp*, kelas *Oligochaeta* terdiri dari jenis *Lumbriculus sp*, kelas *Insecta* terdiri dari jenis *Chironomus sp*, dan kelas *Crustacea* terdiri dari jenis *Paratelphusa sp*, yang semuanya dapat disajikan dengan jumlah total yang didapat dan komposisi serta kepadatan individu masing-masing jenis makrozoobentos yang bervariasi menurut stasiun pengambilan dan waktu pengambilan sampel.

Tabel 1. Kepadatan Makrozoobentos (individu/m²) Setiap Stasiun Selama Penelitian

Periode	Organisme	Stasiun			
		I	II	III	IV
1	<i>Melanoides Sp</i>	11	0	4	15
	<i>Neritina Sp</i>	3	0	0	5
	<i>Thyara Sp</i>	4	0	0	4
	<i>Fomacea Sp</i>	0	0	0	2
	<i>Littoridina sp</i>	22	0	4	19
	<i>Brotia sp</i>	7	0	4	15
	<i>Machrobrachium sp</i>	0	0	0	0
	<i>Sphaerittm Sp</i>	1	0	0	4
	<i>Lumbriculus Sp</i>	0	4	0	0
	<i>Chironomus Sp</i>	1	0	0	3
	<i>Paratelphusa Sp</i>	1	0	0	2
		Jumlah total individu	50	4	12

Periode	Organisme	Stasiun			
		I	II	III	IV
2	<i>Melanoides Sp</i>	6	0	3	13
	<i>Neritina Sp</i>	3	0	0	5
	<i>Thyara Sp</i>	4	0	0	4
	<i>Fomacea Sp</i>	0	0	0	0
	<i>Littoridina Sp</i>	13	0	3	21
	<i>Brotia Sp</i>	10	0	4	13
	<i>Machrobrachium Sp</i>	1	0	0	0
	<i>Sphaerium Sp</i>	0	0	0	4
	<i>Lumbriculus Sp</i>	0	3	0	0
	<i>Chironomus Sp</i>	0	0	0	0
	<i>Paratelphusa Sp</i>	0	0	0	0
	Jumlah total individu	37	3	10	60
	<i>Melanoides Sp</i>	33	0	4	36
	<i>Neritina Sp</i>	10	0	0	12
3	<i>Ifcyora Sp</i>	7	0	0	6
	<i>Fomacea Sp</i>	0	0	0	0
	<i>Littoridina Sp</i>	31	0	2	31
	<i>Brotia Sp</i>	16	0	2	25
	<i>Machrobrachium Sp</i>	0	0	0	0
	<i>Sphaerium Sp</i>	0	0	3	9
	<i>Lumbriculus Sp</i>	0	4	0	0
	<i>Chironomus Sp</i>	0	0	0	0
	<i>Paratelphusa Sp</i>	0	0	0	0
Jumlah total individu	97	4	11	119	
4	<i>Melanoides Sp</i>	13	1	4	34
	<i>Neritina Sp</i>	2	0	0	10
	<i>ThyaraSp</i>	4	0	3	5
	<i>Fomacea Sp</i>	0	0	0	0
	<i>Littoridina Sp</i>	11	1	4	21
	<i>Brotia Sp</i>	12	0	4	27
	<i>Machrobrachium Sp</i>	0	0	0	0
	<i>Sphaerium Sp</i>	0	0	0	6
	<i>Lumbriculus Sp</i>	0	2	0	0
	<i>Chironomus Sp</i>	0	0	0	0
<i>Paratelphusa Sp</i>	0	0	0	0	
Jumlah total individu	42	4	15	97	
5	<i>Melanoides Sp</i>	15	0	3	27
	<i>Neritina Sp</i>	3	0	0	4
	<i>TyaraSp</i>	7	0	0	7
	<i>Fomacea Sp</i>	0	0	0	0
	<i>Littoridina Sp</i>	12	0	4	15
	<i>Brotia Sp</i>	16	0	3	23
	<i>Machrobrachium Sp</i>	0	0	0	0
	<i>Sphaerivm Sp</i>	0	0	0	0
	<i>Lumbriculus Sp</i>	0	4	0	0
	<i>Chironomus Sp</i>	0	0	0	0
<i>Paratelphusa Sp</i>	0	0	0	1	
Jumlah total individu	53	4	10	77	
	<i>Melanoides Sp</i>	16	0	4	20
	<i>Neritina Sp</i>	3	0	0	4
	<i>Tiara Sp</i>	3	0	0	1
	<i>Fomacea Sp</i>	0	0	0	0
	<i>Littoridina Sp</i>	10	0	6	11

