

KEANEKARAGAMAN JENIS MAKROZOOBENTHOS SEBAGAI BIOINDIKATOR UNTUK MENGETAHUI TINGKAT PENCEMARAN DI MUARA SUNGAI JENGGALU KOTA BENGKULU

Syarifuddin¹, Darmi¹, Tirta Wardana¹

¹⁾ Biologi FMIPA Universitas Bengkulu

Accepted, January 28th 2012; Revised, March 13th 2012

ABSTRACT

This research was intended to investigate species diversity of makrozoobenthos at three different stations in estauria of Jenggalu Bengkulu. Research was carried out on May-July 2011 by using Randomized Sampling Method. As the result, there were 3 fillum, 4 classes, 11 families, 13 genera, and 14 species of makrozoobenthos lived in Estuaria Jenggalu. They were distributed at Station 1 as much as 3 fillum, 4 classes, 7 orders, 10 families, and 11 species, with the highest abundance aimed at *Nereis virens* (28.5%), Diversity Index was 1.19, Similarity Index was 0.49 and Dominance Index was 0.26. The highest abundance at Station 2 was *Tellina* sp (20.27%), with Diversity Index was 1.69, Similarity Index was 0.66 and Domination Index was 0.26. While Station 3, there were 3 fillum, 4 classes, 8 families and 9 species with the highest abundance aimed at *Penaeus* sp (25.4%), Diversity Index was 1.47, Similarity Index was 0.61, and Domination Index was 0.20.

Key words: Makrozoobenthos, bioindicator, Jenggalu esturia

PENDAHULUAN

Provinsi Bengkulu merupakan salah satu provinsi yang terletak di pesisir pantai pulau Sumatera yang berbatasan langsung dengan Samudra Hindia dengan panjang pantai 525 km dan luas teritorial 48.075 km² (BPPS, 2010). Oleh karena wilayahnya terletak sebagian besar terletak di pesisir, maka kota Bengkulu mempunyai cukup banyak potensi baik daratan maupun perairan. Salah satu wilayah perairan yang memiliki potensi besar yaitu daerah muara jenggalu (Estuaria).

Beragamnya aktivitas manusia menyebabkan Muara Jenggalu merupakan wilayah yang mudah terkena dampak manusia. Akibat lebih jauh yaitu terjadinya penurunan kualitas perairan di daerah tersebut, karena adanya masukan limbah yang terus bertambah dari aktivitas yang disebabkan oleh aktivitas manusia seperti limbah dari rumah tangga serta limbah yang disebabkan

oleh tambak udang serta perluasan pemukiman masyarakat di daerah muara.

Di badan perairan terdapat berbagai kelompok organisme yang kurang toleran dan kelompok organisme yang kurang toleran terhadap bahan pencemaran (Hawkes, 1978). Menurut Walker (1981), organisme yang dapat dijadikan sebagai indikator biologi pada perairan tercemar yaitu organisme yang dapat memberikan respon terhadap sedikit banyaknya bahan pencemaran yang meningkatkan populasi organisme tersebut.

Salah satu organisme air yaitu makrozoobentos yang merupakan organisme yang hidup di dasar perairan, hidup sesil, merayap, atau menggali lubang. Kelimpahan dan keanekaragamannya sangat dipengaruhi oleh toleransi dan sensitivitasnya terhadap perubahan lingkungan. Sejauh ini keanekaragaman Makrozoobenthos di Muara Sungai Jenggalu belum diketahui sehingga perlu dilakukan penelitian sebagai bioindikator

untuk mengetahui tingkat pencemaran di Muara Sungai Jenggalu.

