

Studi Kualitas Perairan Danau Sentani Menggunakan Bioindikator Makrobentos

PURWANTO^{1*}, SURIANI BR. SURBAKTI², DAN ROSYE H.R. TANJUNG²

¹Mahasiswa Program Pascasarjana Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Cenderawasih, Jayapura

²Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Cenderawasih, Jayapura

Diterima: tanggal 23 Juni 2013 - Disetujui: tanggal 15 Agustus 2013

© 2013 Jurusan Biologi FMIPA Universitas Cenderawasih

ABSTRACT

Study on the water quality of Sentani Lake has been carried out during October–November 2012 at 3 stations of observation. Observation and retrieval of macrobenthos have been done by using combination between line transect method and square plot. While for physical and chemical characteristics of water is measured in site and at laboratory. Index of variance Shannon-Wiener, Evenness and Density as well as Pollution Index were used to analyse the physical and chemical characteristics of water. Result of this study showed that Telaga Maya area (station 3) has the highest variation of macrobenthos with H' value= 2.12 while the lowest variation (H' = 1.66) was found around Ekspo River (station 2). Based on population density of macrobenthos, *Pilsbryconcha exilis* which collected in the area of Jembatan Dua River (station 1) was found as the highest population with density 9.26 ind/m², while the lowest population density was *Melanooides tuberculata* with density 0.93 ind/m². It can be concluded that based on the value of variance index and Pollution Index, the water quality of Sentani Lake belong to low-medium polluted category.

Key words: Indicator, macrobenthos, sentani lake and water quality.

PENDAHULUAN

Danau merupakan sumberdaya air tawar yang memberikan kontribusi besar terhadap kehidupan baik dari segi ekologi, hidrologi serta kegiatan sosial ekonomi manusia. Hal ini berkaitan dengan fungsi danau yakni sebagai habitat berbagai jenis organisme air, sumber air minum bagi masyarakat sekitar, sumber air untuk

kegiatan pertanian dan budidaya perikanan serta untuk menunjang berbagai jenis industri. Kondisi danau di Indonesia saat ini telah mengalami banyak perubahan antara lain terjadinya sedimentasi, berkurangnya volume air, berkurangnya luas, terjadinya pencemaran organik, dan berkurangnya populasi ikan endemik (Puslitbang SDA, 2004). Kondisi ini juga terjadi di Danau Sentani di Kabupaten Jayapura.

Danau Sentani terletak di Kota Jayapura dan Kabupaten Jayapura, Provinsi Papua pada titik koordinat 2°33'–2°41'LS dan 140°23'–140°38'BT. Kondisi Danau Sentani saat ini menunjukkan gejala eutrofik pada beberapa lokasi yang diakibatkan oleh kegiatan perkotaan, pertanian dan perikanan (Lukman & Fauzi, 1991). Selain menunjukkan gejala eutrofik, nampak pula terjadi pendangkalan dan perubahan warna air yang sangat keruh. Di beberapa lokasi terjadi seperti itu, salah satunya pada muara sungai Jembatan

*Alamat korespondensi:

Purwanto:

Jl. Kamp Wolker, Kampus FMIPA Uncen Waena,
Jayapura, Papua. Kode Pos: 99581.
e-mail: purwantoaldi@yahoo.com

Suriani Br. Surbakti dan Rosye H.R. Tanjung:

Program Pascasarjana Biologi
Jl. Kamp Wolker, Kampus FMIPA Uncen Waena,
Jayapura, Papua. Kode Pos: 99581. Telp. (0274) 572116
e-mail: anisurbakti06@yahoo.com

Dua, disisi lain kondisi tersebut akan mengganggu kehidupan biota perairan seperti makrobentos (Effendi, 2003).