Periode	Organisme	Stasiun			
		I	II	III	IV
6	<i>Brotia Sp</i>	20	0	3	26
	<i>Machrobrachium Sp</i>	0	0	0	0
	<i>Sphaerium Sp</i>	0	0	0	1
	<i>Lumbriculus Sp</i>	0	3	0	0
	<i>Chironomus Sp</i>	0	0	0	1
	<i>Paratelphusa Sp</i>	0	0	0	0
	Jumlah total individu	52	3	13	64

Sumber : Hasil Pengolahan Data Primer

B. Pembahasan

Kepadatan individu - individu makrozoobentos berkisar antara 0 ind/m² -36 ind/m². Jumlah total individu tertinggi terdapat di stasiun IV pada waktu pengambilan sampel makrozoobentos periode ke-3 sebesar 119 ind/m². Tingginya jumlah total individu makrozoobentos di stasiun IV pada waktu pengambilan sampel makrozoobentos periode ke-3 karena sebagian besar merupakan kontribusi kepadatan individu makrozoobentos jenis *Melanoides sp* sebanyak 36 ind/m² dan kepadatan individu makrozoobentos jenis *Littoridina sp* sebanyak 31 ind/m². Sedangkan jumlah total individu terendah terdapat di stasiun II pada waktu pengambilan sampel ke-2 dan ke-6 yakni sebesar 3 ind/m². Rendahnya jumlah total individu di stasiun II pada waktu pengambilan sampel ke-2 dan ke-6 disebabkan selain oleh jumlah jenis yang ditemukan relatif sedikit, juga jumlah individu dari masing-masing jenis makrozoobentos rendah. Hal ini yang menyebabkan rendahnya jumlah total individu di stasiun II pada waktu pengambilan sampel ke-2 dan ke-6.

Makrozoobentos dari kelompok *Gastropoda* memiliki kepadatan individu tertinggi, yang sebagian besar disusun oleh jenis *Melanoides sp*, *Neritina sp*, *Thyara sp*, dan *Fomacea sp*. Kelompok ke dua yang memiliki kepadatan tinggi adalah *Pelecypoda* yang disusun oleh jenis *Sphaerium sp*. Sedangkan kepadatan individu dari kelompok *Oligochaeta*, *Decapoda*, *Insecta*, dan *Crustacea* relatif rendah. Dari semua jenis yang ditemukan, hanya jenis *Melanoides sp*

yang sebarannya merata dan relatif mendominasi selama penelitian.

Puncak kepadatan individu masing-masing jenis makrozoobentos di setiap stasiun dan waktu pengambilan sampel makrozoobentos bervariasi. Jenis *Melanoides sp* puncak kepadatan individunya di stasiun IV pada waktu pengambilan sampel periode ke-3 sebesar 36 ind/m². Jenis *Neritina sp* puncak kepadatan rata-rata individunya di stasiun I pada waktu pengambilan sampel periode ke-3 sebesar 10 ind/m² dan jenis *Thyara sp* puncak kepadatan individunya di stasiun IV pada waktu pengambilan sampel periode ke-5 sebesar 7 ind/m². Adanya perbedaan puncak kepadatan individu masing-masing jenis makrozoobentos, diduga akibat dari pengulangan pengambilan sampel.

