

Perubahan Lingkungan Ekosistem Sungai Belawan terhadap Kualitas Air dan Keanekaragaman Makrozoobenthos sebagai Bioindikator

Mayang Sari Yeanny

Departemen Biologi, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara, Jl. Bioteknologi No.1 Kampus USU Padang Bulan Medan – 20155
Telp. 061–8223564/ Hp. 081375490016/ mayang_sy@yahoo.com

Abstract

The sampling technique of this research was purposive random sampling with 4 stations. The results showed that there were 23 genera of macrozoobenthic, which were categorized into 3 phyla, 5 classes, 10 orders, 18 families. The highest density population index was shown by *Terebralia* 92,59 ind./m² (station IV) and the lowest was by *Littorinia*, *Natica*, *Telescopium*, dan *Oleacinar* 3,70 ind./m² (station IV). The diversity index of macrozoobenthic was low, ranged from 0,86 to 1,85 and the evenness were high except station IV (0,40). Similarity index of stations I and II was 21,05, stations I and III 42,85. This means that no resemblance was observed between those stations. Stations II and III 53,33 were resemble. The pollution of diversity macrozoobenthic was mediumness, and station IV was heavyness of pollution. Macrozoobenthic as bioindicators was *Planaria*, *physa*, dan *Sphaerium*. Effected by quality of water such as; pH, DO, and COD

Key words: Quality of water, macrozoobenthic, Belawan River

Pendahuluan

Sungai Belawan Medan merupakan salah satu sungai yang mempunyai panjang 74 km, dimana aliran sungai melewati kawasan pemukiman, industri, Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) dan pertambakan. Dengan adanya aktivitas tersebut limbah langsung dibuang ke perairan, sehingga menimbulkan dampak negatif terhadap kualitas perairannya. Pemanfaatan sungai sebagai tempat pembuangan air limbah merupakan dampak dari aktivitas masyarakat terhadap lingkungan yang dapat menyebabkan perubahan faktor lingkungan sehingga akan berakibat buruk bagi kehidupan organisme air. Berubahnya kualitas suatu perairan sangat mempengaruhi kehidupan biota yang hidup di dasar perairan tersebut.

Salah satu organisme air adalah makrozoobentos. Makrozoobentos adalah organisme yang hidup sebagian besar atau seluruh hidupnya di dasar perairan, hidup sesil, merayap, atau menggali lubang (Payne, 1996). Makrozoobentos baik digunakan sebagai bioindikator karena bentuknya yang relatif tetap, ukuran besar sehingga mudah untuk identifikasi, pergerakan terbatas, hidup di dalam dan di dasar perairan. Dengan sifat demikian, perubahan kualitas air dan substrat tempat hidupnya sangat mempengaruhi kelimpahan dan keanekaragaman makrozoobentos. Kelimpahan dan keanekaragamannya sangat dipengaruhi oleh toleransi dan sensitivitasnya terhadap perubahan lingkungan. Kisaran toleransi dari makrozoobentos terhadap lingkungan berbeda-beda (Wilhm, 1975 dalam Marsaulina, 1994). Oleh karena itulah perlu dilakukan penelitian tentang studi perubahan lingkungan ekosistem sungai Belawan terhadap kualitas air dan keanekaragaman makrozoobentos sebagai bioindikator.

Hasil penelitian ini diharapkan ekosistem sungai Belawan dapat diketahui kondisi kualitas air dan keberadaan organismenya dalam hal ini makrozoobentos, sehingga dapat dilakukan penanganan yang lebih baik dari masyarakat dan instansi terkait sehingga dapat dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar sungai Belawan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui : (1) komposisi dan sebaran makrozoobentos, (2) keanekaragaman dan keseragaman makrozoobentos,

(3) menguraikan keterkaitan antara makrozoobentos dengan kualitas air, (4) menilai kondisi atau tingkat pencemaran perairan dengan menggunakan makrozoobentos sebagai bioindikator.

