

**PENGARUH LIMBAH CAIR TAHU TERHADAP KELIMPAHAN MAKROBENTHOS
DI SUNGAI ELO MAGELANG**

The Influence of Soybean Liquid Waste to Macrobenthos Abundance in Elo River Magelang

Angela Herma Gita Retno Wulandari, Sahala Hutabarat^{*)}, Churun Ain

Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Jurusan Perikanan
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto, S.H, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah – 50275, Telp/Fax. +6224 7474698
Email: amorcaritasdeangela@yahoo.com

ABSTRAK

Sungai Elo digunakan sebagai salah satu lokasi pembuangan limbah cair tahu, diduga telah mengalami penurunan kualitas perairan. Adanya masukan polutan seperti bahan organik dari limbah cair tahu yang berlebih akan menyebabkan pencemaran dan akan berdampak pada kehidupan makrobenthos. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh limbah cair tahu terhadap kelimpahan makrobenthos, mengetahui kondisi perairan yang ditimbulkan oleh buangan limbah cair tahu berdasarkan bio-indikator makrobenthos, dan mengetahui korelasi antara kelimpahan makrobenthos dengan bahan organik di Sungai Elo. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2013 – Januari 2014 di Sungai Elo Magelang. Penelitian ini dilakukan pada 3 stasiun. Materi penelitian adalah makrobenthos dan bahan organik yang terdapat di Sungai Elo. Metode yang digunakan adalah metode survei dan metode deskriptif. Makrobenthos yang diperoleh selama penelitian di Sungai Elo terdiri dari 6 kelas yaitu *Oligochaeta* 2 genus, *Polychaeta* 1 genus, *Clitellata* 1 genus, *Hexapoda* 1 genus, *Gastropoda* 3 genus, dan *Bivalvia* 1 genus. Genus yang paling banyak ditemukan *Melanoides* sp. (144,38%), *Tubifex* sp. (53,30%), dan *Elimia* sp. (49,21%). Kelimpahan makrobenthos terbesar terdapat pada stasiun II sebesar 1284 ind/m³ dan terendah terdapat pada stasiun I sebesar 327 ind/m³. Kandungan bahan organik berkisar antara 5,63 – 17,67 mg/l termasuk dalam kategori sedang-tinggi. Nilai Saprobik Indeks (SI) dalam analisa Saprobitas adalah -3 yang berarti perairan tercemar berat. Hasil uji korelasi regresi antara kelimpahan makrobenthos dengan kandungan bahan organik diperoleh nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,678. Koefisien korelasi (r) sebesar 0,823 dengan nilai koefisien $0,7 < r \leq 0,9$ yang menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel tersebut cukup kuat.

Kata kunci: Struktur Komunitas; Makrobenthos; Limbah Cair Tahu

ABSTRACT

Elo River was used as a location dismissal of Soybean Liquid Waste, has assumed been degradation of water quality. The existence of polutan like organic materials from soybean liquid waste will be contain and be affect to longlife of macrobenthos. The aim was to identify structure of macrobenthos community, the impact of soybean liquid waste based on macrobenthos bio-indicator, and corelation between macrobenthos abundance and organic materials in Elo River. The research was implemented on December 2013 - Januari 2014 in 3 location stations. The materials were organic materials and macrobenthos. The Method were Survey and Descriptive Method. The result was macrobenthos have been obtained consist of 6 classes, these were Oligochaeta (2 genus), Polychaeta (1 genus), Clitellata (1 genus), Hexapoda (1 genus), Gastropoda (3 genus), and Bivalve (1 genus). The most species founded was Melanoides sp. (144,38%), Tubifex sp. (53,30%), and Elimia sp. (49,21%). The biggest of macrobenthos abundance in station II, meanwhile the lowest of macrobenthos abundance in station I. Diversity index value all of stations ranging from 0,5 – 1,5. Content of organic material ranging from 5,63 – 17,67 mg/l include in moderate category. The value of saprobic index was -3, mean Elo River's water wich high polutan. Result of regression test among macrobenthos abundance with content of organic material in Elo River obtained determination coefficient value (R^2) was 0,678. Coefficient Corellation (r) was 0,823 with value of coefficient $0,7 < r \leq 0,9$ that sound was relationship among two variable strength enough.

Keywords: Structure Community; Macrobenthos; Soybean Liquid Waste.