Suatu komunitas dibangun oleh jenis-jenis makrozoobentos yang komposisinya selalu berubah, ini berarti populasi dari masing-masing jenis makrozoobentos mempunyai kedinamikaan dan selalu berubah dari waktu ke waktu setiap kali pengamatan, baik kepadatan maupun jumlah jenisnya. Pada waktu pengambilan sampel makrozoobentos periode ke-1 disusun oleh kelompok *Gastropoda* (*Melanoides sp*, *Neritina sp*, *Thyara sp*, *Litoridina sp*, *Brotia sp*) kelompok *Pelecypoda* (*Sphaerium sp*) kelompok *Oligochaeta* (*Lumbriculus sp*), kelompok *Insecta* (*Chironomus sp*), dan kelompok *Crustacea* (*Paratelphusa sp*). Pada waktu pengambilan sampel makrozoobentos periode ke-2 disusun oleh kelompok *Gastropoda* (*Melanoides sp*, *Neritina sp*, *Thyara sp*, *Litoridina sp*, *Brotia sp*), kelompok *Pelecypoda* (*Sphaerium sp*), kelompok *Decapoda* (*Machrobrachium sp*), dan kelompok *Oligochaeta* (*Lumbriculus sp*). Pada waktu pengambilan sampel makrozoobentos periode ke-3 disusun oleh kelompok *Gastropoda* (*Melanoides sp*, *Neritina sp*, *Thyara sp*, *Litoridina sp*, *Brotia sp*) kelompok *Pelecypoda* (*Sphaerium sp*) dan kelompok *Oligochaeta* (*Lumbriculus sp*). Pada waktu pengambilan sampel makrozoobentos periode ke-4 disusun oleh kelompok *Gastropoda*

(*Melanoides sp*, *Neritina sp*, *Thyara sp*, *Litoridina sp*, *Brotia sp*), kelompok *Pelecypoda* (*Sphaerium sp*) kelompok *Oligochaeta* (*Lumbriculus sp*). Pada waktu pengambilan sampel makrozoobentos periode ke-5 disusun oleh kelompok *Gastropoda* (*Melanoides sp*, *Neritina sp*, *Thyara sp*, *Litoridina sp*, *Brotia sp*) kelompok *Oligochaeta* (*Lumbriculus sp*) dan kelompok *Crustacea* (*Paratelphusa sp*). Dan pada waktu pengambilan sampel makrozoobentos periode ke-6 disusun oleh kelompok *Gastropoda* (*Melanoides sp*, *Neritina sp*, *Thyara sp*, *Litoridina sp*) kelompok *Pelecypoda* (*Sphaerium sp*) kelompok *Oligochaeta* (*Lumbriculus sp*) dan kelompok *Insecta* (*Chironomus sp*).

Jumlah jenis makrozoobentos juga selalu berubah selama waktu penelitian, dimana pada stasiun IV terdapat jumlah jenis makrozoobentos yang terbanyak pada waktu pengambilan sampel periode ke-1. Jumlah jenis pada waktu pengambilan sampel periode ke-1 berkisar antara 2-8 jenis (Tabel 4.2). Jumlah jenis tertinggi terdapat di stasiun IV sebanyak 8 jenis dan diikuti oleh stasiun I sebanyak 6 jenis. Jumlah jenis terendah terdapat di stasiun II, sebanyak 2 jenis. Jumlah jenis pada waktu pengambilan sampel makrozoobentos periode ke-2 berkisar antara 1 - 6 jenis (Tabel 4.2). Jumlah jenis tertinggi terdapat di stasiun IV sebanyak 6 jenis dan diikuti oleh stasiun I sebanyak 5 jenis. Jumlah jenis terendah terdapat di stasiun II sebanyak 1 jenis. Jumlah jenis pada waktu pengambilan sampel makrozoobentos periode ke-3 berkisar antara 3 — 6 jenis (Tabel 4.2). Jumlah jenis tertinggi terdapat di stasiun IV sebanyak 6 jenis dan diikuti oleh stasiun I sebanyak 5 jenis. Jumlah jenis terendah terdapat di stasiun II sebanyak 1 jenis. Jumlah jenis pada waktu pengambilan sampel makrozoobentos periode ke-4 berkisar antara 1 - 6 jenis (Tabel 4.2). Jumlah jenis tertinggi terdapat di stasiun IV sebanyak 6 jenis dan diikuti oleh stasiun I sebanyak 5 jenis. Jumlah jenis terendah terdapat di stasiun II sebanyak 1 jenis. Jumlah jenis pada waktu pengambilan sampel