Sejauh ini proses pencemaran Muara Sungai Jenggalu masih terus berlangsung sehingga dikawatirkan akan berdampak pada keanekaragaman jenis makrozoobenthos sebagai salah satu rantai makanan yang ada di daerah Muara Jenggalu. Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan penelitian ini dengan tujuan untuk mengetahui keanekaragaman makrozoobentos serta untuk mengetahui kualitas air Muara Sungai Jenggalu Kota Bengkulu berdasarkan tingkatan nilai indeks keanekaragaman jenis.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei-Juli 2011 di Muara Sungai Jenggalu Bengkulu. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah jala tangkai ganda, keping secchi, meteran, pemberat, bola ping-pong, thermometer, pH meter, spektrofotometer, DO meter. Pengambilan sampel makrozoobenthos dilakukan dengan menggunakan alat jala tangkai ganda. Alat ini berukuran panjang 1,5 meter dan lebar 1 meter dengan ukuran luas 2,5 meter dengan ukuran mesh jaring yaitu 1 mm. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 15 kali di setiap stasiun (tiga stasiun pengambilan sampel). Kemudian sampel yang telah didapat langsung dibersihkan di lapangan agar sampel yang didapat tidak rusak, sampel makrozoobenthos yang diperoleh diawetkan dengan menggunakan larutan Alkohol 70%.

Data yang diperoleh ditabulasi dengan baik secara keseluruhan kemudian dianalisis secara kuantitatif untuk mengetahui struktur komunitas (jumlah jenis, nilai Kepadatan, Kepadatan Relatif, Indeks Keanekaragaman, Indeks Keseragaman, serta Dominansi).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kecerahan (penetrasi cahaya) merupakan faktor yang menentukan tingkat produktivitas primer perairan. Kecerahan pada

Muara Sungai Jenggalu berkisar antara 17,6-75 cm. Kecerahan rata-rata yang paling rendah terdapat pada stasiun 2 (17,66 cm), diikuti pada stasiun 3 (58,33 cm) dan kecerahan yang paling tinggi terdapat pada stasiun 1 yaitu 75 cm. Proses pengukuran suhu air dilakukan pada saat air sedang surut. Berdasarkan hasil pengukuran, suhu yang didapatkan berkisar antara 28-30 yaitu 30°C (stasiun 1), 28°C (stasiun 2), 29°C (stasiun 3). Suhu pada kisaran ini dapat dikatakan masih dapat mendukung proses metabolisme hidup yang terdapat didalamnya (Sri, 2004). Pola temperatur ekosistem akuatik dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti intensitas cahaya matahari, pertukaran panas antara air dan udara sekelilingnya dan juga oleh kanopi (penutup vegetasi) dari pepohonan yang tumbuh ditepi (Brehm dan Meijiring, 1990 dalam Barus, 2002).

Kecepatan arus merupakan parameter yang penting diukur sebab hal ini menyangkut transport makanan, oksigen terlarut dan juga menentukan tipe substrat perairan (Yudya 1991). Pada lokasi penelitian ini, kisaran kecepatan arus diperairan Muara Sungai Jenggalu antara 0,12-0,27 m/dt. Kecepatan arus ini termasuk dalam kategori arus sedang. Kecepatan arus dapat mempengaruhi tipe substrat pada muara Sungai jenggalu, ini disebabkan arus akan mempengaruhi pengendapan partikel-partikel yang terbawa aliran sungai maupun oleh air laut yang kemudian diendapkan di dasar perairan tempat hidup benthos (Odum, 1971). Pada stasiun 3 memiliki kecepatan arus yang paling tinggi yaitu 0,12 m/dtk arusnya cukup cepat sehingga menyebabkan keadaan substratnya berpasir, sedangkan pada stasiun 2 dan 1 yang arusnya lebih lambat yaitu 0,27 m/dtk dan 0,24 m/dtk bentuk substratnya lumpur yang lebih mudah menjebak bahan organik sehingga lebih disukai oleh makrozoobenthos.

