

KERAGAMAN DAN KELIMPAHAN PLANKTON SEBAGAI BIOINDIKATOR KUALITAS LINGKUNGAN DI PERAIRAN KOTA BONTANG KALIMANTAN TIMUR

PLANKTON DIVERSITY AND ABUNDANCE AS A BIOINDICATOR OF ENVIRONMENTAL QUALITY IN WATERS BONTANG CITY, EAST KALIMANTAN

Ferdi Zola Haviludin¹⁾, Akhmad Rafii²⁾, dan Ristiana Eryati²⁾

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan

²⁾ Staf Pengajar Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Mulawarman
Jl. Gunung Tabur No. 1 Kampus Gunung Kelua Samarinda
E-mail : ferdyjohan018@gmail.com

ABSTRAK

Bontang merupakan salah satu kota di Kalimantan Timur. Luas Kota Bontang mencapai 497,57 km², dimana sebagian besar merupakan wilayah perairan, sementara luas wilayah daratan hanya sekitar 29%. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman dan kelimpahan plankton sebagai bioindikator kualitas lingkungan perairan Kota Bontang, Kalimantan Timur. Penelitian ini dilakukan pada 4 stasiun yang tersebar di perairan Kota Bontang. Pada masing masing stasiun terdiri dari dua titik yaitu titik 1 pada permukaan perairan dengan kedalaman 0-0,5 cm dan titik 2 pada kedalaman dimana batas cahaya matahari dapat masuk kolom air (batas tingkat kecerahan). Berdasarkan hasil analisis dan hasil perhitungan plankton dari 4 stasiun kelimpahan plankton berkisar antara 34384-363488 sel/L dengan rata-rata ± kelimpahan adalah 60288 sel/L. Keanekaragaman plankton diperairan sekitar Selangan termasuk dalam katagori rendah hingga sedang.

Kata Kunci : Plankton, Kelimpahan, Keanekaragaman, Bioindikator.

ABSTRACT

Bontang is a city in East Kalimantan. The area of Bontang City reaches 497.57 km², most of which is water area, while the land area is only around 29%. This study aims to determine the diversity and abundance of plankton as a bioindicator of the quality of the aquatic environment in Bontang City, East Kalimantan. This research was conducted at 4 stations spread across the waters of Bontang City. At each station there are two points, namely point 1 on the surface of the water with a depth of 0-0.5 cm and point 2 at the depth where the limit of sunlight can enter the water column (brightness level limit). Based on the results of analysis and plankton calculation results from 4 stations, the abundance of plankton ranged from 34384-363488 cells/L with an average ± abundance of 60288 cells/L. The diversity of plankton in the waters around Selangan is included in the low to moderate category.

Keywords : Plankton, Abundance, Diversity, Bioindicator.

PENDAHULUAN

Bontang merupakan salah satu kota di Kalimantan Timur yang merupakan kawasan pesisir dan lautan. tersebut menjadikan Bontang sebagai salah satu kota dengan potensi perikanan yang Luas Kota Bontang mencapai 497,57 km², dimana sebagian besar merupakan wilayah perairan, sementara luas wilayah daratan hanya sekitar 29%. Hal cukup besar di Kalimantan Timur. Bontang juga membangun wilayahnya dengan potensi pariwisata yang ditonjolkan pada keindahan alam lautnya serta juga dijadikan sebagai kawasan industri yang padat. Potensi-potensi tersebut menjadikan Bontang sebagai salah satu kota yang maju di Kalimantan Timur.

Selain sebagai kota dengan hasil perikanan yang cukup besar di Kalimantan Timur, Bontang juga merupakan kawasan industri yang cukup sibuk. Pertumbuhan industri di Bontang cukup pesat. Sejak tahun 1975 telah berdiri beberapa industri, seiring dengan berjalannya waktu, industri-industri di Bontang semakin bertambah.

DKP Bontang (2001) melaporkan bahwa hingga saat ini telah berdiri tidak kurang dari 110 unit perusahaan yang sebagian besar beroperasi di sepanjang perairan Kota Bontang.

Keberadaan aktivitas industri tersebut diduga akan memberikan dampak terhadap suplai logam berat di perairan. Pertumbuhan industri tersebut mengundang banyak orang dari luar Bontang bahkan luar pulau untuk mencarilapangan pekerjaan, menjadikan peningkatan jumlah penduduk di Bontang secara signifikan.

Peningkatan jumlah penduduk akan meningkatkan pula jumlah transportasi dan kebutuhan (primer dan sekunder). Dengan peningkatan jumlah penduduk, transportasi dan kebutuhan (primer dan sekunder), kemungkinan akan menyebabkan bertambahnya limbah di Kota Bontang. Paradigma masyarakat saat ini beranggapan bahwa laut merupakan tempat pembuangan sampah yang mudah, murah dan praktis sehingga masyarakat kerap kali membuang sampah ke laut. Hal tersebut telah menjadi kebiasaan bagi masyarakat dari berbagai usia dan kalangan.

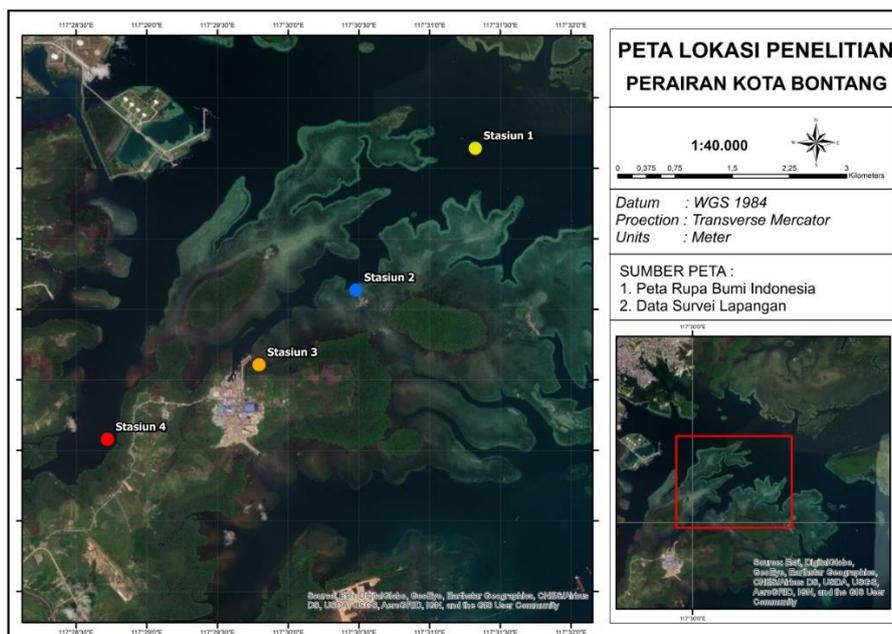
Sejalan dengan pesatnya pembangunan di berbagai bidang, baik fisik maupun ekonomi, secara langsung maupun tidak langsung mempengaruhi keadaan ekosistem di perairan Kota Bontang. Ekosistem perairan semakin terdesak dan semakin berkurang luasnya sehingga dapat menyebabkan kemunduran fungsi yang sangat penting dari segi kelestarian lingkungan. Dengan semakin terdesaknya ekosistem di perairan, maka secara langsung akan berpengaruh terhadap keberadaan organisme yang berada pada ekosistem tersebut, salah satu organisme yang terpengaruh yaitu bentos, perifiton dan plankton.

Plankton yang mempunyai sifat selalu bergerak dapat juga dijadikan indikator pencemaran perairan. Plankton akan bergerak mencari tempat yang sesuai dengan hidupnya apabila terjadi pencemaran yang mengubah kondisi tempat hidupnya. Dengan demikian terjadi perubahan susunan komunitas organisme di suatu perairan di mana hal ini dapat dijadikan petunjuk terjadinya pencemaran di perairan. Dalam hal ini terdapat jenis-jenis plankton yang dapat digunakan sebagai petunjuk untuk mengetahui hal tersebut sesuai dengan kondisi biologi perairan tersebut (Mulyono, 1992).

Berdasarkan latar belakang diatas, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Keragaman Dan Kelimpahan Plankton Sebagai Bioindikator Kualitas Lingkungan Di Perairan Kota Bontang Kalimantan Timur”.

METODOLOGI

Penelitian ini dilaksanakan di Perairan Kota Bontang, Kalimantan Timur pada bulan selama 6 bulan dari Mei – November 2021. Pengambilan sampel dan pengukuran parameter kualitas air dilakukan secara langsung di lapangan. Analisa sampel dan identifikasi plankton dilakukan di Laboratorium PT. Global Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Mulawarman.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Prosedur Penelitian

Pengambilan Sampel Plankton

- Penelitian ini dilakukan pada 4 stasiun yang tersebar di perairan Kota Bontang, Dimana stasiun 1 terletak di selangan, stasiun 2 terletak di lhoktunggul, stasiun 3 terletak dijalur transportasi kapal menuju selangan dan stasin 4 terletak di perairan nyerakat.
- Pada masing masing stasiun terdiri dari dua titik yaitu titik 1 pada permukaan perairan dengan kedalaman 0-0,5 cm dan titik 2 pada kedalaman dimana batas cahaya matahari dapat masuk kolom air (batas tingkat kecerahan).
- Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan dalam waktu 15 hari. Pengambilan sampel plankton dilakukan secara horizontal dan vertikal.
- Pada setiap kedalaman (permukaan dan batas tingkat kecerahan) dilakukan pengambilan sampel plankton menggunakan ember berkapasitas 5 liter kemudian air yang terambil disaring menggunakan plankton net no 15 atau 20 dengan mesh size 30-50 μm untuk fitoplakton dan zooplankton (diulang sebanyak 10 kali) yang bagian ujungnya dipasang botol pengumpul, kemudian botol pengumpul dilepas dan dipindah ke botol sampel volume 60ml diberi 4 tetes larutan lugol sebagai pengawet sampel plankton, kemudian ditutup dan diberi label, sedangkan untuk batas tingkat kecerahan pengambilan sampel plankton menggunakan *water sampler*.

Analisis Data

a. Uji t Variable

Analisis yang digunakan untuk mengetahui perbedaan karakteristik plankton antar stasiun maka digunakan rumus sebagai berikut (Sudjana, 1996).

$$t = \frac{\bar{x}}{s/\sqrt{n}}$$

$$\bar{x} = \frac{x}{n}$$

$$s = \frac{1}{n-1} (x - \bar{x})$$

Keterangan :

\bar{x} = Jumlah rata – rata kelimpahan plankton

n = Jumlah stasiun

x = Standar devisi

Hipotesis :

- H_0 diterima apabila $t_{hitung} \leq t_{tabel}$ maka perbandingan plankton antar stasiun tidak berbeda nyata.
- H_1 diterima apabila $t_{hitung} \geq t_{tabel}$ maka perbandingan plankton antar stasiun berbeda nyata.

HASIL PEMBAHASAN

A. Parameter Lingkungan

Tabel 1. Hasil pengukuran parameter fisika yang diamati.

Stasiun	Parameter Fisika						
	Suhu	Kecerahan	Kecepatan Arus	Salinitas	DO	PH	Kekeruhan
1.	34°	100%	0,2 m/s	33 ‰	3,6 mg/L	8,59	0,7 NTU
2.	33°	100%	0,3 m/s	44 ‰	5,4 mg/L	8,78	1 NTU
3.	31°	100%	0,3 m/s	45,8 ‰	5,6 mg/L	8,7	0,6 NTU
4.	41,8°	100%	0,2 m/s	35 ‰	4,7 mg/L	8,84	0,6 NTU

Tabel 2. Hasil pengukuran parameter kimia yang diamati

Stasiun	Parameter Kimia			
	Nitrat	Nitrit	Amonia	Orthofosfat
1.	0,2 mg/L	0,006 mg/L	0,1 mg/L	<0,020 mg/L
2.	0,05 mg/L	<0,0059 mg/L	0,2 mg/L	<0,020 mg/L
3.	0,06 mg/L	<0,0059 mg/L	0,09 mg/L	<0,020 mg/L
4.	0,4 mg/L	0,2 mg/L	0,02 mg/L	<0,020 mg/L

Kelimpahan Plankton

Berdasarkan hasil analisis dan hasil perhitungan plankton dari 4 stasiun kelimpahan plankton berkisar antara 34384-363488 sel/L dengan rata-rata \pm kelimpahan adalah 60288 sel/L. Kelimpahan pada stasiun 1 adalah 363488- 87188 sel/L, stasiun 2 adalah 168236-34384 sel/L, stasiun 3 adalah 252968-73680 sel/L dan stasiun 4 adalah 252968 sel/L. Kelimpahan plankton pada setiap stasiun sangat dipengaruhi oleh kualitas air dan aktivitas industri ataupun kegiatan aktivitas manusia di perairan tersebut. Aktivitas industri yang dimanfaatkan sebagai tempat pembuangan limbah industri maupun limbah domestik (Sudiana, 2005).

Tabel 3. Struktur komunitas plankton di perairan kota bontang

Struktur Komunitas	Stasiun							
	1		2		3		4	
	0,5	KC	0,5	KC	0,5	KC	0,5	KC
Keanekaragaman (H')	1,68	0,96	2,58	2,06	2,04	1,64	2,17	2,06
Keseragaman (E)	0,08	0,31	0,84	0,67	0,66	0,53	0,70	0,67
Dominansi (D)	1,09	0,51	0,10	0,14	0,21	0,30	0,16	0,17

1. Suhu

Suhu di perairan Bontang berkisar antara 34°,34°,31°,41,8°C. Nilai tertinggi terdapat pada stasiun 4 sebesar 41,8°, sedangkan suhu terendah terdapat pada stasiun 3 sebesar 31°. Tingginya suhu pada stasiun 4 disebabkan karena faktor pengukuran suhu yang dilakukan pada siang hari pada pukul 12.00 WITA, sehingga suhu perairan relatif meningkat.

2. Kecerahan

Kecerahan berkisar antara 100%, karena saat pengukuran 4 stasiun dilakukan pada siang hari dan kondisi cuaca sangat cerah. Pada perairan alami kecerahan sangat penting, karena erat hubungannya dengan proses fotosintesis khususnya fitoplankton. Menurut Asmawi (1983) dalam Suparjo (2009) nilai kecerahan yang optimal untuk pertumbuhan organisme adalah lebih dari 0,45, sehingga penetrasi cahaya matahari dan absorbsi di perairan bisa berlangsung secara optimal.

3. Kecepatan Arus

Kecepatan arus di perairan Kota Bontang berkisar antara 0,2–0-3 m/s. Secara umum kisaran kecepatan arus di perairan Kota Bontang pada saat siang hari dalam kondisi arus yang sedang. Menurut Asni (2015), semakin ke arah laut semakin tinggi kecepatan arus dan sebaliknya semakin mendekati pantai semakin berkurang kecepatannya. Arus air berperan bagi penyediaan nutrisi dalam perairan dan juga berfungsi untuk mensuplai zat hara. Arus memiliki pengaruh positif dan negatif terhadap kehidupan biota perairan. Dimana arus dapat memperbaharui bahan-bahan organik yang bermanfaat bagi biota perairan untuk makan tetapi arus juga dapat

mengakibatkan kekeruhan air sehingga penetrasi cahaya matahari berkurang. Selain itu, kecepatan arus berperan penting dalam penyebaran (distribusi) plankton. Kecepatan arus yang tidak besar di permukaan perairan, kecerahan yang cukup tinggi, dan kandungan nutrisi yang sedang dapat mendorong tingginya kelimpahan plankton pada suatu perairan.

4. Nilai pH

Nilai pH berkisar antara 8,60-8,80. Nilai pH terendah terdapat di stasiun 1 sebesar 8,59 dan yang tertinggi terdapat pada stasiun 4 sebesar 8,84. pH merupakan faktor pembatas bagi pertumbuhan plankton di laut. Kisaran nilai pH di perairan Kota Bontang masih tergolong pH yang sesuai bagi kehidupan organisme akuatik, sebab menurut Prescott (1979) dalam Farichi et al. (2013), pH yang sesuai bagi kehidupan organisme akuatik berkisar antara 6,2-8,5.

5. Salinitas

Salinitas yang didapatkan dari hasil pengukuran di perairan Kota Bontang berada pada kisaran 33-46‰. Salinitas tertinggi terdapat pada stasiun 3 sebesar 45,8, sedangkan nilai salinitas terendah terdapat pada stasiun 1 sebesar 33‰. Menurut Nybakken (1992) salinitas yang baik untuk pertumbuhan plankton dilaut adalah 30-35 ppt.

6. Oksigen Terlarut

Nilai DO di perairan Kota Bontang berada di kisaran antara 3,6-4,7 mg/L, sehingga kisaran nilai DO tersebut dapat ditolerir bagi kelangsungan hidup fitoplankton maupun zooplankton. Menurut Lee et al. (1978) dalam Patty et al. (2015) kadar oksigen kurang dari 6,5 mg/L menandakan adanya gangguan dalam perairan tersebut. Beberapa stasiun pengamatan kadar oksigen berkisar 5,3 – 5,4 mg/L yang menandakan perairan tersebut mengalami adanya gangguan. Tabel 4. Kriteria Kualitas Air berdasarkan Oksigen Terlarut.

Tabel 4. Kriteria Kualitas Air berdasarkan Oksigen Terlarut.

Oksigen terlarut (mg/L)	Kriteria
>6,5	Tidak tercemar
4,5 – 6,4	Tercemar ringan
2 – 4,4	Tercemar Sedang
<2	Tercemar Berat

Sumber: Lee et al. (1978)

7. Nitrat

Konsentrasi nitrat di perairan Kota Bontang rata-rata 0,4 mg/L. Konsentrasi nitrat yang baik untuk pertumbuhan dan perkembangan plankton baik fitoplankton maupun zooplankton adalah 0,008 mg/L, konsentrasi nitrat di perairan Kota Bontang termasuk dalam kategori rendah yaitu berkisar antara 0,2-0,6 mg/L, Perairan Kota Bontang masuk ke dalam tingkat kesuburan oligotrofik / tingkat kesuburan rendah, hal ini sesuai dengan pernyataan (Effendi, 2003) tingkat kesuburan oligotrofik masuk dalam rentang (0-1 mg/L) dikatakan tingkat kesuburan rendah, jika berdasarkan baku mutu masih masuk dalam rentang nilai, berdasarkan KEPMEN-LH (2004) nilai untuk baku mutu nitrat yaitu 0,008 mg/L.

8. Nitrit

Konsentrasi nitrit yang berada di perairan Kota Bontang berkisar antara <0,0059-0,2 mg/L, dimana konsentrasi nitrit tertinggi terdapat di stasiun 4 yaitu 0,2 mg/L. Hutagalung dan Rozak (1997) menyatakan bahwa kadar nitrat semakin tinggi bila kedalaman bertambah, sedangkan untuk distribusi horisontal kadar nitrat semakin tinggi menuju ke arah pantai.

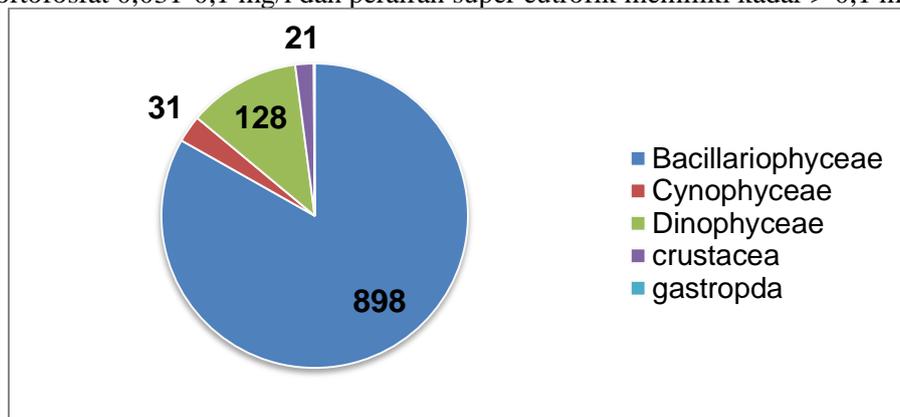
9. Amonia

Berdasarkan hasil pengamatan nilai ammonia di perairan Kota Bontang, pada stasiun 2 cenderung lebih tinggi dari stasiun 1 dan 4. Nilai ammonia terendah terdapat di stasiun 3 dengan nilai 0,09 mg/L, dan nilai tertinggi terdapat pada stasiun 2 yaitu 0,2 mg/L. Seluruh nilai ammonia di semua stasiun masih dibawah baku mutu yang sudah ditetapkan dalam KepMenLH No. 51 Tahun 2004 bahwa ambang batas maksimum ammonia di perairan untuk biota laut adalah 0,3 mg/L. Menurut Hamuna et al. (2018), kadar ammonia dalam air laut sangat bervariasi dan dapat berubah secara cepat. Ammonia di perairan merupakan petunjuk adanya penguraian bahan organik, terutama protein. Sebagaimana diketahui bahwa ammonia merupakan salah satu parameter pencemaran organik di perairan dan dapat bersifat toksik bagi biota jika konsentrasinya melebihi ambang batas maksimum.

Tingginya konsentrasi amonia sebagian besar diduga berasal dari hasil dan proses metabolisme organisme akuatik dan proses pembusukan bahan organik atau sampah organik seperti sampah rumah tangga dan lain-lain oleh bakteri yang terbawa arus. Selain itu, peningkatan kadar amonia di laut berkaitan erat dengan masuknya bahan organik yang mudah terurai (baik yang mengandung unsur nitrogen maupun tidak).

10. Orthofosfat

Konsentrasi orthofosfat di perairan Kota Bontang di semua stasiun memiliki kesamaan yaitu <0,020 mg/L nilai kandungan ini di klasifikasikan kedalam perairan eutrofik, hal ini disebabkan pada daerah pengamatan tersebut terdapat banyak aktivitas manusia, dari mulai pertanian, pemukiman, pariwisata dan perikanan. Tingginya konsentrasi Orthofosfat disebabkan oleh limbah organik domestik yang masuk kedalam perairan, seperti detergen. Hal ini diperkuat oleh Vollenweider (1969) dalam Effendi (2003) bahwa kadar ortofosfat, perairan diklasifikasikan menjadi tiga yaitu perairan oligotrofik yang memiliki kadar ortofosfat 0,003- 0,01 mg/l, perairan mesotrofik yang memiliki kadar ortofosfat 0,011-0,03 mg/l, perairan eutrofik yang memiliki kadar ortofosfat 0,031-0,1 mg/l dan perairan super eutrofik memiliki kadar > 0,1 mg/l.



Gambar.1 Komposisi plankton berdasarkan kelas.

Berdasarkan hasil analisis dan hasil perhitungan plankton dari 4 stasiun kelimpahan plankton berkisar antara 34384-363488 sel/L dengan rata-rata \pm kelimpahan adalah 60288 sel/L. Kelimpahan pada stasiun 1 adalah 363488- 87188 sel/L, stasiun 2 adalah 168236-34384 sel/L, stasiun 3 adalah 252968-73680 sel/L dan stasiun 4 adalah 252968 sel/L. Kelimpahan plankton pada setiap stasiun sangat dipengaruhi oleh kualitas air dan aktivitas industri ataupun kegiatan aktivitas manusia di perairan tersebut. Aktivitas industri yang dimanfaatkan sebagai tempat pembuangan limbah industri maupun limbah domestik (Sudiana, 2005).

KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan terdapat 7 kelas plankton 5 kelas yaitu Bacillariophyceae (11 genus), Dinophyceae (3 genus), Cynophyceae (1 genus), Crustacea (6 genus) dan Gastropoda (1 genus) dan 2 kelas yaitu Crustacea (6 genus) dan Gastropoda (1 genus).
2. Kelimpahan plankton berkisar antara 34384-363488 sel/L dengan rata-rata kelimpahan \pm 60288 sel/L.
3. Keanekaragaman plankton diperairan sekitar Selangan termasuk dalam kategori rendah hingga sedang.
4. Kelimpahan plankton di permukaan 0,5 m lebih tinggi di dibandingkan dengan kelimpahan di kedalaman batas cahaya.

REFERENSI

- Amanati, L., 2016. Uji nitrit pada produk air minum dalam kemasan (AMDK) yang beredar dipasaran. Jurnal Teknologi Proses dan Inovasi Industri. 59 – 64 hal.
- Apridayanti, E. 2008. Evaluasi pengelolaan lingkungan perairan waduk lohoh Kabupaten Malang Jawa Timur. Tesis. Semarang.
- Arshad, A., S. M. N. Amin and N. Osman. 2010. Population Parameters of Planktonic shrimp, *Lucifer intermedius* (Decapoda: Sergestidae) from Sungai Pulai Seagrass Area Johor, Peninsular Malaysia. Sains Malaysiana, 39(6):877-882.
- Asmawi, S. 1983. Pemeliharaan Ikan dalam Karamba. PT. Gramedia, Jakarta.

- Asni A, 2015. Analisis Poduksi Rumput Laut (*Kappaphycus alvarezii*) Berdasarkan Musim dan Jarak Lokasi Budidaya Di Perairan Kabupaten Bantaeng. Jurnal Akuatik. Vol. VI No 140, 153.
- Basmi, H. (2000). Plankton Sebagai Indikator Kualitas Perairan. Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB.
- Boney, A. D. 1982. New Studies in Biology Phytoplankton. Edward Arndold Pub. Ltd. London. 118 pp.
- Broekhuizen, N., and J. Oldman 2002. Marine Ecosystems: Between-individual variations modify phytoplankton dynamics. Water and Atmosphere 10:10-12.
- Dinas Perikanan, Kelautan, dan Pertanian Kota Bontang. 2011. DKP Kota Bontang
- Djuhanda, T. 1980. Kehidupan dalam setetes air dan beberapa parasit pada manusia. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Eaton, A.D. and A.A. Epps. 1995. Standart methods for Ed, APHA, AWWA, and WEF, Baltimore, MD the Examintion of water and wastewater. 19th Serambi Engineering. Volume II, No.3.
- Effendi, H. 2003. Telaah kualitas air bagi pengelolaan sumberdaya dan lingkungan perairan. Cetakan Kelima. Yogyakarta, Kanisius. 87 hal.
- Fachrul, M. F., 2006. Metode sampling bioekologi, Bumi Aksara, Jakarta. 46 hal.
- Hallegraeff, G.M., 1993. A review of harmful algal blooms and their apparent global increase. Phycologia, 32 : 79-99
- Hamuna et al. 2018. Kajian kualitas air laut dan indeks pencemaran beedasarkan parameter fisika – kimia di perairan Distrik Depapre, Jurnal Ilmu Lingkungan, Jayapura.
- Haninuna, N. 2015. Pemanfaatan fitoplankton sebagai bioindikator berbagai jenis polutan di perairan intertidal Kota Kupang. Jurnal Ilmu Lingkungan, Kota Kupang.
- Hendrawati, T. H. Prihadi dan N. N. Rohmah, 2007. Analisis Kadar Phosfat dan Nitrogen (Amonia, Nitrat, Nitrit) pada Tambak Air Payau akibat Rembesan Lumpur Lapindo di Sidoarjo, Jawa Timur. Jurnal Kelautan dan Perikanan, (8): 135-143.
- Hutabarat, S. dan S. M. Evans. 1985. Pengantar oseanografi. Universitas Indonesia Perss. Jakarta, 159 hal.
- Hutabarat, S. dan S. M. Evans. 1986. Kunci identifikasi zooplankton. Universitas Indonesia Press. Jakarta, 98 hal.
- