

---

## KEANEKARAGAMAN MAKROZOOBENTOS DI SUNGAI BAH BOLON KABUPATEN SIMALUNGUN SUMATERA UTARA

Natalia Lusianingsih Sumanto

Program Studi Agribisnis Hortikultura, Politeknik Wilmar Bisnis Indonesia,  
Deli Serdang, Sumatera Utara, Indonesia

E-mail : [natalialusianingsih@gmail.com](mailto:natalialusianingsih@gmail.com)

**ABSTRAK:** Kota Simalungun memiliki ekosistem Sungai yang sangat luas. Ekosistem ini dikelilingi oleh berbagai industri dan besar kemungkinan membuang limbahnya ke Sungai. Hal ini dapat berdampak pada keanekaragaman makhluk hidup di dalam perairan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman makrozoobentos sebagai indikator kualitas perairan. Metode *purposive random sampling* digunakan untuk menentukan 4 stasiun pengambilan sampel. Sampel diambil sebanyak 3 kali dengan selang waktu 2 minggu. Data kemudian dianalisis menggunakan Indeks keanekaragaman. Hasil penelitian menemukan filum *Annelida*, *Arthropoda*, dan *Moluska* yang terbagi dalam 20 genus. Genus *Cyrenellus* memiliki nilai kepadatan tertinggi pada lokasi pembuangan limbah pabrik rokok yaitu 87,40 ind/m<sup>2</sup>. Indeks keanekaragaman tertinggi terdapat di lokasi pembuangan limbah pabrik es dan indeks keseragaman tertinggi terdapat di lokasi bebas aktivitas manusia. Faktor fisik kimia memiliki korelasi yang kuat terhadap keanekaragaman makrozoobentos.

**Kata Kunci:** Keanekaragaman, Makrozoobentos.

**ABSTRACT:** Simalungun City has a very wide river ecosystem. This ecosystem is surrounded by a variety of industries and is likely to dump its waste into rivers. This can have an impact on the diversity of living things in the waters. This study aims to determine the diversity of macrozoobenthos as an indicator of water quality. The purposive random sampling method was used to determine 4 sampling stations. Samples were taken 3 times with an interval of 2 weeks. Data were then analyzed using a diversity index. The results found that the phylum Annelids, Arthropods, and Mollusks are divided into 20 genera. *Cyrenellus* genus has the highest density value at the cigarette factory waste disposal site that is 87.40 ind / m<sup>2</sup>. The highest diversity index is found in ice plant waste disposal sites and the highest uniformity index is found in locations free of human activity. Physical chemical factors have a strong correlation with macrozoobenthos diversity.

**Keywords:** Diversity, Macrozoobenthos.

### PENDAHULUAN

Permukaan Bumi bervariasi dari tempat ke tempat. Sekitar 70,8% permukaan Bumi ditutupi oleh air, dan terdapat banyak landas benua di bawah permukaan laut. Luas permukaan Bumi yang ditutupi oleh air setara dengan 361,132 million km<sup>2</sup>. Dari segi ekosistem, kita dapat membedakannya menjadi air tawar, air laut, dan air payau seperti yang terdapat pada muara Sungai yang besar. Dari ketiga ekosistem perairan tersebut, air laut dan air payau merupakan bagian yang terbesar, yaitu lebih dari 97%. Sisanya adalah air tawar dengan jumlah dan kondisi yang terbatas, tetapi sangat dibutuhkan oleh manusia dan banyak organisme hidup lainnya untuk keperluan hidup (Barus, 2004). Hanya 3% air di muka bumi ini adalah air tawar (Kimbal, 1999). Habitat air tawar dapat dibagi menjadi dua seri yaitu air tergenang atau habitat lentik dan air mengalir atau



habitat lotik (Odum, 1994). Perairan lentik atau perairan menggenang dapat dibedakan menjadi tiga bentuk yaitu rawa, danau, dan waduk (Barus, 2004).

Sungai merupakan salah satu perairan lotik (berarus cepat) yang dipengaruhi oleh banyak faktor. Ekosistem Sungai dipengaruhi oleh aktivitas alam dan aktivitas manusia di Daerah Aliran Sungai (DAS). Pada umumnya, aktivitas manusia yang mempengaruhi ekosistem Sungai meliputi kegiatan pertanian, pemukiman, dan industri. Secara langsung atau tidak langsung, sampah atau limbah pertanian, pemukiman, dan industri yang masuk ke Sungai dapat mengakibatkan perubahan sifat fisik, kimia, maupun sifat biologi Sungai (Wargadinata, 1995). Banyaknya bahan pencemar dapat memberikan dua pengaruh terhadap organisme perairan yaitu membunuh spesies tertentu dan sebaliknya dapat mendukung perkembangan spesies lain. Penurunan keanekaragaman spesies dapat juga dianggap sebagai suatu pencemaran. Jika air tercemar, ada kemungkinan terjadi pergeseran dari jumlah yang banyak dengan populasi yang sedang menjadi jumlah spesies yang sedikit tetapi populasinya tinggi (Sastrawijaya, 1991).

Sungai Bah Bolon merupakan salah satu Sungai yang berada di Kabupaten Simalungun Provinsi Sumatera Utara. Sungai Bah Bolon memiliki panjang  $\pm$  118 km dan lebar antara 20-25 m. Di sekitar Sungai Bah Bolon terdapat berbagai aktivitas manusia antara lain: kegiatan domestik (pemukiman penduduk), industri (pabrik es dan pabrik rokok), dan pertanian yang limbahnya dibuang ke badan Sungai Bah Bolon. Beragamnya aktivitas manusia ini akan mengubah faktor fisik kimia perairan yang secara langsung maupun tidak langsung dapat mempengaruhi keanekaragaman biota air yang terdapat di dalamnya terutama bentos.

Bentos adalah organisme yang mendiami dasar perairan dan tinggal di dalam atau melekat pada sedimen dasar perairan. Berdasarkan sifat hidupnya, bentos dibedakan menjadi fitobentos yaitu bentos yang bersifat tumbuhan dan zoobentos yaitu bentos yang bersifat hewan. Berdasarkan cara hidupnya, bentos dibedakan atas dua kelompok, yaitu infauna (bentos yang hidupnya terbenam di dalam substrat dasar perairan) dan epifauna (bentos yang hidupnya di atas substrat dasar perairan). Berdasarkan ukuran tubuhnya, bentos dapat dibagi atas makrobentos yaitu kelompok bentos yang berukuran  $> 2$  mm, meiobentos yaitu kelompok bentos yang berukuran 0,2-2 mm, dan mikrobentos yaitu kelompok bentos yang berukuran  $< 0,2$  mm (Barus, 2004).

Makrozoobentos merupakan organisme air yang sebagian besar atau seluruh hidupnya berada di dasar perairan, hidup secara sesil, merayap atau menggali lubang. Makrozoobentos sering digunakan untuk menduga ketidakseimbangan lingkungan fisik, kimia, dan biologi suatu badan perairan. Perairan yang tercemar akan mempengaruhi kelangsungan hidup makrozoobentos karena makrozoobentos merupakan organisme air yang mudah terpengaruh oleh adanya bahan pencemar, baik bahan pencemar fisik maupun kimia. Suatu perairan yang sehat atau belum tercemar akan menunjukkan jumlah individu yang seimbang dari hampir semua spesies yang ada. Sebaliknya suatu perairan tercemar, penyebaran jumlah individu tidak merata dan cenderung ada spesies yang mendominasi (Odum, 1994).



Sungai Bah Bolon yang berada di Kabupaten Simalungun ini banyak digunakan oleh masyarakat yang berada di daerah tersebut untuk berbagai kegiatan, seperti pemukiman penduduk, pembuangan limbah industri, dan pertanian. Beragamnya aktivitas manusia ini akan mempengaruhi faktor fisik kimia perairan, sehingga secara tidak langsung akan berpengaruh terhadap keanekaragaman makrozoobentos.

## METODE

Metode yang digunakan dalam penentuan lokasi sampling untuk pengambilan sampel makrozoobentos adalah “*Purposive Random Sampling*” pada 4 lokasi pengamatan yang terdiri dari daerah bebas aktivitas manusia, pembuangan limbah pabrik es, pembuangan limbah pabrik rokok, dan daerah pertanian. Pada masing-masing lokasi dilakukan 15 kali ulangan pengambilan sampel yakni lima kali ulangan pada bagian tepi kiri, lima kali ulangan pada bagian tengah, dan lima kali ulangan pada bagian tepi kanan. Sungai Bah Bolon terletak di Kabupaten Simalungun Provinsi Sumatera Utara, yang secara geografis terletak pada 02056’31,4” – 02057’17,6” LU dan 099002’29,2” – 099007’19,6” BT. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian.