Materi dan Metode

Pengambilan sampel dilakukan di sungai Belawan pada 4 (empat) stasiun dengan 3 kali ulangan. Metode yang digunakan adalah Purpusive Random Sampling. Pengambilan sampel menggunakan eckmamn grab yang dilakukan dengan cara menurunkannya dalam keadaan terbuka sampai dasar sungai, kemudian pengait ditarik dan secara otomatis tertutup bersamaan dengan masuknya substrat. Sampel yang didapat disortir menggunakan metode hand sorting dengan bantuan ayakan, selanjutnya dibersihkan dengan air dan dimasukkan kedalam botol sampel yang telah berisi formalin 4% dan diberi label (Suin, 2002). Sampel dibawa ke Laboratorium Ekologi untuk diidentifikasi dengan menggunakan buku acuan Edmonson (1963) dan Dharma (1988).

Pengukuran kualitas air yang diukur dalam penelitian ini adalah : suhu, penetrasi cahaya, intensitas cahaya, pH, DO, BOD₅, COD dan kandungan organik substrat. Sebagian dilakukan langsung di lapangan dan sebagian lagi diukur di laboratorium.

Jenis Makrozoobentos dan jumlah individu masing-masing jenis dihitung: Kepadatan (K), Kepadatan Relatif (KR), Frekuensi Kehadiran (FK), Indeks Keanekaragaman *Shannon-Wiener* (H'), Indeks Ekuitabilitas (E), Indeks Similaritas (IS), Analisa Korelasi (r) dengan SPSS Ver. 13.00

Kepadatan (K)

$$K = \frac{ni}{A}$$

dimana: K = kepadatan suatu jenis
ni = jumlah individu suatu jenis
A = luas area pengambilan sampel

Kepadatan Relatif (KR)

$$KR = \frac{ni}{\sum N} \times 100\%$$

dimana: ni = jumlah individu suatu jenis
 $\sum N$ = total seluruh individu

Frekwensi Kehadiran (FK)

$$FK = \frac{\text{Jumlah plot ditempati suatu jenis}}{\text{Jumlah total plot}} \times 100 \%$$

dimana: FK= 0-25 % (Sangat jarang)
25-50 % (Jarang)
50-75 % (banyak)
>75 % (Sangat banyak)

Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (H')

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

dimana: H' = indeks keanekaragaman Shannon-Wiener

P_i = n_i/N (perbandingan jumlah individu (suatu jenis dengan seluruh jenis)

\ln = logaritma natural

Indeks Ekuitabilitas(E)

$$E = \frac{H'}{H_{MAX}}$$

Dimana: H' = indeks keanekaragaman *Shannon-Wiener*(H')

H_{max} = indeks keanekaragaman maximum

E = Indeks Keseragaman

Indeks Similaritas (IS)

$$IS = \frac{2c}{a + b} \times 100 \%$$

dimana: a = Jumlah spesies pada lokasi a

b = Jumlah spesies pada lokasi b

c = Jumlah spesies pada lokasi a dan b

Hasil dan Pembahasan

Kualitas Air Sungai Belawan. Hasil penelitian perubahan lingkungan terhadap kualitas air di Sungai Belawan didapatkan hasil seperti Tabel 1.

Tabel 1. Nilai rata-rata kualitas air sebagai perubahan lingkungan di Sungai Belawan
Table 1. The mean values of water quality as indications of environmental changes in River Belawan

No	Parameter	Satuan	Stasiun I	Stasiun II	Stasiun III	Stasiun IV
1.	Suhu	° C	24,33	25,00	24,33	26,00
2.	Penetrasi Cahaya	Cm	17,33	25,66	11,00	24,66
3.	Intensitas Cahaya	Cd	3,90	8,96	5,00	5,30
4.	pH	-	7,86	7,93	7,60	7.63
5.	DO	Mg/l	6,40	7,70	5,20	5,15
6.	BOD ₅	Mg/l	1,40	0,70	1,70	1,05
7.	COD	Mg/l	15,488	9,152	18,304	24,800
8.	Kandungan Organik Substrat	%	1,7993	2,5600	1,2940	8,5109

Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa suhu air di keempat stasiun berkisar 24,33-26,00°C, dengan temperatur tertinggi pada stasiun IV yang merupakan muara sungai. Namun secara keseluruhan suhu relatif sama. Penetrasi cahaya berkisar 11,00-25,55 cm dengan penetrasi cahaya tertinggi di stasiun II, hal ini disebabkan daerah tersebut lebih terbuka (sedikit ditumbuhi tumbuhan), yang mempunyai kemampuan untuk mengabsorpsi cahaya lebih mudah masuk ke badan air. Intensitas cahaya berkisar 3,90 – 8,96 Candela

dengan intensitas cahaya tertinggi di stasiun II, hal ini karena kemampuan cahaya untuk mengabsorpsi cukup tinggi. pH berkisar 7,60–7,93 dengan pH yang tertinggi distasiun II yang merupakan daerah pabrik. Namun secara keseluruhan pH hampir sama. Oksigen terlarut (DO) berkisar 5,15–7,70 mg/l dengan oksigen terlarut tertinggi di stasiun II, hal ini disebabkan penetrasi cahaya yang cukup tinggi sehingga fotosintesis berjalan baik untuk menyumbangkan banyak oksigen di perairan tersebut. Biological Oxygen Demand (BOD)₅ berkisar 0,70–1,70 mg/l dengan BOD₅ tertinggi di stasiun III yang merupakan daerah pemukiman padat penduduk banyak mengeluarkan limbah domestik berupa bahan organik sehingga oksigen digunakan mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik tersebut. Chemical Oxygen Demand (COD) berkisar 9,152–24,800 mg/l dengan COD tertinggi di Stasiun IV merupakan daerah muara yang terdapat pula aktivitas keluar masuknya kapal-kapal nelayan penangkap ikan menyebabkan kandungan organik lebih tinggi sehingga oksigen untuk menguraikan organik tersebut secara kimia juga tinggi. Kandungan organik substrat berkisar 1,2940–8,5109 % dengan kandungan organik tertinggi pada stasiun IV, hal ini karena lokasi muara sehingga proses sedimentasi sangat tinggi, dan ada juga percampuran air laut dan sungai pada saat pasang surut secara tidak langsung meningkatkan kandungan unsur hara.

Makrozoobentos yang didapatkan pada setiap stasiun di sungai Belawan. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh jenis-jenis makrozoobentos yang diklasifikasikan berdasarkan taksonominya seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Klasifikasi Makrozoobentos Yang Didapatkan Pada Setiap Stasiun di Sungai Belawan Medan

Table 2. The classification of Macrozoobentos observed within each station of River Belawan

Filum	Kelas	Ordo	Famili	Genus	
Arthropoda	Crustaceae	Decapoda	Palaemonidae	Palaemonetes	
		Coleoptera	Psephenidae	Psephenus	
	Insecta	Diptera	Chironomidae	Chironomus	
			Psychodidae	Pericoma	
			Simuliidae	Simulium	
		Odonata	Aeshnidae	Tachopteryx	
			Gomphidae	Progomphus	
		Basommatophora	Physidae	Physa	
			Bulimidae	Lyrodes	
			Littorinidae	Pomatiopsis	
Naticidae	Littorinia				
	Natica				
Mollusca	Gastropoda	Mesogastropoda	Pleuroceridae	Apella	
				Goniobasis	
			Io		
			Pleurocera		
			Telescopium		
			Terebralia		
			Thiaridae	Tarebia	
			Neogastropoda	Buccinidae	Anentome
			Stylommatophora	Oleacinidae	Oleacina
		Plathyhelminthes	Pelecypoda	Heterodonta	Sphaeriidae
Turbellaria	Tricladida		Planariidae	Planaria	

Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa makrozoobentos yang didapatkan di sungai Belawan sebanyak 23 genera yang masing-masing dikelompokkan ke dalam 3 filum, 5 kelas, 10 ordo dan 18 famili. Makrozoobentos yang paling banyak ditemukan adalah dari filum Mollusca terutama dari kelas Gastropoda yaitu : *Physa*, *Lyrodes*, *Pomatiopsis*,

Littorinia, *Natica*, *Apella*, *Goniobasis*, *Io*, *Pleurocera*, *Telescopium*, *Terebrania*, *Tarebia*, *Anentome*, *Oleacina*. Banyaknya kelas gastropoda yang didapatkan karena kondisi lingkungan sesuai dengan kehidupannya. Menurut Hutchinson (1993), dengan berbagai jenis substrat yang memiliki persediaan makanan dan kehidupannya dipengaruhi oleh kondisi lingkungan perairan seperti suhu, pH maupun oksigen terlarut. Makrozoobentos yang ditemukan sebagai bioindikator adalah *Planaria*, *Physa*, dan *Sphaerium*.