makrozoobentos periode ke-5 berkisar antara 1-5 jenis (Tabel 4.2). Jumlah jenis tertinggi terdapat di stasiun IV dan stasiun I sebanyak 5 jenis. Jumlah jenis terendah terdapat di stasiun II sebanyak 1 jenis. Jumlah jenis pada waktu pengambilan sampel makrozoobentos periode ke-6 berkisar antara 2-5 jenis (Tabel 4.2). Jumlah jenis tertinggi terdapat di stasiun I dan stasiun IV sebanyak 5 jenis. Jumlah jenis terendah terdapat di stasiun II sebanyak 2 jenis

Adanya perbedaan jumlah jenis di setiap stasiun pengamatan dan waktu pengambilan sampel, diduga sebagai akibat adanya perbedaan kisaran toleransi masing-masing jenis makrozoobentos terhadap perubahan kondisi lingkungan abiotik di perairan Sungai Karang Mumus. Hukum toleransi dari Shelford (Kramadibrata, 1999), organisme hanya dapat hidup pada kisaran kondisi yang dapat ditoleransinya. Demikian pula halnya dengan makrozoobentos, hanya dapat hidup pada tempat-tempat yang kondisinya masih berada dalam kisaran toleransinya. Secara umum jumlah jenis makrozoobentos di perairan Sungai Karang Mumus, relatif sedikit, hal ini diduga akibat heterogenitas habitat di Sungai Karang Mumus yang relatif seragam yaitu dasar perairan berupa substrat pasir. Habitat yang cenderung seragam mengakibatkan jumlah jenis yang menghuni dasar perairan juga relatif sedikit. Hal ini sesuai dengan pendapat Koesoebiono (1979) bahwa dasar sungai berupa pasir merupakan habitat yang kurang baik bagi organisme bentos. Faktor-faktor ekologi yang dapat mempengaruhi jumlah jenis di suatu habitat berupa (Kramadibrata, 1999) : lebarnya kisaran sumberdaya yang tersedia, terspesialisasinya jenis-jenis, Tumpang tindihnya relung ekologi dan banyaknya relung ekologi yang dimanfaatkan. Rendahnya jumlah jenis yang ada di stasiun II dibandingkan dengan stasiun-stasiun lainnya diduga disebabkan pada stasiun II mendapat gangguan berupa masuknya limbah pertambangan batubara. Hal ini sesuai dengan pendapat Reice (1994) yang menyatakan bahwa gangguan dapat mempengaruhi struktur

komunitas. Gangguan berupa banjir, erosi, atau kebakaran merupakan salah satu mekanisme pengurangan jumlah jenis. Dampak awal dari gangguan berupa migrasi atau perpindahan jenis-jenis organisme baik karena mati atau pun berpindah tempat. Hasil pengukuran beberapa faktor lingkungan abiotik di stasiun II mendukung hal tersebut, yaitu kandungan padatan tersuspensi di stasiun II sebesar 94,8 mg/L. Sedangkan transparansi di stasiun II sebesar 10,3 cm. Padatan tersuspensi yang tinggi dapat mengakibatkan kekeruhan dalam air. Padatan tersuspensi dan kekeruhan air yang tinggi akan dapat menghalangi penetrasi cahaya matahari ke dalam sungai, sehingga mempengaruhi produktivitas primer alga sebagai bahan utama makanan makrozoobentos yang selanjutnya akan mempengaruhi komposisi dan kelimpahan makrozoobentos tersebut. Jumlah jenis yang selalu berubah pada setiap stasiun pengamatan dan waktu pengambilan sampel selama penelitian, membuktikan bahwa komunitas selalu berubah, hal ini mungkin juga disebabkan karena pengulangan pengambilan sampel.