*) Penulis penanggungjawab

1. PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara sedang berkembang memiliki beragam ukuran dan jenis industri, baik dalam bentuk rumah tangga maupun industri ukuran besar. Di Kota Magelang keberadaan industri tahu dapat meningkatkan perekonomian masyarakat ditunjukkan adanya industri tahu yang sangat banyak dan bersaing satu sama lain. Limbah cair tahu mengandung polutan organik yang cukup tinggi serta padatan tersuspensi maupun terlarut yang akan mengalami perubahan fisika, kimia, dan biologi (Rossiana, 2006). Herlambang (2002), menyatakan bahwa dampak yang ditimbulkan oleh pencemaran bahan organik limbah industri tahu adalah gangguan terhadap kehidupan biotik yang disebabkan oleh meningkatnya kandungan bahan organik. Salah satu biota yang dapat digunakan sebagai parameter biologi dalam menentukan kondisi suatu perairan adalah makrobenthos, selanjutnya Purnomo *dalam* Kawuri (2012) menjelaskan bahwa berubahnya kualitas suatu perairan sangat memengaruhi kehidupan biota yang hidup di dasar perairan tersebut diantaranya adalah makrobenthos.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh limbah cair tahu terhadap kelimpahan makrobenthos, mengetahui kondisi perairan yang ditimbulkan oleh buangan limbah cair tahu berdasarkan bio-indikator makrobenthos, dan mengetahui korelasi antara kelimpahan makrobenthos dengan bahan organik di Sungai Elo. Penelitian ini dilakukan pada bulan Desember 2013 – Januari 2014 dan lokasi penelitian dilakukan di Sungai Elo Magelang. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai kondisi perairan Sungai Elo. Informasi yang diperoleh semoga dapat bermanfaat bagi masyarakat untuk lebih memperhatikan kondisi lingkungan terlebih dari pihak pabrik tahu agar tidak membuang limbah cair tersebut langsung ke dalam perairan yang nantinya juga akan berdampak pada organisme perairan dan manusia.

2. MATERI DAN METODE

A. Materi Penelitian

Materi penelitian ini adalah substrat dan air sampel yang diambil di perairan Sungai Elo, sedangkan bahan yang digunakan pada saat penelitian adalah antara lain hewan makrobenthos serta pengamatan parameter kualitas air meliputi parameter fisika dan kimia di perairan Sungai Elo.

B. Metode Penelitian

Penelitian Lokasi dan Pengambilan Sampel

Penentuan titik lokasi sampling dilakukan setelah melakukan pengamatan langsung ke lapangan. Penentuan lokasi sampling dilakukan dengan metode *purposive methods*, dimana teknik pengambilan sampel masing-masing stasiun dapat mewakili wilayah penelitian secara keseluruhan. Pengambilan sampel makrobenthos dilakukan di tiga stasiun atau titik pengambilan sampel yaitu titik pembuangan limbah cair tahu, titik setelah pembuangan limbah cair tahu, dan titik dimana limbah cair tahu sudah tercampur dengan limbah pemukiman. Tujuan menggunakan analisa pengambilan titik sampling adalah untuk mengetahui bagaimana pengaruh buangan limbah cair tahu yang dibuang ke Sungai Elo terhadap kelimpahan makrobenthos per tiap stasiun sama atau berbeda dalam kurun waktu yang telah ditentukan yaitu satu bulan sekali selama 2 bulan. Pengambilan sampel ini dilakukan pada pagi hari dan sampai menjelang siang hari. Pengambilan sampel di tiap stasiun dilakukan dengan menggunakan kuadran transek dan pipa peralon. Sampel kemudian disaring menggunakan saringan berukuran 0,5 mm – 1,0 m. Sampel yang telah didapat kemudian dimasukkan dalam botol sampel dan diberi larutan formalin 4% serta diberi *rose bengale*. Setelah disimpan, sampel dicuci dengan di aliri air dari kran agar bau formalin dan warna merah dari *rose bengale* hilang kemudian makrobenthos yang telah diperoleh diamati dengan menggunakan mikroskop binokuler.

Identifikasi Makrobenthos

Sampel yang telah didapat kemudian diamati dengan menggunakan mikroskop binokuler dan diidentifikasi dengan bantuan buku identifikasi makrobenthos berjudul “*A Guide for the Identification of British Aquatic Oligochaeta*” karangan R. O. Brinkhurst (1971) dan “*An Identification Manual for Freshwater Snails of Florida*” karangan Fred G. Thompson (2004).

Analisa Struktur Komunitas Makrobenthos

Data makrobenthos berdasarkan hasil sampling di lapangan dan setelah diidentifikasi dapat dilakukan analisa data yang meliputi:

a. Menghitung Kelimpahan Jenis

Kelimpahan jenis dihitung berdasarkan jumlah individu per satuan volume (ind/m^3).

b. Menghitung Indeks Keanekaragaman Jenis (H')

Indeks Keanekaragaman Jenis dihitung dengan formulasi Shannon (Brower dan Zar, 1987 *dalam* Surbakti *et al.*, 2008):

Rumus:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

Keterangan:

H' = Indeks keanekaragaman jenis

S = Jumlah yang menyusun komunitas

P_i = Rasio antara jumlah Individu spesies ke- i (n_i) dengan jumlah individu dalam komunitas (N)

c. Menghitung Indeks Keseragaman Jenis (e)

Keseragaman adalah komposisi jumlah individu dalam setiap genus yang terdapat dalam komunitas. Keseragaman didapat dengan membandingkan indeks keanekaragaman dengan nilai maksimumnya. Menurut Bower dan Zar (1990) dalam Setiawan (2008), keseragaman dihitung dengan rumus:

$$\text{Rumus: } e = \frac{H'}{H_{\max}}$$

Keterangan:

E = Indeks keseragaman
H' = Indeks keanekaragaman
Hmax = ln S

d. Menghitung Indeks Dominasi (C)

Indeks dominansi dihitung dengan menggunakan rumus indeks dominansi dari Simpson (Odum, 1993) :

$$\text{Rumus: } C = \sum (ni/N)^2$$

Keterangan:

C = Indeks Dominansi Simpson
ni = Jumlah individu tiap spesies
N = Jumlah individu seluruh spesies