Penelitian ini dilakukan pada 4 (empat) lokasi, sebagai berikut:

### 1. Lokasi I

Lokasi ini terletak di Kelurahan Nagahuta, Kecamatan Nagahuta Timur, Kabupaten Simalungun, yang secara geografis terletak pada 02056’31,4” LU – 099002’29,2” BT. Daerah ini merupakan daerah bebas aktivitas. Substrat pada lokasi ini adalah batu besar.

## 2. Lokasi II

Lokasi ini terletak di Kelurahan Kebun Sayur, Kecamatan Siantar Timur, Kotamadya Pematang Siantar, yang secara geografis terletak pada 02057'17,6" LU – 099004'08,7" BT. Daerah ini merupakan daerah pembuangan limbah pabrik es. Substrat pada lokasi ini adalah lumpur berpasir.

## 3. Lokasi III

Lokasi ini terletak di Kelurahan Pahlawan, Kecamatan Siantar Timur, Kotamadya Pematang Siantar, yang secara geografis terletak pada 02057'28,2" LU – 099004'28,3" BT. Daerah ini merupakan daerah pembuangan limbah pabrik rokok. Substrat pada lokasi ini adalah batu besar.

## 4. Lokasi IV

Lokasi ini terletak di Kelurahan Pantoan Maju, Kecamatan Siantar, Kabupaten Simalungun, yang secara geografis terletak pada 02057'17,8" LU – 099007'19,6" BT. Daerah ini merupakan daerah pertanian. Substrat pada lokasi ini adalah pasir.

## Pengambilan Sampel Makrozoobentos

Menurut Barus (2004), pengambilan sampel makrozoobentos dilakukan dengan menggunakan *Surber Net*. Sampel yang didapat disortir dengan menggunakan metode *Hand Sortir*, selanjutnya sampel yang didapat dibersihkan dengan air dan direndam dengan formalin 4% selama 1 hari, kemudian dicuci dengan akuades dan dikeringanginkan, selanjutnya dimasukkan ke dalam botol koleksi yang berisi alkohol 70% sebagai pengawet lalu diberi label.

Secara keseluruhan pengukuran faktor fisik kimia beserta satuan dan alat yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat dan Satuan yang Dipergunakan dalam Pengukuran Faktor Fisik Kimia Perairan.

No.	Parameter Fisik-Kimia	Satuan	Alat	Tempat Pengukuran
1	Temperatur Air	<sup>0</sup> C	Termometer Air Raksa	In – situ
2	Penetrasi Cahaya	cm	Keping Secchi	In – situ
3	pH Air	-	pH Meter	In – situ
4	DO ( <i>Dissolved Oxygen</i> )	mg/l	Metode Winkler	In – situ
5	BOD5 ( <i>Biochemical Oxygen Demand</i> )	mg/l	Metode Winkler dan Inkubasi	Laboratorium
6	COD ( <i>Chemical Oxygen Demand</i> )	mg/l	Refluks Tetrimetri	Laboratorium
7	Kandungan Substrat Organik	%	Oven dan Tanur	Laboratorium
8	Kejenuhan Oksigen	%	-	In - situ
9	Intensitas Cahaya	Candela	Lux Meter	In - situ
10	Kecepatan Arus	m/s	<i>Stopwatch</i>	In - situ

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Variabel Biotik

Hasil penelitian yang diperoleh dari empat lokasi penelitian di Sungai Bah Bolon terdiri dari 20 genus makrozoobentos, yang termasuk ke dalam tiga filum, enam kelas, sembilan ordo, dan 15 famili seperti terlihat pada Tabel 2.