Tabel 1. Hasil pengukuran parameter fisika kimia pada stasiun pengamatan

Faktor	Hasil pengukuran			Mutu Air Kelas 1*
	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3	
Fisika				
Kecerahan (cm)	75	17,6	58,33	-
Suhu (°C)	30	28	29	Deviasi 1
Kecepatan Arus (m/dtk)	0,27	0,24	0,12	-
Kedalaman (cm)	110	46,66	141	-
Kimia				
DO (mg/l)	5,66	4,32	4,54	4
pH	7,30	7,45	7,23	6 – 9
Salinitas (mg/l)	2,5	7,8	2,9	-
Amonia (mg/l)	8,4	6,52	6,16	-
Kadar organik subtratum	30,32	35,54	15,23	-

Keterangan : * Baku Mutu air kelas 1 berdasarkan PPRI No.82/2001 (PPRI, 2001)

Muara Sungai Jenggalu termasuk perairan yang tidak terlalu dalam, yaitu berkisar antara 46,66-141,66 cm. Kedalaman rata-rata terendah ditemukan pada stasiun 2 yaitu (46,66 cm), kemudian diikuti oleh stasiun 1 dengan kedalaman rata-rata yaitu (110 cm), rata-rata kedalaman yang paling tinggi terdapat pada stasiun 3 yaitu (141,66 cm).

Faktor kimia

Komunitas makrozoobenthos sebenarnya tidak terlalu berpengaruh terhadap perubahan salinitas karena biota-biota air yang hidup di daerah estuaria memang lebih tahan terhadap perubahan salinitas (Melati, 2007). Hasil pengukuran salinitas cukup bervariasi dan cukup sangat berbeda antara stasiun yang 1 dengan stasiun yang lainnya. Kisaran salinitas di Muara Sungai Jenggalu berkisar antara 2,5-7,8 mg/l. salinitas tertinggi ditemukan pada stasiun 2 yaitu 7,8 mg/l, ini disebabkan karena letak stasiun 2 di mulut muara. Diikuti oleh stasiun 3 dengan salinitas 2,9 mg/l sedangkan nilai salinitas terendah ditemukan pada stasiun 1 hal ini disebabkan letak stasiun yang cukup jauh

dari mulut muara dibandingkan dengan stasiun-stasiun lainnya.

Hasil pengukuran pH di Muara Sungai Jenggalu cukup baik dan stabil untuk kehidupan biota didalamnya terutama makrozoobenthos karena kisaran pH yang didapatkan pada stasiun 1 sampai 3 relatif normal berkisar antara 7,23-7,45. Nilai pH tertinggi ditemukan di stasiun 2 dengan nilai pH 7,45 kemudian diikuti oleh stasiun 1 dengan nilai pH 7,3 sedangkan stasiun 3 yang paling rendah dengan nilai pH 7,23. Menurut Pescod (1973) dalam Sri (2004) pH yang berkisaran antara 6,5-8,5 cukup baik bagi kehidupan biota di dalamnya. Menurut Baku mutu air (PPRI, 2001) masih termasuk kedalam kondisi yang normal sehingga tidak akan mempengaruhi kehidupan biota perairan.

Oksigen terlarut (DO) sangat penting bagi pernapasan makrozoobentos dan organisme akuatik lainnya (Odum, 1993). Kelarutan oksigen dipengaruhi faktor suhu. Pada suhu tinggi, kelarutan oksigen biasanya rendah sebaliknya pada suhu rendah kadar oksigennya tinggi. Dari hasil pengukuran kadar oksigen di Muara Sungai jenggalu dengan menggunakan alat DO meter

didapatkan rata-rata hasil pengukuran berkisar antara 4,32-5,66. Menurut Suradi (1993) dalam Sri (2004) menyatakan bahwa kandungan oksigen antara 4,5-6,4 mg/l maka kualitas air tersebut termasuk tercemar ringan. Dari hasil pengukuran yang didapatkan di Muara Sungai Jenggalu dapat disimpulkan bahwa keadaan tercemar ringan, sedangkan menurut baku mutu air (PPRI, 2001) DO 4 merupakan batas minimum kadar oksigen di perairan dan sangat berbahaya bagi biota perairan apabila kadar oksigen di perairan < 4.