Indeks dominansi berkisar antara 0 sampai 1, dimana semakin kecil nilai indeks dominansi maka menunjukkan bahwa tidak ada spesies yang mendominasi sebaliknya semakin besar dominansi maka menunjukkan ada spesies tertentu (Odum, 1993).

e. Menghitung Kelimpahan Relatif (KR)

Kelimpahan relatif adalah perbandingan antara kelimpahan individu tiap jenis dengan keseluruhan individu yang tertangkap pada suatu komunitas (Hawkes, 1978). Menurut Odum (1993), untuk menghitung kelimpahan relatif adalah sebagai berikut:

$$\text{Rumus: } KR = \frac{ni}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

KR = Kelimpahan relatif
Ni = Jumlah individu
N = Jumlah total individu

Analisa Indeks Saprobitas

Menghitung Indeks Saprobitas

- Analisa Koefisien Saprobitas

Sistem saprobitas ini hanya untuk melihat kelompok organisme yang dominan saja dan banyak digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran dengan persamaan Dresscher dan Der Mark:

$$\text{Rumus: } X = \frac{C+3D-B-3A}{A+B+C+D}$$

Keterangan:

X = koefisien saprobik (-3 sampai dengan 3)
A = kelompok organisme
B = kelompok organisme
C = kelompok organisme
D = kelompok organisme

- Analisa Saprobik Indeks (SI) dan Tingkat Saprobik Indeks (TSI)

Untuk menghitung saprobitas perairan digunakan analisis trosap yang nilainya ditentukan dari hasil formulasi Persone dan De Paw (1983) dalam Anggoro (1988).

$$\text{Rumus: } SI = \frac{1C+3D+1B+ -3A}{1A+1B+1C+1D}$$

Keterangan:

SI = saprobik indeks
A = jumlah spesies organisme Polisaprobik
B = jumlah spesies organisme α – Mesosaprobik
C = jumlah spesies organisme β – Mesosaprobik
D = jumlah spesies organisme Oligosaprobik

$$\text{Rumus: } TSI = \frac{1(nC)+ 3(nD)+ (nB)- 3(nA)}{1(nA)+ 1(nB)+ 1(nC)+ 1(nD)} \times \frac{nA+nB+nC+nD+nE}{nA+nB+nC+nD}$$

Keterangan:

N = jumlah individu organisme pada setiap kelompok saprobitas
nA = jumlah individu penyusun kelompok Polisaprobik

- nB = jumlah individu penyusun kelompok α – Mesosaprobik
 nC = jumlah individu penyusun kelompok β – Mesosaprobik
 nD = jumlah individu penyusun kelompok Oligosaprobik
 nE = jumlah individu penyusun selain A, B, C, D

Analisa Hubungan Bahan Organik dengan Kelimpahan Makrobenthos

Hubungan antara bahan organik dan makrobenthos dapat dilihat dengan menggunakan regresi dan korelasi. Regresi yang digunakan dalam penelitian ini adalah regresi linier sederhana, dengan tujuan untuk mengetahui besar pengaruh antara kandungan bahan organik terhadap kelimpahan makrobenthos pada tiap stasiun. Menurut Kurniawan (2008), regresi linier merupakan metode statistik yang digunakan untuk membentuk model hubungan antara variabel terikat (*dependen*, Y) dengan satu atau lebih variabel bebas (*independen*, X).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Deskripsi Lokasi Penelitian

Lokasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah Sungai Elo dimana sungai ini dijadikan tempat pembuangan limbah tahu di Kampung Dudan, Kelurahan Tidar Utara, Kecamatan Magelang Selatan, Kota Magelang. Sungai Elo merupakan sungai Subdas dari aliran Sungai Progo dengan panjang aliran Sungai Elo kurang lebih 47 km. Sungai Elo merupakan sungai dengan tekstur endapan alluvial (berupa material lepas terdiri dari kerakal, kerikil, pasir, lanau, lumpur, dan lempung di sepanjang tepian sungai. Hal ini juga ada kaitannya dengan daerah di sekitar sungai yang merupakan lokasi pembuangan limbah cair tahu dan daerah pemukiman yaitu pemasok buangan bahan organik ke perairan (Pemkot Magelang, 2013).

Penentuan stasiun pengambilan sampel berdasarkan letak pabrik tahu meliputi pusat pembuangan limbah, aliran yang dialiri limbah, dan aliran yang tercampur dengan limbah pemukiman. Koordinat titik sampling penelitian adalah sebagai berikut :

- Stasiun I : 07°29'49,882" dan 110°14'00,976"
 Stasiun II : 07°29'51,257" dan 110°14'01,965"
 Stasiun III : 07°29'51,099" dan 110°14'02,404"

Jarak antar stasiun berkisar antara 40 – 100 m.

Kelimpahan Individu dan Kelimpahan Relatif Makrobenthos

Kelimpahan makrobenthos yang didapatkan di Sungai Elo Magelang selama penelitian tersaji dalam tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Kelimpahan Individu (KI) Hewan Makrobenthos yang Didapatkan Di Sungai Elo ind/m³

No.	Kelas	Spesies	Stasiun I			Stasiun II			Stasiun III		
			Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 1	Titik 2	Titik 3
1.	<i>Oligochaeta</i>	<i>Tubifex</i> sp.	0	0	0	43	11	118	37	154	13
		<i>Branchiura</i> sp.	0	0	0	10	0	38	41	59	3
2.	<i>Polychaeta</i>	<i>Laeonereis</i> sp.	0	0	0	9	4	0	0	11	0
3.	<i>Clitellata</i>	<i>Glossiponia</i> sp.	0	0	0	18	0	62	38	50	5
4.	<i>Hexapoda</i>	<i>Chironomus</i> sp.	0	0	0	0	0	3	0	3	0
5.	<i>Gastropoda</i>	<i>Melanoides</i> sp.	83	64	107	265	316	59	18	65	5
		<i>Elimia</i> sp.	24	6	43	118	191	17	1	1	4
		<i>Melanopsis</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	3	0
6.	<i>Bivalvia</i>	<i>Corbicula</i> sp.	0	0	0	0	0	1	3	0	0
Jumlah			107	70	150	465	522	298	138	345	29
			327			1284			512		

Berdasarkan tabel diatas makrobenthos yang didapat pada penelitian di Sungai Elo terdiri dari 6 kelas yaitu *Oligochaeta* (2 genera), *Polychaeta* (1 genera), *Clitellata* (1 genera), *Hexapoda* (1 genera), *Gastropoda* (3 genera), dan *Bivalvia* (1 genera). Kelimpahan makrobenthos tertinggi terdapat pada Stasiun II sebesar 1284 ind/m³ sedangkan kelimpahan terendah terdapat pada Stasiun I sebesar 327 ind/m³.

Indeks Keanekaragaman (H'), Indeks Keseragaman (e), dan Indeks Dominansi (C)

Berdasarkan hasil penelitian ini diperoleh data Indeks Keanekaragaman, Indeks Keseragaman, dan Indeks Dominansi makrobenthos yang tersaji dalam tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 2. Nilai Indeks Keanekaragaman (H'), Indeks Keseragaman (e), dan Indeks Dominansi (C) yang didapatkan di Sungai Elo

No.	Stasiun	H'	e	C
1.	I	0,53	0,77	0,65
2.	II	1,33	0,64	0,34
3.	III	1,52	0,69	0,26

Parameter Kualitas Air

Berdasarkan hasil penelitian ini diperoleh data pengukuran parameter kualitas air yang tersaji dalam tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3. Nilai Kisaran Rata-Rata Parameter Kualitas Air

No.	Parameter	Stasiun			Baku Mutu	Pustaka
		I	II	III		
1.	Suhu					
	- Udara	25 °C	27 °C	26 °C	15 °C – 30 °C	Cahyono, 2009 <i>dalam</i> Hamdiyah (2012)
	- Air	24,5 °C	25 °C	25 °C		
2.	Kecerahan	30,3 cm	30,0 cm	28,2 cm	≤ 40 cm	Cahyono, 2009 <i>dalam</i> Hamdiyah (2012)
3.	Kedalaman	135,3 cm	152,0 cm	129,3 cm	-	-
4.	Arus	4,0 m/s	3,8 m/s	11,1 m/s	3 – 6 m/s	Barus, 2002
5.	TSS	88 mg/l	62 mg/l	58 mg/l	400 mg/l	Hendarko, 2003
6.	DO	7,2 mg/l	5,2 mg/l	4,1 mg/l	4 – 10 mg/l	Cahyono, 2009 <i>dalam</i> Hamdiyah (2012)
7.	pH	6	7	7	7 – 8	Barus, 2002
8.	Bahan Organik	12,82 mg/l	5,63 mg/l	17,67 mg/l	7 – 35 mg/l (sedang – tinggi)	Reynold, 1971 <i>dalam</i> Malik, 2012

Nilai Indeks Saprobitas

Berdasarkan hasil identifikasi hewan makrobenthos yang didapatkan di Sungai Elo telah diperoleh nilai Indeks Saprobitas yang tersaji dalam tabel 4 sebagai berikut:

Tabel 4. Nilai Indeks Saprobitas (SI) Hewan Makrobenthos yang Didapatkan di Sungai Elo

No.	X	SI	TSI
1.	-3	-3	-16,67

Hubungan Kelimpahan Makrobenthos dengan Kandungan Bahan Organik Limbah Cair

Menentukan hubungan kelimpahan makrobenthos dengan bahan organik dengan cara menggunakan analisis regresi linier. Berdasarkan hasil analisis regresi linier didapatkan hasil hubungan antara kelimpahan makrobenthos dengan bahan organik limbah cair tahu di Sungai elo berdasarkan nilai koefisien r 0,82 dapat diasumsikan bahwa bahan organik memiliki pengaruh yang cukup kuat terhadap persebaran makrobenthos di Sungai Elo. Nilai koefisien $0,7 < r \leq 0,9$ maka memiliki korelasi tinggi (Hasan, 2003).

Pembahasan

Kelimpahan Individu Dan Kelimpahan Relatif

Berdasarkan dari hasil identifikasi hewan makrobenthos yang didapatkan di Sungai Elo telah diketahui bahwa pada semua stasiun diperoleh *Oligochaeta* terdiri dari 2 genera yaitu *Tubifex* sp. dan *Branchiura* sp., *Polychaeta* terdiri dari 1 genera yaitu *Laonereis* sp., *Clitellata* terdiri dari 1 genera yaitu *Glossiponia* sp., *Hexapoda* terdiri dari 1 genera yaitu *Chironomus* sp., *Gastropoda* terdiri dari 3 genera yaitu *Melanoides* sp., *Elimia* sp., dan *Melanopsis* sp., dan *Bivalvia* terdiri dari 1 genera yaitu *Corbicula* sp.

Berdasarkan hasil perhitungan kelimpahan individu pada masing-masing stasiun saat pengamatan diperoleh nilai kelimpahan individu pada Stasiun I yaitu 327 ind/m³, pada Stasiun II diperoleh 1284 ind/m³, dan pada Stasiun III yaitu 512 ind/m³ sebagaimana tersaji pada tabel 1. Melihat kondisi lokasi pada Stasiun 2 yang terdiri dari batuan besar dan substrat berlumpur menjadikan lokasi ini lebih banyak ditemukan hewan makrobenthos dari kelas *Gastropoda* dan *Oligochaeta*. Welch (1952) *dalam* Wijayanti (2007) bahwa substrat dasar perairan akan menentukan kelimpahan dan komposisi jenis dari hewan benthos.

Data jumlah hewan makrobenthos pada Stasiun I dan II kelimpahan relatif paling tinggi adalah *Melanoides* sp. dengan nilai kelimpahan 77% dan 50%. Pada Stasiun III kelimpahan relatif tertinggi adalah *Tubifex* sp. dengan nilai yang diperoleh adalah 40%. Spesies ini yang menurut Suwondo (2005) *dalam* Iswanti dkk. (2012) mengelompokkan jenis *Gastropoda* diduga karena sifatnya yang hidup menggerombol dan menempel pada satu tempat sepanjang tahun, sedangkan *Tubifex* sp. merupakan jenis kelas *Oligochaeta* yang mampu bertahan hidup pada kondisi yang mempunyai bahan organik yang tinggi dan memiliki kemampuan osmoregulasi yang baik sehingga ia dapat menyesuaikan diri terhadap kondisi ekstrim yang ada disekitarnya (Setiawan, 2009).

Indeks Keanekaragaman (H'), Indeks Keseragaman (E), dan Indeks Dominansi (C)

Berdasarkan hasil perhitungan Indeks Keanekaragaman jenis hewan makrobenthos yang didapatkan di Sungai Elo diperoleh hasil 0,53 pada Stasiun I, 1,33 pada Stasiun II, dan 1,52 pada Stasiun III, dapat dilihat bahwa pada Stasiun I nilai Indeks Keanekaragaman lebih kecil dibandingkan nilai pada Stasiun II dan III. Hal ini dijelaskan oleh Barus (2002) berdasarkan kisaran dari Indeks Keanekaragaman menurut Krebs (1985) bahwa keanekaragaman yang rendah ($0 < H' < 2,302$) menunjukkan dalam komunitas tersebut terjadi tekanan dan stress

yang berarti kondisi tersebut sangat tidak stabil dan menunjukkan keanekaragaman yang rendah. Perbedaan nilai keanekaragaman jenis tersebut dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan ketersediaan makanan bagi hewan makrobenthos tersebut.

Indeks Keseragaman menunjukkan adanya dominasi yang nyata dengan nilai Indeks Keseragaman yang diperoleh sebesar 0,770 pada Stasiun I; 0,638 pada Stasiun II; dan 0,691 pada Stasiun III ditandai dengan nilai Indeks Dominansi 0,650 pada Stasiun I; 0,336 pada Stasiun II; dan 0,261 pada Stasiun III. Berdasarkan nilai tersebut diketahui bahwa adanya spesies yang mendominasi perairan Sungai Elo dengan persebaran tidak merata dan didominasi oleh genus tertentu yaitu *Melanooides* sp., *Elimia* sp., dan *Tubifex* sp. dengan jumlah individu 770, 319, dan 296 pada semua stasiun.

Hewan makrobenthos yang mendominasi pada perairan ini adalah *Melanooides* sp., *Elimia* sp., dan *Tubifex* sp. yang menurut Suradi (1993) dalam Hamdiah (2012) *Gastropoda* dan *Bivalvia* dapat hidup dan berkembang dengan baik pada berbagai jenis substrat yang memiliki ketersediaan nutrisi yang melimpah sedangkan Sastrawijaya (2000) dalam Hamdiah (2012) *Tubifex* sp. lebih menyukai perairan yang tercemar oleh limbah. Hal ini diperkuat dengan adanya genus *Tubifex* sp. yang terdapat pada Stasiun II dan III dimana merupakan aliran dari limbah cair tahu dan limbah pemukiman. Berdasarkan hasil yang diperoleh untuk spesies *Chironomus* sp. hanya terdapat pada Stasiun II dan III yaitu sebanyak 4 individu. Resh dan Rosenberg dalam Setiawan (2009) menyatakan bahwa *Tubifex* sp. dan *Chironomus* sp. merupakan organisme yang toleran terhadap bahan organik dan dapat dijadikan bioindikator untuk mengungkapkan kualitas perairan suatu perairan.