**Tabel 2. Klasifikasi Makrozoobentos yang Diperoleh pada Setiap Lokasi Penelitian di Sungai Bah Bolon.**

No.	Filum	Kelas	Ordo	Famili	Genus				
1	<i>Annelida</i>		<i>Rhynchobdellida</i>	<i>Glossiphoniidae</i>	<i>Hellobdella</i>				
2					<i>Limnodrillus</i>				
3					<i>Palaemonetes</i>				
4					<i>Copelatus</i>				
5					<i>Boyeria</i>				
6	<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Odonata</i>	<i>Gomphidae</i>	<i>Gompus</i>				
7					<i>Ophiogompus</i>				
8					<i>Enalagma</i>				
9					<i>Cyrnellus</i>				
10					<i>Bivalvia</i>	<i>Hippuritoida</i>	<i>Unionidae</i>	<i>Anodontoides</i>	
11								<i>Fusconaia</i>	
12								<i>Pila</i>	
13								<i>Hydrobia</i>	
14									<i>Tryonia</i>
15					<i>Moluska</i>	<i>Gastropoda</i>	<i>Megastropoda</i>	<i>Planorbidae</i>	<i>Gyraulus</i>
16									<i>Goniobasis</i>
17									<i>Melanoides</i>
18								<i>Thiara</i>	
19								<i>Viviparidae</i>	<i>Viviparus</i>
20	<i>Pomatiopsis</i>								
			<i>Mesogastropoda</i>	<i>Pomatiopsidae</i>					

Berdasarkan Tabel 2, dapat dilihat bahwa makrozoobentos yang banyak diperoleh adalah filum *Arthropoda* yaitu sebanyak 9 genus dan filum yang paling sedikit diperoleh adalah *Annelida* yaitu sebanyak 5 genus. Ada beberapa penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya, yaitu penelitian Simanjuntak (2010), filum *Moluska* yang diperoleh dari Perairan Pulau Sembilan adalah 15 genus dari 19 genus makrozoobentos yang diperoleh. Tobing (2009) menyatakan bahwa hasil penelitiannya tentang keanekaragaman makrozoobentos di Serang, Banten mendapatkan *Moluska* sebanyak 13 genus dari 22 genus makrozoobentos yang didapatkan. Menurut Susanna (1998), *Moluska* memiliki indeks penyebaran terbesar sehingga dapat dikatakan bahwa *Moluska* hidup pada berbagai daerah. *Moluska* memiliki pola sebaran jenis mengelompok diduga berkaitan dengan kondisi lingkungan, ketersediaan makanan dan tipe substrat. Banyaknya genus dari kelas *Gastropoda* yang didapatkan di lokasi penelitian menunjukkan bahwa kondisi fisik-kimia perairan dapat mendukung kehidupannya seperti kandungan substrat organik.

Menurut Tiorinse (2009), *Gastropoda* merupakan organisme yang mempunyai kisaran penyebaran yang luas di substrat berbatu, berpasir maupun berlumpur tetapi organisme ini cenderung menyukai substrat dasar pasir dan sedikit berlumpur. Menurut Hutchinson (1993), *Gastropoda* merupakan hewan yang dapat hidup dan berkembangbiak dengan baik pada berbagai jenis substrat



yang memiliki ketersediaan makanan dan kehidupannya selalu dipengaruhi oleh kondisi fisik kimia perairan.

### **Kepadatan Populasi (K), Kepadatan Relatif (KR), dan Frekuensi Kehadiran (FK) Makrozoobentos**

Nilai kepadatan total makrozoobentos semakin ke hilir semakin tinggi sedangkan keanekaragaman makrozoobentos semakin rendah. Lokasi I memiliki nilai kepadatan total 33,96 ind/m<sup>2</sup> dengan jumlah genus 10, lokasi II memiliki nilai kepadatan total 39,93 ind/m<sup>2</sup> dengan jumlah genus 12, lokasi III memiliki nilai kepadatan total 111,82 ind/m<sup>2</sup> dengan jumlah genus 9, dan lokasi IV memiliki nilai kepadatan 92,57 ind/m<sup>2</sup> dengan jumlah genus 8. Hal ini disebabkan lokasi I dan II memiliki ekosistem yang cenderung stabil sehingga ditemukan keanekaragaman makrozoobentos yang lebih banyak dengan jumlah populasi merata sedangkan lokasi III dan IV memiliki ekosistem yang cenderung tidak stabil sehingga ditemukan keanekaragaman makrozoobentos yang sedikit dan beberapa genus dijumpai dalam jumlah populasi yang sangat banyak atau mendominasi karena memiliki daya toleransi yang tinggi terhadap perubahan faktor fisik kimia perairan seperti genus *Cyrmellus* pada lokasi III dan *Melanoides* pada lokasi IV. Nilai kepadatan populasi akan mempengaruhi nilai kepadatan total populasi makrozoobentos pada setiap lokasi. Keanekaragaman makrozoobentos menurun seiring dengan perubahan variabel abiotik yang meliputi penurunan pH air, DO, kejenuhan oksigen dan intensitas cahaya serta peningkatan BOD5 dan COD.