Kandungan kadar organik substratum di 3 stasiun pengamatan terdapat perbedaan yang cukup signifikan. Kadar organik tertinggi ditemukan pada stasiun 2 yakni 35,54% hal ini disebabkan karena letak dari stasiun 2 yang berupa hutan bakau sehingga banyak serasah-serasah yang terdapat di dasar perairan, kemudian diikuti oleh stasiun 1 dengan kadar organik 30,32% dan yang paling rendah pada stasiun 3 kadar organik substratumnya (15,23%), ini disebabkan karena stasiun 3 memiliki kuat arus yang cukup cepat dibandingkan stasiun lainnya sehingga sulit untuk menjebak material organik di dasar perairan.

Yudya (1991) menyatakan bahwa amoniak (NH₃) merupakan nutrisi yang sangat diperlukan bagi organisme perairan, jumlah kandungan nitrat yang tersedia biasanya dianggap sebagai faktor nutrisi yang mengontrol kepadatan tumbuhan dalam air. Hasil pengamatan di 3 stasiun di kawasan sungai Jenggalu didapat pada stasiun 1 (8, mg/l(425 NM)), stasiun 2 (6,52 mg/l (425 Nm)), dan stasiun 3 (6,16 mg/l (425 NM)).

Distribusi jenis Makrozoobenthos

Organisme yang banyak terdapat di Muara Sungai Jenggalu berasal dari Filum Mollusca dan kelas Crustacea. Jenis-jenis ini memiliki kemampuan adaptasi untuk bertahan di estuarium. Jenis Mollusca

memiliki alat fisiologi khusus berupa insang yang panjang yang berfungsi sebagai alat pernapasan utama dan dapat menghambat masuknya tekstur substrat tertentu kedalam pernapasan, sedangkan kelas Crustacea memiliki kelebihan berupa alat gerak yang dapat berpindah-pindah sehingga memungkinkan berpindah ke daerah yang tekanan ekologisnya lebih rendah.

Pada saat pengamatan terdapat beberapa spesies yang hanya dapat ditemukan di salah satu stasiun, tetapi tidak ditemukan di stasiun lain. *Amnicola limosa* termasuk ke dalam kelas Gastropoda filum Mollusca yang hanya ditemukan pada stasiun 1. *Amnicola limosa* hanya ditemukan di stasiun 1 karena dipengaruhi oleh faktor abiotik yang sesuai untuk keberadaannya. *Amnicola limosa* menyukai daerah yang substrat dasarnya berupa lumpur yang mengandung kadar organik yang cukup tinggi dan arus yang tidak terlalu kuat. Hal ini sesuai dengan pendapat Carpenter dan Niem (1988) yang menyatakan bahwa habitat dari famili *Amnicolidae* merupakan daerah estuarium yang berlumpur dan daerah mangrove atau rawa. Pada stasiun 2 ditemukan species *Terebra dislocata* yang hanya ditemukan di stasiun itu, tetapi tidak ditemukan pada stasiun lainnya. *Terebra dislocata* merupakan jenis yang menyukai hidup di daerah yang ber substrat dasar lumpur berpasir yang hidup dengan cara menempel pada substrat - substrat yang terdapat di sekitar akar bakau yang kaya akan kadar organik, karena akar bakau sendiri yang dapat menahan materi-materi organik yang berasal dari pembusukan material organik yang ditahan oleh akar bakau.

Terdapat beberapa jenis benthos yang persebarannya merata di setiap stasiun secara umum seluruh species yang ditemukan dari kelas crustacea dan polychaeta persebarannya merata ini disebabkan karena jenis ini merupakan jenis benthos yang

memiliki kelebihan untuk dapat beradaptasi terhadap perubahan lingkungan. Dari jenis crustacea diberikan kelebihan berupa alat gerak yang memungkinkan jenis ini dapat berpindah ke tempat yang tekanan ekologinya lebih rendah, sedangkan dari kelas Polychaeta terutama *Nereis virens* mempunyai kemampuan untuk beradaptasi di daerah muara. *Nereis virens* memiliki silia yang berfungsi untuk mengatur lumpur yang masuk ke ruang pernapasan sehingga pernapasan *Nereis virens* tidak tersumbat dengan cara dikeluarkan dengan bulu-bulu insang (Howkes, 1978).

Nereis virens species ini banyak ditemukan di stasiun 1 karena dipengaruhi oleh keadaan substrat yang pasir berlumpur yang kaya akan kadar organik substratum yang memang menjadi tempat ideal bagi tumbuh dan berkembangbiak species ini, sedangkan yang paling sedikit pada stasiun 1 terdiri dari 3 jenis yang termasuk dalam Fillum Mollusca yaitu *Pleurocera* sp, *Tellina* sp, *Amnicola limosa*. Ketiga species ini merupakan species yang paling sensitif terhadap perubahan lingkungan sehingga persebaran dan pertumbuhannya sangat mudah terganggu oleh perubahan ekologis. Pada stasiun 2, komposisi jenis tertinggi terdapat pada species *Nereis virens* dan *Tellina* dengan substrat dasarnya yang liat berpasir dan memiliki kadar organik substratum yang tinggi sehingga sangat memungkinkan jenis ini dapat berkembang.

Keanekaragaman makrozoobenthos pada stasiun 3 lebih kecil dibandingkan dengan stasiun lainnya, hal ini disebabkan oleh keadaan faktor abiotik yang kurang mendukung terhadap kehidupan beberapa species benthos di kawasan stasiun 3 yang memiliki substrat berpasir dan kecepatan arus yang cukup tinggi. Komposisi jenis yang paling melimpah terdapat pada *Penaeus* sp ini dikarenakan *Penaeus* relatif lebih tahan terhadap perubahan faktor

abiotik karena terdapat alat gerak yang memungkinkan jenis ini untuk berpindah ke kawasan yang tekanannya lebih ringan. Menurut Hutabarat dan Stewart (2000), muara sungai di lingkungan kawasan mangrove merupakan habitat utama dari udang (*Penaeus* sp).

Kepadatan Makrozoobenthos Muara Sungai Jenggalu

Kepadatan populasi (KP) dan kepadatan Relatif (KR) pada stasiun 1 tertinggi terdapat pada jenis *Nereis virens* dengan nilai indeks KP (2) dan KR (28,5%). *Nereis virens* merupakan jenis benthos yang memiliki ketahanan terhadap pencemaran yang cukup tinggi dan juga disebabkan karena daya dukung berupa faktor fisika kimia yang mendukung perkembangannya untuk beradaptasi.

Pada stasiun 2, jenis yang paling tinggi kepadatan populasi (KP) dan kepadatan Relatif (KR) yang tertinggi terdapat pada jenis *Tellina* sp (Bivalvia) yang merupakan Bivalvia yang berukuran kecil, cangkang yang tipis dan bersifat "filter feeder". Nybakken (1992) menyatakan bahwa organisme dari fillum mollusca khususnya kelas bivalvia, merupakan organisme yang mempunyai ciri khas dari kelas benthik di estuaria dan merupakan salah satu species yang cocok dijadikan sebagai bioindikator karena keberadaannya yang cenderung menetap sehingga akan mudah terpengaruh terhadap tekanan ekologis.

Pada stasiun 3 didapatkan nilai KP dan KR yang tertinggi terdapat pada jenis *Machrobrachium* sp dengan nilai KP (3,2) dan KR (29). Jenis ini sangat mendominasi stasiun 3 ini disebabkan karena species ini tidak terlalu terpengaruh terhadap keadaan substrat dasar karena jenis ini termasuk ke dalam makrozoobenthos jenis epifauna yang hidup di atas permukaan substrat, dan memungkinkannya untuk berpindah-pindah.

Tabel 2. Nilai kepadatan populasi (KP) dan Kepadatan Relatif (KR) pada setiap stasiun di Muara Sungai Jenggalu.