Parameter Kualitas Air

Berdasarkan hasil yang diperoleh nilai suhu udara pada ketiga stasiun dengan rata 25 – 27 °C suhu udara dan suhu air 24 – 25 °C, menurut Sukarno (1981) dalam Wijayanti (2007) bahwa suhu dapat membatasi sebaran hewan makrobenthos secara geografik dan suhu yang baik untuk pertumbuhan hewan makrobenthos berkisar antara 25 – 31 °C. Nilai suhu air yang diperoleh telah memenuhi syarat kelayakan untuk hewan makrobenthos hidup di perairan sungai Elo.

Kedalaman sungai yang diperoleh pada saat penelitian berturut-turut adalah Stasiun I 135,3 cm; Stasiun II 152,2 cm; dan Stasiun III 129,3 cm. Menurut hasil dapat dilihat bahwa pada Stasiun II lebih dalam hal ini dikarenakan keadaan sungai yang terdiri dari batuan besar dan ditandai dengan arus yang deras di sebelah kiri sungai. Pada Stasiun ini lah terdapat genus *Melanooides* sp., *Elimia* sp., dan *Tubifex* sp. yang melimpah, penumpukan sedimen di stasiun ini tidak begitu terlihat karena arus yang deras. Kedalaman juga mempengaruhi kecerahan perairan dan disesuaikan dengan gambaran sungai, substrat, dan keadaan sungai. Nilai rata-rata kecerahan yang diperoleh dalam penelitian ini adalah 28 – 30 cm yang menurut Cahyono (2009) dalam Hamdiah (2012) nilai tersebut kurang dari 40 cm yang berarti masih merupakan kisaran yang baik bagi kehidupan organisme perairan khususnya benthos.

Nilai TSS (padatan tersuspensi) berdasarkan hasil penelitian adalah 58 – 88 mg/l. Menurut Hindarko (2003) dalam Malik (2012) TSS yang melebihi ambang batas dibandingkan dari rata-rata yaitu 400 mg/l yang artinya tidak baik bagi biota akan tetapi nilai TSS yang dihasilkan dengan nilai tertinggi ada pada Stasiun I yaitu 88 mg/l. Nilai tersebut tidak melebihi ambang batas sehingga masih baik untuk biota dalam perairan dan juga pada stasiun tersebut merupakan pembuangan limbah cair tahu yang banyak mengandung partikel-partikel sisa dari pembuatan tahu. Kekeruhan yang tinggi dapat mengakibatkan sistem osmoregulasi, misalnya pernafasan dan penglihatan makrobenthos dan kekeruhan akan menghambat penetrasi cahaya yang masuk dalam badan perairan.

Nilai arus yang diperoleh pada saat penelitian tergolong cepat dan lambat, pada Stasiun I termasuk arus cepat yaitu 4,0 m/s dan Stasiun II 3,8 m/s hal ini dikarenakan pada kedua stasiun tersebut sungai mempunyai lebar lebih kecil dan sedikit menurun juga banyak batuan besar sehingga memungkinkan arus pada aliran ini deras, selain itu hari sebelumnya sampai hari dimana penelitian ini dilakukan masih ber cuaca hujan. Stasiun III merupakan sungai yang lebih lebar daripada Stasiun I dan Stasiun II, arus pada aliran ini cenderung melambat dan tenang yakni 11,1 m/s walaupun masih terdapat batuan besar akan tetapi karena jarak antar batuan tersebut relatif berjauhan sehingga memungkinkan arus melambat. Barus (2002) menyatakan sangat sulit untuk membuat batasan mengenai kecepatan arus, karena kecepatan arus di suatu ekosistem air sangat berfluktuasi tergantung dari debit air yang sekaligus mempengaruhi air terutama pada musim penghujan akan meningkatkan debit air sekaligus mempengaruhi kecepatan arus.

Nilai pH yang diperoleh dari penelitian ini adalah berada pada kisaran 6 – 7. Menurut Adack (2013) air normal yang memenuhi syarat untuk kehidupan mempunyai pH berkisar antara 6,5 – 7,5. Ekosistem air dapat melakukan rehabilitas apabila terjadi pencemaran terhadap badan air dan kemampuan ini ada batasnya. Pada Stasiun I nilai pH adalah yang paling rendah yaitu 6, sedangkan nilai pH pada Stasiun II dan III sama dengan nilai 7. Hal ini disebabkan karena pada Stasiun I merupakan pusat pembuangan limbah tahu dimana limbah ini bersifat asam. pH juga mempengaruhi toksisitas suatu senyawa kimia. Senyawa amonium yang dapat terionsasi banyak ditemukan pada perairan yang memiliki pH rendah. Amonium bersifat tidak toksik, namun pada suasana alkalis pH tinggi lebih banyak ditemukan amonia yang tidak terionsasi yang bersifat toksik. Amonia tak

terionsasi ini lebih mudah terserap ke dalam tubuh organisme akuatik seperti benthos dibandingkan dengan amonium (Tebbut, 1992 dalam Effendi, 2003).