Darmono (2001) mengatakan bahwa suatu spesies organisme tidak dapat hidup tersebar di mana-mana, karena spesies tersebut mempunyai batas toleransi tertentu terhadap suatu variasi kondisi fisik kimia tertentu. Pada setiap individu hewan dalam satu populasi dapat terjadi perbedaan toleransi karena adanya perbedaan genetik, umur, dan status kesehatan. Misalnya, perbedaan daya tahan terhadap panas atau toksik kimiawi satu individu akan berbeda dengan lainnya dalam suatu ekosistem. Pada suatu kondisi optimum dari faktor abiotik, terdapat sejumlah organisme yang dapat hidup secara normal. Sedikit di bawah atau di atas batas optimum juga masih ditemukan organisme yang mampu hidup normal walaupun dalam jumlah yang sedikit. Keberadaan atau banyaknya populasi dan distribusi dari suatu spesies organisme dalam suatu ekosistem bergantung pada daya toleransi spesies tersebut terhadap satu atau beberapa faktor kondisi fisik ataupun kimiawi dalam ekosistem tersebut. Perubahan faktor abiotik yang melampaui ambang batas toleransi dari komponen biotik dapat mengakibatkan musnahnya suatu spesies biotik yang hidup dalam lingkungan bersangkutan. Suatu faktor kimia berpengaruh terhadap perubahan faktor fisik dalam ekosistem, begitu juga sebaliknya.

Genus *Cyrmellus* memiliki nilai kepadatan populasi, kepadatan relatif, dan frekuensi kehadiran tertinggi pada lokasi III sebesar 87,40 ind/m<sup>2</sup>, 78,16%, dan 86,66%. Hal ini disebabkan kondisi fisik kimia lokasi III mendukung pertumbuhan *Cyrmellus*. Pada lokasi III terdapat substrat seperti batu-batu besar yang permukaannya ditumbuhi oleh lumut yang merupakan habitat genus ini.



Kandungan substrat organik yang tinggi sebesar 1,146% juga mendukung kehidupan genus ini sehingga populasinya sangat melimpah pada lokasi III.

Menurut Lestari (2009), beberapa jenis larva insekta akuatik membutuhkan nutrisi yang tinggi sebagai pendukung pertumbuhannya. Larva insekta akuatik seperti *Cyrmellus* yang memiliki habitat menempel pada tumbuhan air, lumut, atau pada lubang-lubang batu yang berada pada dasar perairan. Larva *Cyrmellus* membutuhkan senyawa-senyawa organik sebagai nutrisi yang mendukung perubahannya menjadi insekta dewasa berlangsung dengan baik.

### Analisis Korelasi Pearson Metode Komputersasi SPSS Ver 17.00

Berdasarkan penelitian yang dilakukan di Sungai Bah Bolon didapatkan nilai faktor fisik kimia seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Korelasi Keanekaragaman Makrozoobentos dengan Faktor Fisik Kimia Perairan.

	Temperatur	pH	Penetrasi	Intensitas	DO	BOD5	COD	K. Oksigen	K. Arus	Substrat
H'	-0,692	+0,229	+0,416	+0,782	+0,846	-0,694	-0,791	+0,684	-0,016	+0,576

Keterangan :

Nilai + : Arah korelasi searah;

Nilai - : Arah korelasi berlawanan.

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat bahwa hasil uji analisis korelasi Pearson pada beberapa faktor fisik kimia perairan berbeda tingkat korelasi dan arah korelasinya terhadap indeks keanekaragaman (H'). Nilai positif (+) menunjukkan hubungan yang searah antara nilai faktor fisik kimia perairan dengan nilai indeks keanekaragaman (H'), artinya semakin besar nilai faktor fisik kimianya maka nilai indeks keanekaragaman akan semakin besar pula, sedangkan nilai negatif (-) menunjukkan hubungan yang berbanding terbalik antara nilai faktor fisik kimia perairan dengan nilai indeks keanekaragaman, artinya semakin besar nilai faktor fisik dan kimia maka nilai H' akan semakin kecil begitu juga sebaliknya, jika semakin kecil nilai faktor fisik kimianya maka nilai H' akan semakin besar.