Makrobentos merupakan kelompok organisme yang hidup di dalam atau di permukaan sedimen dasar perairan. Bentos memiliki sifat kepekaan terhadap beberapa bahan pencemar, mobilitas yang rendah, mudah ditangkap dan memiliki kelangsungan hidup yang panjang. Oleh karena itu peran makrobentos dalam keseimbangan suatu ekosistem perairan dapat menjadi indikator kondisi ekologi terkini pada kawasan tertentu (Petrus & Andi, 2006). Suartina (2005) mengungkapkan bahwa makrobentos mempunyai peran penting dalam siklus unsur hara di dasar perairan. Kelompok fauna ini berperan sebagai salah satu mata rantai penghubung dalam aliran energi dan siklus dari alga planktonik sampai konsumen tingkat tinggi.

Ekosistem dengan tingkat keragaman jenis yang tinggi akan lebih stabil dan kurang terpengaruh oleh tekanan dari luar dibandingkan dengan ekosistem dengan keragaman yang rendah (Boyd, 1999). Keragaman jenis merupakan parameter yang sering digunakan untuk mengetahui tingkat kestabilan yang mencirikan kekayaan jenis dan keseimbangan suatu komunitas. Faktor utama yang mempengaruhi jumlah makrobentos, keragaman jenis, dan dominasi, antara lain adanya kerusakan habitat alami, pencemaran kimiawi, dan perubahan iklim. Salah satu makrobentos yang dapat digunakan adalah moluska.

Arti penting mengetahui struktur komunitas makrobentos antara lain sebagai indikator kondisi ekosistem terkini dan sebagai indikator kualitas perairan danau Sentani. Atas dasar latar belakang masalah, maka dilakukan penelitian mengenai studi kualitas perairan Danau Sentani menggunakan bioindikator makrobentos.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Danau Sentani Kabupaten Jayapura Provinsi Papua. Penelitian ini

berlangsung selama 2 bulan mulai dari bulan Oktober sampai bulan November 2012. Lokasi Penelitian menempati tiga (3) lokasi, yakni di sekitar muara sungai Jembatan Dua (Stasiun I), Telaga Maya (Stasiun II) dan di sekitar muara Sungai Koyabo Ekspo (Stasiun III).

Pengambilan Sampel

Pengamatan dan pengambilan makrobentos dilakukan dengan menggunakan metode Garis transek dan kuadrat. Garis transek yang dipasang di danau diletakkan tegak lurus sepanjang 20 m dari tepi danau. Pada transek dipasang 4 kuadrat dengan luasan kuadrat $1 \times 1 \text{ m}^2$ dan diletakkan berurutan yang disesuaikan dengan kondisi sungai dan danau. Pengambilan sampel makrobentos dilakukan dengan menggunakan plot berukuran $30 \times 30 \text{ cm}$ yang diletakkan dalam kuadrat tersebut. Pengambilan sampel air menggunakan *kemmerer water sampler* volume 5 liter. Pengukuran secara langsung dilakukan untuk parameter kualitas air yang sifatnya cepat berubah, sehingga pengukuran dilakukan segera, sedangkan analisis kualitas air terhadap parameter lain dilakukan di Laboratorium Kesehatan Daerah (Labkesda) Provinsi Papua.

Analisis Data

Analisis kualitas air menggunakan indikator Makrobentos yaitu menggunakan Indeks Keragaman (*Shannon Wiener*), indeks kesetaraan, kepadatan populasi dan indeks nilai penting.

Indeks Keragaman

Indeks ini digunakan untuk mengetahui keragaman hayati biota yang akan diteliti. Untuk mengetahui keragaman makrobentos di lokasi penelitian digunakan Indeks Shannon Wiener (Brower *et al*, 1990; Michael, 1994; Nugroho, 2006). Persamaan yang digunakan untuk menghitung Indeks Keragaman adalah:

$$H' = - \sum P_i \ln P_i; \quad P_i = \frac{n_i}{N}$$

Dimana:

H' : Indeks Shannon wiener

n_i : Jumlah individu untuk spesies ke satu

N : Jumlah total individu dalam sampel

P_i : Jumlah individu dalam satu spesies per jumlah total individu dalam sampel.