Nilai daripada pengukuran DO pada penelitian diperoleh pada kisaran 4 – 8, pada Stasiun I adalah 7,2; Stasiun II adalah 5,2; dan Stasiun III adalah 4,1. *Melanoides* sp. banyak ditemukan pada Stasiun II karena spesies tersebut dapat hidup di dalam sungai maupun diatas permukaan sungai yakni di batuan dengan demikian DO tidak terlalu berpengaruh terhadap kelimpahan hewan ini walaupun *Melanoides* sp. dapat hidup pada kondisi perairan dengan DO rendah, berbeda dengan *Tubifex* sp. yang berada di dalam substrat DO sangat berpengaruh yakni *Tubifex* sp. merupakan hewan yang resisten dan toleran dengan kadar oksigen yang rendah sehingga daya adaptasinya tinggi daripada hewan makrobenthos lainnya (Izmiarti 1990 dalam Iswanti dkk. 2012).

Bahan organik yang diperoleh berturut-turut pada penelitian adalah Stasiun I yakni 12,82 mg/l; Stasiun II adalah 5,63 mg/l; dan Stasiun III adalah 17,67 mg/l. Berdasarkan dari hasil tersebut diketahui bahwa nilai bahan organik terendah ada pada Stasiun II, hal ini diduga karena pada Stasiun II bukan merupakan pembuangan limbah sedangkan pada Stasiun I merupakan pusat pembuangan limbah cair tahu dan Stasiun III merupakan pembuangan percampuran antara limbah cair tahu dan limbah pemukiman. Pada Stasiun II hanya merupakan aliran dimana limbah cair tahu masih melewati aliran tersebut sehingga bahan organik di stasiun ini tidak begitu besar nilainya. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar nilai bahan organik maka semakin besar pula kelimpahan makrobenthos dan sebaliknya semakin sedikit bahan organik maka semakin sedikit pula kelimpahan makrobenthos (Indaryanto, 2011).

Pencemaran Limbah Cair Industri Tahu

Pengamatan langsung dari limbah yang dihasilkan oleh industri tahu pada penelitan ini bahwa limbah tersebut dibuang langsung ke sungai tanpa ipal. Hal ini akan mempengaruhi kondisi perairan secara langsung dengan permasalahan yang serius yakni akan berdampak pada organisme di dalam air. Menurut Adack (2013) bahwa pencemaran limbah industri tahu merupakan salah satu penyebab kerusakan lingkungan hidup. Gangguan terhadap biota perairan telah menimbulkan dampak penurunan kualitas dan kuantitas biota perairan. Akibatnya, satu jenis akan tumbuh dan berkembang lebih cepat sedang yang lain justru dapat terhambat. Setiap spesies yang berada di perairan berbeda-beda ada spesies yang tahan terhadap pencemaran dan ada juga yang tidak tahan terhadap pencemaran yang terjadi di perairan. Resh dan Rosenberg dalam Setiawan (2009) menyatakan *Tubifex* sp. dan *Chironomus* sp. merupakan organisme yang toleran terhadap bahan pencemar organik dan dapat dijadikan sebagai bioindikator untuk mengungkap kualitas suatu perairan.

Analisa Statistik

Data analisa yang diperoleh dari analisis regresi linier hubungan kelimpahan hewan makrobenthos dengan kandungan bahan organik limbah cair tahu di Sungai Elo mendapatkan hasil $R^2 = 0,678$ yang berarti bahwa 68% bahan organik sangat berpengaruh terhadap kelimpahan makrobenthos dan 32% lagi dipengaruhi oleh faktor lain. Koefisien korelasi (r) sebesar 0,823 yang berarti bahwa dapat dikatakan memiliki hubungan yang cukup kuat. Menurut Hasan (2003) nilai koefisien $0,7 < r \leq 0,9$ maka hasil tersebut memiliki korelasi tinggi.

Kaidah pengambilan keputusan berdasarkan nilai F , dimana apabila $F_{hitung} < F_{tabel}$ maka H_0 diterima, H_1 ditolak, dan apabila $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka H_0 ditolak, H_1 diterima ($F_{hitung} < F_{tabel}; 2, 1 < 16, 145$). Dari hasil perhitungan dengan Uji F maka diketahui bahwa H_0 diterima karena nilai $asympt. Sig$ atau *asymptotic significance* adalah 0,384 atau probabilitas diatas 0,05 ($0,384 > 0,05$) sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan struktur komunitas makrobenthos di lokasi pembuangan limbah cair tahu dengan aliran setelah pembuangan limbah cair tahu di Sungai Elo Magelang. Kondisi perairan Sungai Elo dapat dikategorikan tercemar berat ditandai dengan telah ditemukannya *Melanoides* sp., *Tubifex* sp., dan *Chironomus* sp. yang juga dapat menunjukkan bahwa perairan tersebut telah tercemar.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari hasil penelitan ini adalah:

1. Pengaruh yang ditimbulkan dari limbah cair tahu yang dibuang di sungai Elo menurunkan kualitas perairan sungai. Kelimpahan Individu pada Stasiun I sebesar 327 ind/m³, pada Stasiun II sebesar 1284 ind/m³, dan pada Stasiun III sebesar 512 ind/m³. Spesies yang mendominasi pada semua stasiun adalah *Melanoides* sp. (144,38%), *Tubifex* sp. (53,29%), dan *Elimia* sp. (49,21%).
2. Kondisi perairan pada pembuangan limbah cair tahu dan aliran setelah pembuangan limbah cair tahu di Sungai Elo dengan indikasi hewan benthos yang toleran terhadap pencemaran antara lain dari kelas *Oligochaeta* yaitu *Tubifex* sp., *Chironomus* sp. dan juga dari kelas Gastropoda yaitu *Melanoides* sp. dengan demikian perairan Sungai Elo telah masuk dalam kategori perairan tercemar berat.
3. Koefisien korelasi (r) sebesar 0,823 yang berarti bahwa dapat dikatakan memiliki hubungan yang cukup kuat. Nilai koefisien $0,7 < r \leq 0,9$ maka hasil tersebut memiliki korelasi tinggi dengan Sig. atau probabilitas $0,384 > 0,05$ maka tidak terdapat perbedaan struktur komunitas makrobenthos di lokasi pembuangan limbah cair tahu dengan aliran setelah pembuangan limbah cair tahu di Sungai Elo Magelang.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Dr. Ir. Djoko Suprpto, M.Sc, Dr. Ir. Bambang Sulardiono, M.Si, dan Dr. Ir. Suryanti, M.Pi selaku tim dosen penguji ujian akhir program dan Dr. Ir. Pujiono Wahyu P., M.S selaku panitia ujian akhir program yang telah memberikan masukan, saran, dan perbaikan dalam naskah jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adack, J. 2013. Dampak Pencemaran Limbah Pabrik Tahu terhadap Lingkungan Hidup. Fakultas Hukum, Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- Anggoro, S. 1988. Analisis Tropik-Saprobik (Trosap) untuk Menilai Kelayakan Lokasi Budidaya Laut. Dalam: Workshop Budidaya Laut Universitas Diponegoro. Jepara.
- Barus, T. A. 2002. Pengantar Limnologi. Jurusan Biologi FMIPA USU. Medan.
- Brinkhurst, R. O. 1971. *A Guide for the Identification of British Aquatic Oligochaeta*. Freshwater Biological Association Scientific Publication No. 22 Second Edition (Revised). University of Toronto. Toronto.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air. Kanisius. Yogyakarta.
- Hamdiyah, U. 2012. Dampak Limbah Domestik terhadap Struktur Komunitas Makrobenthos di Sungai Konto Kediri. Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Diponegoro. Semarang.
- Hasan, M. I. 2003. Pokok-Pokok Materi Statistik 1 (Deskripsi Deskriptif). Ed. 2. Bumi Aksara. Jakarta.
- Hawkes, H. A. 1978. *Invertebrate as Indicator of River Water Quality*. In A. James and L. Evinson (Eds.). Biological Indicators of Water Quality John Wiley and sons. Toronto.
- Herlambang, A. 2002. Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu. Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan (BPPT) dan Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Samarinda. Kalimantan Tengah.
- Indaryanto, D. 2011. Hubungan Kelimpahan Hewan Makrobenthos dengan Bahan Organik pada Tambak yang Berbeda di Sungai Tugurejo Kecamatan Tugu Kabupaten Semarang. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro. Semarang.
- Iswanti, S., Sri Ngabekti. dan Nana K. T. M. 2012. Distribusi dan Keanekaragaman Jenis Makrozoobentos di Sungai Damar Desa Weleri Kabupaten Kendal. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Kawuri, L. 2012. Kondisi Perairan Berdasarkan Bioindikator Makrobentos di Sungai Seketak Tembalang Kota Semarang [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro. Semarang.
- Kurniawan, D. 2008. Regresi Linier. <http://www.ineddeni.wordpress.com> (20 Juli 2013).
- Malik, A. 2012. Pengaruh TBS Limbah Tapioka terhadap Kandungan Bahan Organik dan Kelimpahan Makrozoobenthos pada Sungai Cibolek Pati. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro. Semarang.
- Odum, E. P. 1993. Dasar-dasar Ekologi. Gajah Mada Press. Yogyakarta.
- Pemkot Magelang. 2013. Evaluasi Hasil Pelaksanaan RKPD Tahun 2013 dan Capaian Kinerja Penyelenggaraan Pemerintah dalam Rancangan Awal Rencana Kerja Pembangunan Daerah Kota Magelang Tahun 2015. Magelang.
- Rossiana, N. 2006. Uji Toksisitas Limbah Cair Tahu Sumedang terhadap Reproduksi *Daphnia carinata* King. Jurnal Biologi. Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjajaran. Bandung.
- Setiawan, D. 2008. Struktur Komunitas Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Lingkungan Perairan Hilir Sungai Musi. Sekolah Pascasarjana, Universitas Sumatera Utara, Medan. 93 hlm.
- , 2009. Studi Komunitas Makrozoobenthos Di Perairan Hilir Sungai Pematang Sekitar Daerah Pasar Bawah Kabupaten Lahat. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya. Sumatera Selatan.
- Surbakti, S. B., A. Basukriadi, dan M. P. Patria. 2008. Studi Biologi dan Ekologi Thiaridae (Moluska: Gastropoda) di Danau Sentani Papua serta Kelestariannya. Dalam: Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi-II, Universitas Lampung. Lampung. 608 – 619 pp.
- Thompson, F. G. 2004. *An Identification Manual for The Freshwater Snails of Florida*. Curator of Malacology Florida Museum of Natural History, University of Florida. Gainesville, Florida.
- Wijayanti, H. 2007. Kajian Kualitas Perairan di Pantai Bandar Lampung Berdasarkan Komunitas Makrobenthos. Program Magister Manajemen Sumberdaya Pantai, Universitas Diponegoro. Semarang.