Faktor fisik kimia yang berkorelasi searah dan berhubungan sangat kuat adalah oksigen terlarut. Artinya semakin tinggi nilai oksigen terlarut maka semakin meningkat juga keanekaragaman makrozoobentos. Kejenuhan oksigen berpengaruh terhadap kelangsungan hidup biota air termasuk makrozoobentos, sebab semakin tinggi nilai kejenuhan oksigen (mendekati nilai 100%) pada kisaran suhu tertentu berarti kandungan oksigen terlarut mendekati maksimum dengan demikian makrozoobentos dapat melakukan fungsi fisiologis dan biologisnya dengan baik. Fluktuasi kadar oksigen terlarut dalam air sangat menentukan kehidupan hewan air. Sumber utama oksigen terlarut dari udara ke air tergantung pada luas permukaan air, suhu, dan salinitas (Suin, 2002).

### SIMPULAN

Dari hasil penelitian terhadap keanekaragaman makrozoobentos yang telah dilakukan maka diperoleh simpulan sebagai berikut: 1) keanekaragaman makrozoobentos di Sungai Bah Bolon terdiri dari tiga filum, enam kelas, sembilan ordo, 15 famili dan 20 genus; 2) genus *Cyrmellus* memiliki kepadatan populasi



tertinggi pada lokasi pembuangan limbah pabrik rokok yaitu 87,40 ind/m<sup>2</sup> dan genus *Hellobdella* memiliki kepadatan populasi terendah pada lokasi pertanian yaitu 0,74 ind/m<sup>2</sup>; 3) penurunan keanekaragaman makrozoobentos dan peningkatan kepadatan total populasi seiring dengan penurunan pH air, DO, kejenuhan oksigen dan intensitas cahaya serta peningkatan BOD5 dan COD; dan 4) keanekaragaman makrozoobentos berkorelasi kuat dengan temperatur, intensitas cahaya, oksigen terlarut, BOD5, COD, dan kejenuhan oksigen.

### **SARAN**

Diharapkan para peneliti selanjutnya untuk: 1) dapat melakukan penelitian lebih lanjut mengenai keanekaragaman dan distribusi Makrozoobentos di Sungai Bah Bolon dengan jarak lokasi penelitian yang lebih jauh; dan 2) perlu ditambahkan parameter lingkungan yang diukur dalam penelitian selanjutnya.

### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Peneliti mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

### **DAFTAR RUJUKAN**

- Barus, T. A. (2004). *Pengantar Limnologi Studi tentang Ekosistem Air Daratan*. Medan: USU Press.
- Darmono. (2001). *Lingkungan Hidup dan Pencemaran*. Jakarta: UI Press.
- Hutchinson, G. E., & Edmondson, Y. H. (1993). A Treatise on Limnology. *Journal the Zoobenthos*, IV, pp. 944.
- Kimbal, J. W. (1999). *Biologi*. Jakarta: Erlangga.
- Lestari. (2009). *Biologi Makhluk Hidup dan Lingkungannya*. Jakarta: Pusat Perbukuan.
- Odum, E. P. (1994). *Dasar-dasar Ekologi; Edisi Ketiga*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada Press.
- Sastrawijaya, A. T. (1991). *Pencemaran Lingkungan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Simanjuntak, F. K. (2010). Keanekaragaman Plankton sebagai Bioindikator Kualitas Air Sungai Batang Toru. *MSi Tesis*. Universitas Sumatera Utara.
- Suin, N. (2002). *Metode Ekologi*. Padang: Universitas Andalas.
- Susanna, D. (1998). *Kesehatan dan Lingkungan*. Depok: Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia.
- Tobing, I. S. L. (2009). Kondisi Perairan Pantai Sekitar Merak, Banten Berdasarkan Indeks Keanekaragaman Jenis Benthos. *Jurnal Vis Vitalis*, 02(2), 31-40.
- Tiorinse, S. (2009). Keanekaragaman Makrozoobentos sebagai Indikator Kualitas Perairan Danau Toba Balige Kabupaten Toba Samosir. *MSi Tesis*. Universitas Sumatera Utara.
- Wargadinata, D. T. (1995). Makrozoobentos sebagai Indikator Ekologi di Sungai Percut. *MSi Tesis*. Universitas Sumatera Utara.