C. Keanekaragaman dan Dominansi Komunitas Makrozoobentos

Keanekaragaman dan dominansi merupakan ciri dalam suatu komunitas. Nilai-nilai indeks keanekaragaman dan dominansi memperlihatkan kekayaan jenis dalam komunitas dan pemerataan jumlah individu setiap jenis. Rata-rata jumlah jenis, indeks keanekaragaman dan indeks dominansi makrozoobentos dapat dilihat pada Tabel 4.2. Keanekaragaman suatu komunitas ditandai oleh banyaknya jumlah jenis yang membentuk komunitas tersebut. Suatu komunitas memiliki keanekaragaman yang tinggi apabila semua jenis memiliki kepadatan yang relatif sama atau merata diantara jenis. Jika hanya satu atau beberapa jenis saja yang berlimpah, maka tingkat keanekaragamannya rendah.

Tabel 2. Rata-rata Jumlah Jenis, Indeks Keanekaragaman dan Indeks Dominansi Makrozoobentos

Stasiun		Waktu pengambilan sampel makrozoobentos periode					
		1	2	3	4	5	6
I	S	6	5	5	5	5	5
	H'	1,48	1,54	1,47	1,40	1,47	1,36
	C	0,287	0,237	0,266	0,265	0,245	0,300
II	S	2	1	1	1	1	2
	H'	0	0	0	0	0	0
	C	1	1	1	0,833	1	0,5
III	S	4	3	3	4	3	3
	H'	1,06	1,04	1,05	1,26	1,07	1,02
	C	0,356	0,370	0,361	0,292	0,347	0,384
IV	S	8	6	6	6	5	5
	H'	1,79	1,60	1,506	1,56	1,44	1,36
	C	0,199	0,231	0,39	0,38	0,269	0,296

Sumber: Pengolahan Data Primer

Keterangan:

S = Jumlah Jenis

H' = Indeks Keanekaragaman

C = Indeks Dominansi

Kisaran nilai indeks keanekaragaman yaitu antara 0 - 1. Apabila nilai indeks mendekati 1, maka keanekaragamannya tinggi, sedangkan apabila nilai indeks mendekati 0, maka keanekaragamannya rendah. Apabila nilai indeks berkisar antara 0,6 - 0,8, berarti perairan yang ada tidak mengalami gangguan yang berarti. Nilai indeks dominansi (C) akan semakin tinggi apabila nilai keanekaragamannya rendah, begitu juga sebaliknya. Apabila nilai indeks dominansi (C) < 0,5 berarti tidak terdapat dominansi, sedangkan apabila nilai C > 0,5 berarti terjadi dominansi oleh jenis tertentu.

Pada tabel di atas menunjukkan bahwa rata-rata nilai indeks keanekaragaman di perairan Sungai Karang Mumus berkisar antara 0 - 1,79. Indeks keanekaragaman tertinggi terdapat di stasiun IV sebesar 1,79 dan diikuti stasiun I sebesar 1,54. tingginya indeks keanekaragaman di stasiun IV dan stasiun I pada waktu pengambilan sampel ke-1 dan ke-

2 menunjukkan bahwa di stasiun-stasiun tersebut kepadatan individu masing-masing jenis lebih merata diantara jenis makrozoobentos. Rendahnya nilai indeks keanekaragaman jenis di stasiun II, diduga disebabkan oleh buruknya kondisi lingkungan sebagai akibat adanya buangan limbah pertambangan batubara yang berada di stasiun II. Buruknya kondisi lingkungan ini antara lain ditandai dengan rendahnya kualitas air terutama untuk parameter transparansi sebesar 10,3 cm dan kandungan padatan tersuspensi sebesar 94,8 mg/L. Untuk indeks dominansi berkisar di rata-rata 0,199 - 1, dimana nilai indeks dominansi terendah di dapatkan di stasiun IV pada periode pengambilan sampel ke-1 sebesar 0,199 dan nilai indeks dominansi tertinggi terdapat di stasiun II sebesar 1. Hal ini diduga sebagai akibat dari adanya limbah pertambangan batubara yang menyebabkan jenis makrozoobentos yang tidak toleran dengan adanya limbah akan berpindah, sehingga hanya jenis makrozoobentos yang tahan terhadap kondisi demikian yang bertahan dan mendominasi daerah tersebut.