No.	Taksa	Stasiun 1		Stasiun 2		Stasiun 3	
		KP (Ind/Jaring)	KR (%)	KP (Ind/Jaring)	KR (%)	KP (Ind/Jaring)	KR (%)
1.	<i>Aminicola limosa</i>	0,2	2,8	0	0	0	0
2.	<i>Alpheus</i> sp	0,8	11,4	1,2	8,10	2,4	21,8
3.	<i>Scylla crustata</i>	0,6	8,5	0,4	2,70	0	0
4.	<i>Penaeus</i> sp	1,2	17,14	2	13,5	2,8	25,4
5.	<i>Nassarius pullus</i>	0,6	8,5	1,6	10,8	0,4	3,6
6.	<i>Nereis firens</i>	2	28,5	3	20,2	0,2	1,8
7.	<i>Charybdis truncata</i>	0,4	5,7	0,6	4,05	0,4	3,6
8.	<i>Macrobrachium</i> sp	0	0	0,4	2,70	3,2	29
9.	<i>Turritela virabilis</i>	0,4	5,7	0,2	1,35	0	0
10.	<i>Polinices trisiriata</i>	0	0	0,2	1,35	0,4	3,63
11.	<i>Tellina</i> sp	0,2	2,8	3	20,27	0,8	7,27
12.	<i>Terrebra discolata</i>	0	0	1	6,75	0	0
13.	<i>Scylla olivacea</i>	0,4	5,7	0,4	2,70	0,4	3,63
14.	<i>Pleurocera</i> sp	0,2	2,8	0,8	5,40	0	0
Total		7	100	15,2	100	11	100

Indeks Keanekaragaman berkisar antara 1,19-1,47. Menurut Krebs (1965) nilai tersebut dapat diartikan sebagai keanekaragaman species sedang dengan produktivitas cukup. Dalam kondisi ekosistem cukup seimbang, dengan tekanan ekologis sedang. Nilai indeks keanekaragaman yang tertinggi ditemukan pada stasiun 2 (1,69). Indeks keanekaragaman yang lebih tinggi di stasiun 2 dimungkinkan karena pengaruh substrat dasar berupa lumpur berpasir yang sangat mendukung kehidupan makrozoobentos. Pernyataan Barus (2002), rendah tingginya nilai indeks keanekaragaman juga dipengaruhi oleh faktor abiotik, jumlah individu, dan penyebaran masing-masing species serta kompetisi dalam mendapatkan makanan. Keseragaman dan dominasi jenis dapat dilihat pada Tabel 6.

Berdasarkan indeks keanekaragaman jenis dari Wilhm (1975) kualitas air di Muara Sungai Jenggalu dikategorikan setengah tercemar. Indeks keanekaragaman

tertinggi ditemukan pada stasiun 2 (1,69) dan yang terendah terdapat pada stasiun 1 (1,19). Nilai indeks keseragaman berdasarkan pengamatan di Muara Sungai Jenggalu berkisar antara 0,49-0,66. Indeks Keseragaman yang mendekati nilai 1 menunjukkan bahwa keseragaman merata dan indeks yang mendekati 0 menurut (Brower, 1990) menunjukkan bahwa penyebaran jumlah individu atau jenis tidak sama atau tidak merata, terdapat individu yang jumlahnya melebihi (dominan) dibandingkan jenis yang lain.

Indeks dominasi berkisar dari 0-1. Nilai indeks dominasi pada ketiga stasiun di Muara Sungai Jenggalu berkisar 0,12-0,26. Nilai indeks dominasi pada stasiun 1 (0,26) tidak ada species yang mendominasi di stasiun tersebut, sedangkan pada stasiun 2 dan stasiun 3 nilai Indeks Dominasinya rendah yaitu stasiun 2 (0,12) dan stasiun 3 (0,20). Hal ini menunjukkan tidak ada species yang mendominasi pada stasiun 2 dan stasiun 3, dengan kata lain setiap species

pada stasiun 1, 2 dan 3 memiliki kesempatan sama dalam memanfaatkan sumber daya yang terdapat di kawasan tersebut.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Makrozoobenthos yang ditemukan di Muara Sungai Jenggalu sebanyak 14 species yang termasuk ke dalam 3 fillum, 4 kelas, 7 Ordo, 12 famili, 13 genus. Dari 14 species terbanyak yaitu dari kelas Gastropoda (6 Species), Crustacea (6 Species), Bivalvia (1 Species) dan Polychaeta (1 Species). Berdasarkan nilai Indeks Keanekaragaman Shannon-wiener, Muara Sungai Jenggalu termasuk ke dalam keadaan tercemar ringan sedangkan dari pengukuran faktor abiotik berdasarkan Baku Mutu Air menurut PPRI no.82/2001, pencemaran pada Muara Sungai jenggalu belum melewati ambang batas. Nilai Kepadatan relatif (KR) pada stasiun 1 tertinggi pada *Nereis Virens* (28,5%), pada stasiun 2 pada *Tellina* sp3 (20,27%), sedangkan pada stasiun 3 adalah pada jenis *Machrobrachium* sp (29%). Nilai Indeks Keseragaman (E) didapatkan tertinggi pada stasiun 2 (0,66), dan terendah terdapat pada stasiun 1 (0,49). Indeks dominasi mendekati angka 0, tertinggi terdapat pada stasiun 1 (0,26), dan terendah pada stasiun 2 (0,12). Dengan demikian tidak ada species yang mendominasi di Muara Sungai Jenggalu.

DAFTAR PUSTAKA

- Barus, T.A. 2002. *Pengantar Limnologi*. Penerbit Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi-Medan.
- BPPS. 2010. *Keadaan, Luas, dan Tata Letak Provinsi Bengkulu*. Bengkulu.BPPS
- Carpenter, E.K. dan V.H. Niem. 1988. *The Living Marine Resources of the Western Central Pacific*. Vol. Seaweeds, Corals, Bivalves and Gastropoda. United Nation.
- Brower, J.S., J.H. Zar, dan N.O. Ende. 1990. *Field and Laboratory Methods For General Ecology*, Third Edition. Brown. London.
- Hawkes., H.A. 1978. *Invertebrates as Indicators of Rivers Water Quality In. A. James and L. Evison (Ed) Biological Indicator of Water Quality*. John Willey and Sons. Toronto
- Hutabarat, S. dan M.E. Stewart. 2000. *Kunci Identifikasi Zooplankton*. UI Press. Jakarta.
- Krebs, C. J. 1965. *Ecology. Third Edition*. New York: Happer and Publisher.
- Melati, F.F. 2007. *Metode Sampling Bioekologi*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Nyabaken, J.W. 1992. *Dasar-dasar Laut Suatu Penekatan Ekologis*. Jakarta: PT Gramedia.
- Odum, E.P. 1971. *Dasar-dasar Ekologi*. Edisi Ketiga. Alih Bahasa: Samingan, T.Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Odum EP. 1993. *Dasar-Dasar Ekologi*. Edisi ketiga. Yogayakarta. Gajah Mada University press. Yogyakarta.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001. *tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*. Kementrian Lingkungan Hidup. Jakarta.
- Sri, W, R. 2004. Struktur Komunitas Makrozoobenthos Sebagai Indikator Biologis Kualitas Lingkungan perairan di Situ Burung Kabupaten Bogor. *Skripsi Sarjana S1 IPB*. Bogor.
- Walker. 1981. *Limnology*. New York: Mc Graw Hill Book Company.
- Wilhm, J. F. 1975. *Biological Indicators of Pollution*. dalam Whitton B.A. (ed). River Ecology. Blackwell Scient Publ. Oxford.
- Yudya. 1991. *Keanekaragaman Makrozoobenthos di Muara Sungai Cikamal, Pangandaraan, Jawa Barat*. Universitas Udayana. Vol 5 (1):41-4.