Indeks Kesetaraan (Evenness index)

Indeks ini menunjukkan pola sebaran biota, yaitu merata atau tidak. Apabila nilai indeks tinggi, menunjukkan keberadaan untuk setiap spesies tidak berbeda banyak (Brower *et al.*, 1990; Michael, 1994; Fachrul, 2007). Setelah Indeks Shannon Wiener diketahui, lalu dilakukan dengan uji (evenness) dengan rumus.

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

Dimana:

- E : Uji kesetaraan (Evenness)
- H' : Indeks Shannon Wiener
- H_{max} : Jumlah total spesies.

Kepadatan Populasi

Untuk menghitung kepadatan populasi (KP) dilakukan dengan persamaan :

$$KP(\text{ind}/m^2) = \frac{\text{Jumlah individu suatu jenis}}{\text{luas area (plot)}}$$

Indeks Pencemaran

Untuk mengetahui indeks pencemaran dilakukan dengan rumus:

$$PI_j = \sqrt{\frac{(C_i/L_{ij})_M^2 + (C_i/L_{ij})_R^2}{2}}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang dilakukan pada tiga stasiun penelitian ditemukan moluska dari 2 kelas yaitu Gastropoda dan Bivalvia. Moluska tersebut termasuk dalam 4 ordo yaitu Mesogastropoda, Basommatophora, Archegastropoda dan Schizodontia serta 5 famili yaitu Viviparidae, Thiaridae, Ampullaridae, Helicidae dan Unionidae. Hasil identifikasi jenis diketahui terhadap 9 spesies yaitu *Angulyagra tricostata*, *Thiara scabra*, *Stelomelania* sp, *Melanoides tuberculata*, *Pilsbryconcha exilis*, *Pomacea canaliculata*, *Pilla* sp, *Melanoides granifera* dan *Melanoides canalis*.

Penyebaran jenis-jenis moluska yang ditemukan tidak merata disemua lokasi penelitian. Ada 2 jenis yang hanya ditemukan di satu lokasi saja yaitu *M. granifera* dan *M. canalis* di Telaga Maya. Hasil ini agak berbeda dengan pengamatan yang dilakukan oleh Suartina (2005) di Danau Beratan dan Tablingan (Bali). Suartina (2005) mengungkapkan bahwa *Anodonta woodiana* mendominasi dan mempunyai kepadatan tertinggi di Danau Beratan dan Tablingan, Bali.

Keterbatasan penyebaran makrobentos sangat berhubungan dengan kemampuan beradaptasi terhadap tipe habitat dan toleransi terhadap kondisi perubahan lingkungan. Selain itu, kecepatan arus juga mempengaruhi distribusi dan komposisi moluska. Perairan yang mempunyai arus yang deras akan mengurangi jenis dan jumlah moluska yang hidup di dalamnya. Menurut Klein (1972), kecepatan arus akan berpengaruh terhadap jenis dan sifat organisme yang hidup di perairan tersebut. Pada pengamatan ini, jenis *A. tricostata*, *M. tuberculata*, *Pi. exilis*, *Po. canaliculata* mempunyai penyebaran yang sangat luas yaitu ditemukan disemua stasiun penelitian.

Suartina (2005) mengungkapkan bagaimana hubungan antara tekstur substrat dan penyebaran moluska di perairan. *A. woodiana* (kijing Taiwan) selalu ditemukan di dalam substrat yang berlumpur. Hal ini juga diketahui di berbagai wilayah seperti Bogor pada habitat kolam-kolam di lingkungan Kebun Raya Bogor. Sedangkan Hamidah (2000) melaporkan kerang *Corbicula javanica* kepadatannya tinggi di perairan bagian utara danau Kerinci dengan substrat berpasir.

Secara umum moluska dapat hidup dan menyebar merata apabila memiliki tipe substrat yang sesuai antara lain lumpur, pasir, tanah liat, pasir berkerikil dan bebatuan. Masing-masing tipe substrat akan menentukan komposisi dan jenis makrobentos (moluska) yang hidup di dalam perairan tersebut. Odum (1994) dan Ernawati *et al.* (2011) menjelaskan bahwa karakteristik dasar suatu perairan sangat menentukan penyebaran makrobentos. Selain tipe habitat, ketersediaan pakan yang cukup dan faktor lingkungan mendukung kehidupan moluska tersebut.

Menurut Hynes (1976), beberapa moluska dapat hidup dan berkembang dengan baik pada berbagai jenis substrat yang memiliki ketersediaan nutrisi yang berlimpah, kandungan oksigen terlarut dalam air yang tinggi dan pH yang normal. Menurut Adamari *et al.* (1987), seperti halnya kerang laut yang hidup pada habitat dengan substrat lumpur berpasir, beberapa moluska yang hidup di air tawar juga menunjukkan persamaan habitat. Hal ini diungkapkan pula oleh Ardi (2011) yang mengamati struktur komunitas moluska di padang lamun di perairan Pulau Talise, Sulawesi Utara.

Distribusi yang luas disebabkan oleh kemampuan beradaptasi terhadap tipe habitat dan memiliki toleransi yang besar terhadap perubahan lingkungan (Jutting, 1956a). *M. tuberculata* merupakan organisme yang distribusinya relatif luas dan mudah beradaptasi dengan kondisi lingkungan habitatnya. Berdasarkan penyebarannya yang sangat luas dan mempunyai kepekaan terhadap perubahan lingkungan, maka *A. tricostata*, *M. tuberculata*, *Pi. exilis*, *Po. canaliculata* dapat digolongkan pada kelompok *intermediate*. Kelompok *intermediate* adalah kelompok organisme yang dapat hidup dan beradaptasi pada lingkungan perairan yang tercemar sedang (Ravera, 1979; Jutting, 1956b).

Hasil penelitian terhadap makrobentos (moluska) pada 3 stasiun menunjukkan bahwa nilai indeks keragaman (H') berkisar antara 1,66-2,12 dan nilai kesetaraan (E) berkisar antara 0,93-0,96 (Tabel 1). Berdasarkan indeks keragaman (H'), maka nilai tertinggi terdapat pada daerah Telaga Maya. Hal ini disebabkan pada lokasi tersebut jumlah spesies yang ditemukan lebih banyak jika dibandingkan dengan kedua daerah lainnya. Menurut Brower *et al.* (1990), suatu komunitas dikatakan mempunyai keragaman spesies yang tinggi apabila terdapat banyak spesies dengan jumlah individu masing-masing relatif merata. Banyaknya spesies yang ditemukan di lokasi ini berkaitan dengan kondisi dan tipe habitat yang baik dan cocok terhadap kehidupan moluska. Disamping itu banyak faktor lingkungan yang masih mendukung seperti kekeruhan, suhu, pH,

Tabel 1. Nilai indeks keragaman (H') dan indeks kesetaraan (E).

Indeks	Stasiun		
	I	II	III
Keragaman (H')	1,67	2,12	1,66
Kesetaraan (E)	0,93	0,96	0,93

Tabel 2. Kepadatan populasi makrobentos (moluska) di 3 stasiun penelitian.

No	Spesies	Stasiun		
		I	II	III
1.	<i>Angulyagra tricostata</i>	5.86	4.32	5.56
2.	<i>Thiara scabra</i>	4.94	8.02	0.00
3.	<i>Stelomelania</i> sp	1.85	5.56	1.85
4.	<i>Melanoides tuberculata</i>	2.16	4.63	0.93
5.	<i>Pilsbryconcha exilis</i>	9.26	9.26	4.94
6.	<i>Pomaceae canaliculata</i>	6.17	5.86	5.86
7.	<i>Pilla</i> sp	0.00	1.85	4.01
8.	<i>Melanoides granifera</i>	0.00	4.01	0.00
9.	<i>Melanoides canalis</i> .	0.00	4.94	0.00

Tabel 3. Nilai Indeks Pencemaran di 3 Stasiun Penelitian.