Kondisi lingkungan yang buruk menyebabkan berubahnya komposisi dan kelimpahan komunitas makrozoobentos, jenis yang dapat beradaptasi dan toleransi akan tumbuh dan berkembang dengan baik serta terdapat dalam jumlah yang melimpah, sementara jenis yang tidak toleran akan berkurang atau bahkan menghilang. Jika dalam suatu komunitas ditemukan sejumlah jenis dengan satu atau beberapa jenis yang sangat melimpah, maka komunitas ini mempunyai nilai indeks dominansi yang tinggi. Dominansi suatu jenis merupakan sintesis dari penyebaran dan kelimpahannya. Penyebaran dan kelimpahan ini sangat bergantung pada daya hidup, reproduksi, dan pertumbuhan dari individu-individunya. Jenis-jenis yang muncul dominan menandakan bahwa mereka memiliki kemampuan untuk bertahan hidup lebih baik dari jenis-jenis lainnya, walaupun kondisi lingkungan berubah-ubah, hal ini berarti pula bahwa toleransi jenis tersebut terhadap tekanan fisiologis dan kisaran kondisi fisik lingkungan

sangat tinggi. Suatu jenis dikatakan mendominasi pada suatu komunitas apabila secara permanen keberadaannya lebih melimpah dari jenis lainnya, hal ini akan menyebabkan:

1. Mengonsumsi lebih banyak makanan
2. Menempati ruang yang lebih banyak untuk reproduksi
3. Sangat mempengaruhi perkembangan jenis lain dalam suatu komunitas.

Transparansi perairan mempunyai hubungan yang signifikan dengan keanekaragaman komunitas makrozoobentos. Hal ini berarti semakin besar nilai transparansi, maka semakin besar keanekaragaman komunitas makrozoobentos. Nilai transparansi air yang baik berkisar antara 20 - 40 cm. Semakin dalam lapisan air yang dapat ditembus cahaya matahari, maka semakin baik untuk kehidupan organisme akuatik.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut, Limbah cair yang dihasilkan PT. XXX berperan dalam menurunkan kualitas air Sungai Karang Mumus. Hal ini ditandai dengan Indeks Keanekaragaman (H') pada stasiun I rata-rata 1,65 ; stasiun II Indeks Keanekaragaman (H') rata-rata 0 ; stasiun III Indeks Keanekaragaman (H') rata-rata 1,08 ; stasiun IV Indeks Keanekaragaman (H') rata-rata 1,6. Berdasarkan Indeks Keanekaragaman Makrozoobentos Shannon - Wiener diperoleh informasi bahwa stasiun I dan stasiun IV termasuk kategori perairan tercemar ringan, stasiun III termasuk kategori perairan tercemar sedang, dan stasiun II termasuk kategori perairan tercemar berat, perubahan parameter fisik kimiawi perairan akan mempengaruhi nilai indeks keanekaragaman jenis makrozoobentos dan indeks dominansi jenis makrozoobentos, seperti nilai Indeks Dominansi (C) rata-rata pada stasiun II merupakan nilai yang tertinggi yang didapatkan ($C = 0,89$), hal ini karena perairan

air sungai sudah mulai terkena limbah pertambangan batubara, dan menyebabkan organisme makrozoobentos yang tidak toleran dengan pencemaran akan berpindah atau mati, sedangkan yang toleran terhadap pencemaran akan bertahan hidup dan mendominasi daerah tersebut bertahan. Organisme yang bertahan itu adalah dari kelompok Oligochaeta jenis *Lumbriculus* sp.

B. Saran

Diperlukan upaya peningkatan efektifitas Instalasi pengolahan air limbah (IPAL) yang dimiliki oleh perusahaan dengan harapan agar keluaran limbah cair pertambangan batubara dapat diminimalisir sekecil mungkin, diantaranya dengan melakukan kontrol yang ketat terhadap keluaran limbah cair yang hendak dibuang ke sungai apakah sesuai dengan ambang batas lingkungan yang ditetapkan, dan perlu dilakukan penelitian dengan topik yang sama tetapi dilakukan di perairan sungai yang lain yang tercemar oleh limbah pertambangan batubara, sehingga dapat diperoleh jenis makrozoobentos yang dapat dijadikan indikator biologis untuk perairan sungai yang tercemar oleh limbah pertambangan batubara.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terimakasih kepada rekan-rekan yang telah sangat membantu penulis dalam pengambilan data di lapangan hingga terpublikasi artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1982, *Laporan Pertemuan Teknis Budidaya Ikan*, Direktorat Bina Produksi Dirjen Perikanan, Jakarta
- Anonim, 1999, *Indonesian Mining Industry Survey*, PWC Global Energy and Mining Group, Jakarta.
- Anonim, 2002, *Keputusan Gubernur Kaltim No 26 Tahun 2003 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri dan Usaha Lainnya dalam Propinsi Kaltim*, Kantor Gubernur Kaltim, Samarinda
- Colinvaux, 1986, *Ecology*. John Wiley & Sons, New York..

- Dhahiyat, Y., dan Sutisna, E., dan Hasan, Z., 2002. *Struktur Komunitas Makrozoobentos Sebagai Indikator Kualitas Lingkungan Perairan Situ Lengkong Kabupaten Ciamis*, Limnotek Vol DC, Jakarta
- Dharma, B., 1988. *Siput dan Kerang Indonesia (Indonesian Sheik)* Buku I dan II. PT Sarana Graha, Jakarta
- Gorny, M and Grum, L., 1993. *Methods in Soil Zoology*. Polish Scientific Publishers, Warsawa.
- Haslam, S.M., 1990, *River Pollution An Ecological Perspective*, Belhaven Press, London.
- Hawkes, 1979, *Invertebrates As Indicator Of River Water Quality*, John Willey And Sons Ltd, Toronto.
- Hellawell, J.M., 1989, *Biological Indicators Of Freshwater Pollution And Environmental Management*, Elsevier Applied Science Publisher Ltd, London.
- Hutabarat S., dan Evans, 1985. *Pengantar Oseanografi*, UI Press, Jakarta.
- Koesoebiono, 1979, *Dasar-dasar Ekologi Umum, Ekologi Perairan*, Jurusan Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan, IPB, Bogor.
- Kovacs, 1992, *Biological Indicators In Environmental Protection*, Ellis Horwood Limited, England.
- Kramadibrata, H.I., 1999. *Ekologi Hewan*. Jurusan Biologi. FMJPA ITB, Bandung
- Kristanto, P., 2002, *Ekologi Industri*, LPPM Universitas Kristen PETRA Surabaya, Penerbit ANDL Yogyakarta.
- Lee CD, Wong S.B dan Kuo C.L, 1978, *Benthic Macroinvertebrate And Fish As Biological Indicators Of Water Quality With Reference To Community Diversity Index*, rialam: *Water Pollution Controll In Developing Countries*, Asian Institute of Technology, Bangkok.
- Pennak, R.W., 1978, *Freshwater Invertebrates*, John Willey and Sons, New York.
- Salim, H., 1996, *Impact and Management of Coal Residu (Fly Ash) with Special Reference to Liqid and Solid Wastes*, Paper Presented in Clean Coal Technology, Jakarta Convention Centre, Jakarta)
- Sudarsono, Arief 2003, *Preparasi dan Pencucian Batubara*, Departemen Teknik Pertambangan, ITB, Bandung
- Trihadiningrum, Y. dan Tjondronegoro, L., 1998, *Makro Invertebrata Sebagai Bioindikator Pencemaran Badan Air Tawar Di Indonesia : Siapkah Kita ?* Artikel Lingkungan Dan Pembangunan.
- Wardoyo, S., 1978, *Kriteria Kualitas Air untuk Keperluan Pertanian dan Perikanan*, IPB, Bogor.