*Planaria**Physa**Sphaerium*

Nilai Kepadatan (K) (ind/m²), Kepadatan Relatif (Kr) (%) dan Frekuensi Kehadiran (Fk) (%) Makrozoobentos di Sungai Belawan. Berdasarkan nilai kepadatan Kepadatan (K) (ind/m²), Kepadatan Relatif (KR) (%) dan Frekuensi Kehadiran (FK) (%) makrozoobentos di sungai Belawan, dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Nilai Kepadatan (K) (ind/m²), Kepadatan Relatif (Kr) (%) dan Frekuensi Kehadiran (Fk) (%) Makrozoobentos di Sungai Belawan

Table 3. The values of density (K) (ind/m²), relative density (Kr) (%), and occurrence frequency (Fk) (%) of the Macrozoobenthos in River Belawan

No	Taksa	Stasiun I			Stasiun II			Stasiun III			Stasiun IV		
		K	Kr	Fk	K	Kr	Fk	K	Kr	Fk	K	Kr	Fk
I	Crustaceae												
A	Palaemonidae												
	1. Palaemonetes	-	-	-	18,51	7,04	100,00	-	-	-	-	-	-
II	Gastropoda												
B	Buccinidae												
	2. Anentome	-	-	-	3,70	1,40	33,33	-	-	-	-	-	-
C	Bulimidae												
	3. Lyrodes	7,40	6,89	33,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4. Pomatiopsis	3,70	3,44	33,33	-	-	-	77,77	16,66	66,66	-	-	-
D	Littorinidae												
	5. Littorinia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,70	3,02	33,33
E	Naticidae												
	6. Natica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,70	3,02	33,33
F	Physidae												
	7. Physa	3,70	3,44	33,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G	Pleuroceridae												
	8. Apella	3,70	3,44	33,33	29,62	11,26	66,66	-	-	-	-	-	-
	9. Goniobasis	11,11	10,34	66,66	7,40	2,81	33,33	-	-	-	14,81	12,11	66,66
	10. Io												
	11. Pleurocera	-	-	-	14,81	5,63	66,66	-	-	-	-	-	-
H	Potamididae												
	12. Telescopium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,70	3,02	33,33

	13. Terebralia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	92,59	75,76	66,66
I	Oleacinidae												
	14. Oleacina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,70	3,02	33,33
J	Thiaridae												
	15. Tarebia	-	-	-	48,14	18,31	66,66	-	-	-	-	-	-
III	Insecta												
K	Aeshnidae												
	16. Tachopteryx	11,11	10,34	33,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L	Chironomidae												
	17. Chironomus	48,14	44,83	100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M	Gomphidae												
	18. Progomphus	14,81	13,79	66,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N	Psephenidae												
	19. Psephenus	-	-	-	3,70	1,40	33,33	-	-	-	-	-	-
O	Psychodidae												
	20. Pericoma	-	-	-	3,70	1,40	33,33	-	-	-	-	-	-
P	Simuliidae												
	21. Simulium	3,70	3,44	33,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IV	Pelecypoda												
Q	Sphaeriidae												
	22. Sphaerium	-	-	-	48,14	18,31	66,66	-	-	-	-	-	-
V	Turbellaria												
R	Planariidae												
	23. Planaria	-	-	-	85,18	32,40	66,66	-	-	-	-	-	-
	Total	107,37	99,95		262,90	99,96		466,64	99,98		122,20	99,95	

Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa pada stasiun I genus *Chironomus* dengan nilai kepadatan, kepadatan relatif dan frekuensi kehadiran tertinggi sebesar 48,14 ind/m² (K), 44,83 % (KR) dan 100 % (FK), dan terendah pada genus *Pomatiopsis*, *Physa*, *Apellia*, dan *Simulium* sebesar 3,70 (K), 3,44 % (KR) dan 33,33 % (FK). Pada stasiun II genus *Planaria* dengan nilai kepadatan, kepadatan relatif dan frekuensi kehadiran tertinggi sebesar 85,18 ind/m² (K), 32,40 % (KR) dan 66,66 % (FK), dan terendah pada genus *Anentome*, *Psephenus*, dan *Pericoma* sebesar 3,70 (K), 3,44 % (KR) dan 33,33 % (FK). Pada stasiun III genus *Pomatiopsis* dengan nilai kepadatan, kepadatan relatif dan frekuensi kehadiran tertinggi sebesar 77,77 ind/m² (K), 16,66 % (KR) dan 66,66 % (FK). Pada stasiun IV genus *Terebralia* dengan nilai kepadatan, kepadatan relatif dan frekuensi kehadiran tertinggi sebesar 92,59 ind/m² (K), 75,76 % (KR) dan 66,66 % (FK), dan terendah pada genus *Littorinia*, *Natica*, *Telescopium*, dan *Oleacina* sebesar 3,70 (K), 3,02 % (KR) dan 33,33 % (FK).

Nilai Keanekaragaman (H') dan Keseragaman (E) di Sungai Belawan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat diketahui Nilai Keanekaragaman (H') dan Keseragaman (E) di sungai Belawan (Tabel 4).

Tabel 4. Nilai Keanekaragaman (H') dan Keseragaman Makrozoobentos (E) di sungai Belawan

Table 4. Diversity (H') and evenness (E) indices of the Macrozoobentos of River Belawan.

Indek	Stasiun I	Stasiun II	Stasiun III	Stasiun IV
H'	1,77	1,85	1,13	0,86
E	0,80	0,80	0,70	0,48

Tabel 4 dapat dilihat nilai keanekaragaman (H') tertinggi pada stasiun II sebesar 1,85 dan terendah pada stasiun IV sebesar 0,86. keanekaragaman makrozoobentos di 4 stasiun tergolong rendah. Menurut Krebs (1985), keanekaragaman rendah bila $0 < (H') < 2,302$, keanekaragaman sedang bila $2,302 < (H') < 6,907$, dan keanekaragaman tinggi bila $(H') > 6,907$.

Dilihat dari nilai keanekaragaman stasiun I, II dan III tergolong tercemar sedang, dan stasiun IV tergolong tercemar berat. Menurut Lee *et al.*, (1978), nilai keanekaragaman (H') pada perairan dikatakan tercemar berat bila $(H') < 1$, tercemar sedang (H') 1,0-1,5, sedangkan tercemar ringan bila $(H') > 2,0$.

Nilai keseragaman (E) berkisar 0,40 – 0,80 dengan nilai keseragaman tertinggi pada stasiun I dan II, terendah stasiun IV. Menurut Krebs (1985) nilai keseragaman (E) berkisar 0-1, bila nilai mendekati 0 berarti keseragaman rendah karena adanya jenis yang mendominasi dan bila mendekati 1, keseragaman tinggi menunjukkan tidak ada jenis yang mendominasi. Hal ini berarti jumlah individu pada jenis sangat seragam dan merata.

Nilai Similiritas (IS). Berdasarkan penelitian yang dilakukan bahwa Nilai Similiritas (IS) dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Indeks Similaritas (IS) (%) makrozoobentos di sungai Belawan
Table 5. Similarity index (IS) (%) of the Macrozoobenthos in River Belawan

	Stasiun I	Stasiun II	Stasiun III	Stasiun IV
Stasiun I	-	21,05	42,85	-
Stasiun II	-	-	53,33	-
Stasiun III	-	-	-	-
Stasiun IV	-	-	-	-

Tabel 5 dapat dilihat nilai similiritas (IS) makrozoobentos di sungai Belawan stasiun I dan II sebesar 21,05 serta stasiun I dan III sebesar 42,85 tergolong tidak mirip artinya genus yang didapatkan di stasiun I tidak semua didapat pada stasiun II dan III. Sedangkan stasiun II dan III sebesar 53,33 tergolong mirip. Ini sesuai menurut Michael (1984) Indeks Similiritas dikatakan sangat mirip bila 75-100 %, mirip bila IS 50-75 %, tidak mirip bila IS 25-50 % dan sangat tidak mirip ≤ 25 %.

Nilai Analisis Korelasi Pearson. Berdasarkan pengukuran parameter kualitas air yang dikolerasikan dengan Nilai keanekaragaman (Diversitas Shannon-Wiener) maka diperoleh nilai kolerasi seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai Analisis Kolerasi Pearson (SPSS Ver. 13.00)
Table 6. Pearson Correlation Analysis (SPSS Ver 13.00)

Korelasi Pearson	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Penetrasi Cahaya (cm)	Intensitas Cahaya (C)	pH	DO (mg/l)	BOD ₅ (mg/l)	COD (mg/l)	Kand. Organik (%)
H'	-0,528	0,148	0,377	0,949*	0,906*	-0,326	-0,917*	-0,649

Keterangan :

Nilai + = Kolerasi searah

Nilai - = Kolerasi berlawanan

Tanda * = Berpengaruh nyata

Tanda ** = Berpengaruh sangat nyata

Tabel 6 dapat diketahui bahwa yang berpengaruh terhadap keanekaragaman makrozoobentos sebagai bioindikator adalah pH, DO dan COD. Dimana pH dan DO berkolerasi searah, sedangkan COD berkolerasi berlawanan arah artinya semakin kecil COD semakin besar keanekaragamannya begitu juga sebaliknya semakin besar COD semakin kecil keanekaragamannya.

Kesimpulan

Perubahan lingkungan ekosistem sungai Belawan terhadap kualitas air dan keanekaragaman makrozoobentos sebagai bioindikator menggunakan makrozoobentos mendapatkan sebanyak 23 genera terdiri dari 3 fila, 5 kelas, 10 ordo dan 18 famili. Nilai keanekaragaman tergolong rendah berkisar 0,86-1,85 dan nilai keseragaman tergolong tinggi kecuali pada stasiun IV yang tergolong keseragaman rendah sebesar 0,40. Tingkat pencemaran berdasarkan nilai keanekaragaman stasiun I, II dan III tergolong tercemar sedang, dan stasiun IV tergolong tercemar berat. Makrozoobentos didapatkan di sungai belawan sebagai Bioindikator adalah genus *Planaria*, *physa* dan *Sphaerium*. Kualitas air yang berpengaruh keanekaragaman makrozoobentos sebagai bioindikator adalah pH, oksigen terlarut (DO) dan COD.

Ucapan Terima Kasih

Penghargaan dan ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktorat Jendral pendidikan Tinggi atas pembiayaan penelitian melalui Proyek Penelitian hibah bersaing XVII Tahun Anggaran 2008/2009.

Daftar Pustaka

- Dharma, B., 1988. Siput dan Kerang Indonesia. Cetakan pertama. Sarana Graha, Jakarta pp 4-27
- Edmonson, W.T., 1963. Fresh Water Biologi. Second Edition. Jhon Willey & Sons, inc, New York. pp 274 – 285
- Hutchinson, G.E., 1993. A Treatise on Limnology, Volume IV the Zoobenthos. Edited by Yvette H. Edmonson. Jhon Willey & Sons, Inc. New York pp. 1-6.
- Marsaulina, L., 1994. Keberadaan dan Keanekaragaman Makrozoobentos di Sungai Semayang Kecamatan Sunggal. Karya tulis. Lembaga Penelitian USU, Medan pp 2, 6-10
- Michael, P., 1984. Metode Ekologi untuk Penyelidikan Ladang dan Laboratorium. UI Pres, Jakarta. pp. 140,168.
- Payne, A.I., 1986. The Ecology of Tropical Lakes and Rivers. John Wilay & Sons, New York. pp.75-83.
- Suin, N. M., 2002. Metode Ekologi. Universitas Andalas, Padang. pp. 58-59.