No	Indeks pencemaran sesuai keberuntukan (PI_j)	Stasiun		
		I	II	III
1	Kelas I (satu)	3.88	3.60	3.23
2	Kelas II (dua)	3.23	3.35	2.57

DO dan faktor lingkungan lainnya. Tinggi rendahnya keragaman suatu populasi hewan dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan dimana hewan itu berada (Odum, 1994).

Indek keragaman (H') yang terendah terdapat pada daerah di sekitar muara sungai Koyabo Ekspo, Waena. Populasi penduduk yang sedikit di sekitar menyebabkan belum banyaknya limbah rumah tangga baik organik maupun anorganik di sekitar lokasi. Menurut Surbakti (2011), keragaman tertinggi dapat terjadi pada daerah tanpa pemukiman. Selain itu, sumber

pakan yang cukup merupakan faktor yang paling utama terhadap kehadiran dan kelimpahan jenis moluska. Keterbatasan sumber pakan akan menyebabkan terjadinya persaingan antara spesies yang satu dengan spesies yang lain. Menurut Cappenberg (2006) beberapa parameter ini dapat dijadikan dasar untuk menentukan kondisi moluska di suatu kawasan apakah masih baik atau telah mengalami gangguan yang berarti. Sebaliknya, Sulastri (1999) mengungkapkan hubungan antara kondisi fisik-kimia dan biologi yang baik secara berkesinambungan berkaitan erat dalam menunjang kehidupan organisme dalam suatu perairan di danau. Hal ini diamati di danau Ranau, Sumatera Selatan.

Indeks kesetaraan (E), tertinggi terdapat pada daerah Telaga Maya. Pada daerah tersebut jumlah spesies yang ditemukan tidak ada yang mendominasi. Hal ini menunjukkan bahwa pembagian jumlah individu pada daerah tersebut lebih merata dibandingkan dengan daerah lainnya. Menurut Brower *et al.* (1990), hasil perhitungan indeks kesetaraan (E) berkisar antar 0-1. Jika indeks kesetaraan mendekati 0 berarti keragaman spesies rendah. Bila mendekati 1, maka keragaman spesies tinggi. Pada semua daerah pengamatan, nilai kesetaraannya mendekati 1. Hal ini berarti bahwa pada daerah tersebut mempunyai tingkat keragaman spesies yang tinggi.

Hasil analisis kepadatan populasi moluska diperoleh kepadatan populasi tertinggi pada *Pi. exilis* di stasiun I dan II sebesar 9,26 ind/m², sedangkan terendah pada *M. tuberculata* di stasiun III sebesar 0,93 ind/m² (Tabel 2). Pada Muara Sungai Jembatan Dua kepadatan populasi tertinggi adalah *Pi. exilis* dengan kepadatan populasi sebesar 9,26 ind/m² dan kepadatan populasi terendah adalah *Stelomelania* sp sebesar 1,85 ind/m². Di daerah Telaga Maya kepadatan populasi tertinggi adalah *Pi. exilis* dengan kepadatan populasi sebesar 9,26 ind/m² dan kepadatan populasi terendah adalah *Pilla* sp sebesar 1,86 ind/m². Sedangkan kepadatan populasi tertinggi di daerah Muara Sungai Koyabo Ekspo adalah *Po. caniculata* sebesar 5,86

ind/m² dan kepadatan populasi terendah adalah *M. tuberculata* sebesar 0,93 ind/m².

Berdasarkan indeks keragaman (H') yang dihubungkan dengan kualitas perairan, kualitas air pada danau sekitar Muara Sungai Jembatan Dua, muara Sungai Koyabo Ekspo termasuk pada kategori setengah tercemar. Sedangkan pada daerah Telaga Maya tergolong tercemar ringan. Menurut Nugroho (2006), kriteria pencemaran berkisar antara 0-4,5. Pada keragaman 0-1 menunjukkan kualitas air tergolong tercemar berat, sedangkan 1-2 setengah tercemar dan 2-3 tercemar ringan serta 3,0-4,5 kategori tercemar sangat ringan. Tobing (2009) memanfaatkan indeks keragaman perairan khususnya pantai untuk menentukan kondisi perairan. Di Pantai sekitar merak, Banten dinilai sedang-baik untuk mendukung perkembangbiakan moluska di wilayah itu.

Untuk itu, kondisi perairan yang tergolong tercemar, perlu dilakukan pengamatan lebih intensif dari mana sumber pencemaran sehingga dapat dicari solusi penanganannya. Hal ini penting karena berhubungan dengan kebutuhan dan pentingnya peran perairan danau bagi masyarakat sekitar. Menurut Prahoro *et al.* (1994) masyarakat sekitar maupun perusahaan swasta dapat berperan dalam mempertahankan keragaman dengan cara budidaya jenis-jenis moluska yang bernilai ekonomi tanpa meninggalkan peran jenis lain dalam suatu ekosistem.

Berdasarkan hasil analisis kualitas air menggunakan metode indeks pencemaran sesuai Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003 pada ke 3 stasiun penelitian yang digunakan sesuai keperuntukannya yaitu kelas I dan kelas II (Tabel 3). Pada danau sekitar Muara Sungai Jembatan Dua nilai indeks pencemaran untuk kelas I adalah 3,88 dan kelas II adalah 3,23. Nilai ini menunjukkan bahwa kualitas air pada danau sekitar Muara Sungai Jembatan Dua termasuk dalam kategori tercemar ringan baik untuk kelas I maupun kelas II. Nilai yang melebihi baku mutu air menurut PP No 82 Tahun 2001 adalah padatan tersuspensi total, kebutuhan oksigen biologi, kebutuhan oksigen kimiawi, fosfat dan timbal pada saat hujan sedangkan

merkuri pada batas ambang kelas I dimusim kemarau.

Nilai indeks pencemaran pada daerah Telaga Maya adalah 3,60 untuk kelas I dan 3,35 kelas II. Nilai ini termasuk kategori tercemar ringan. Nilai ini disebabkan beberapa parameter yang melebihi baku mutu air yaitu padatan tersuspensi total, kebutuhan oksigen biologi, fosfat dan timbal. Pada danau sekitar Muara Sungai Koyabo Ekspo mempunyai indeks pencemaran untuk kelas I adalah 3,23 dan kelas II adalah 2,57. Nilai ini menunjukkan bahwa kualitas air pada danau sekitar Muara Sungai Koyabo Ekspo termasuk kategori tercemar sedang untuk kelas I dan kelas II. Kategori tersebut disebabkan tingginya nilai kekeruhan, padatan tersuspensi total, kebutuhan oksigen biologi, fosfat, amonia (kemarau). Nilai tersebut melebihi batas baku mutu air baik untuk kategori kelas I maupun kelas II dan kebutuhan oksigen kimiawi untuk kelas I sedangkan merkuri pada batas ambang kelas I dimusim kemarau (tidak Hujan).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh keragaman tertinggi makrobentos (moluska) pada daerah Telaga Maya sebesar $H' = 2,12$ dan terendah pada daerah sekitar muara Sungai Ekspo yaitu sebesar $H' = 1,66$. Secara keseluruhan keragaman makrobentos (moluska) yang ditemukan pada ke tiga stasiun berada pada kategori sedang. Kepadatan populasi tertinggi adalah *Pilsbryconcha exilis* sebesar 9,26 ind/m² di daerah sekitar Muara Sungai Jembatan Dua dan kepadatan populasi terendah adalah *Melanoides tuberculata* sebesar 0,93 ind/m². Kualitas perairan Danau Sentani berdasarkan indeks keragaman (H') dan indeks pencemaran, termasuk pada kategori tercemar ringan-sedang.

DAFTAR PUSTAKA

Adamari, R., E. Yusron, dan A. Syahhailatua. 1987. Pengamatan moluska terutama kerang-kerangan di

- Perairan Passo, Teluk Dalam Ambon. *Jurnal Penelitian Perikanan Laut*. 41: 61-66.
- Ardi, U.Y. 2011. Struktur komunitas moluska di padang lamun perairan Pulau Talise, Sulawesi Utara. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*. 37(1): 71-89.
- Jutting, B.W.S.S. 1956a. *Revision of fresh water gastropod*. Treubia. p. 534.
- Jutting, B.W.S.S. 1956b. Systematics studies on the non-marine mollusca of the Indo-Australia archipelago. *Treubia*. 28(2): 259-477.
- Boyd, C. E. 1999. *Code of practice for responsible shrimp farming*. Global Aquaculture Alliance, St. Louis, MO USA.
- Brower, J.E.H.Z. Jerroid & Car.I.N. Von Ende. 1990. *Field and laboratory methods for general ecology*. Third Edition. New York: Wm. C. Brown Publisher.
- Cappenberg, H.A.W. 2006. Pengamatan komunitas moluska di perairan Kepulauan Derawan, Kalimantan Timur. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*. 39: 75-87.
- Effendi, H. 2003. *Telaah kualitas air bagi pengelolaan sumber daya dan lingkungan perairan*. Kanisius. Yogyakarta.
- Ernawati, Y., N.A. Butet, dan S.M. Wahyuningtias. 2011. Analisis beberapa aspek biologi reproduksi kerang darah (*Adara granosa*) di perairan Bojonegara, Teluk Banten, Banten. *Jurnal Moluska Indonesia*. 2(2): 99-106.
- Fachrul, M. F. 2007. *Metode sampling bioekologi*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Hamidah, A. 2000. Keragaman dan kelimpahan komunitas Moluska di perairan bagian utara Danau Kerinci, Jambi. Tesis. IPB, Bogor.
- Hynes, H.B.N. 1976. *The ecology with of running water*. England. Liverpool University Press. p.134.
- Klein, L. 1972. *River pollution*. Butterworths. London.
- Lukman dan H. Fauzi. 1991. *Laporan pra survai danau Sentani Irian Jaya dan wilayah sekitarnya*. PUSLITBANG LIPI, Bogor.
- Michael, P. 1994. *Metode ekologi untuk penyelidikan ladang dan laboratorium*. UI Press. Jakarta.
- Nugroho, A. 2006. *Bioindikator kualitas air*. Universitas Trisakti. Jakarta.
- Odum, E.P. 1994. *Dasar-dasar ekologi*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Petrus, R dan M.P. Andi. 2006. Komunitas makrozoobentos pada kawasan budidaya tambak di pesisir Malakosa Parigi-Moutong, Sulawesi Tengah. *Biodiversitas*. 7(4): 354-360.
- Prahoru, P., I.S. Wahyuni, dan T. Nurasa. 1994. Penelitian sumber daya teripang dan moluska di perairan Lewoleba, P. Lembata (Kab. Flores timur). *Jurnal Penelitian Perikanan Laut*. 92: 57-65.
- Puslitbang, SDA. 2004. *Pengelolaan danau dan waduk di Indonesia*. Jakarta.
- Ravera, O. 1979. *Biological aspect of freshwater pollution*. Pergamon Press. London. p.: 214.
- Suartina, N.M. 2005. *Keanekaragaman makrobentos dan kajian morfologi Moluska di danau Beratan dan Tamblingan, Bali*. Tesis. IPB, Bogor.

- Sulastri., M. Radjeori, Y. Sudarso, M.S. Stawal. 1999. Kondisi fisik-kimia dan biologi perairan Danau Ranau Sumatera, Selatan. *Limnotek*. 6(1): 25-38.
- Surbakti, S. 2011. Biologi dan ekologi Thiaridae (Moluska: Gastropoda) di Danau Sentani Papua. *Jurnal Biologi Papua*. 3(2): 59-66.
- Tobing, I.S.L. 2009. Kondisi perairan pantai sekitar Merak, Banten berdasarkan indeks kaenekaragaman jenis benthos. *Vis Vitalis*. 2(2): 31-40.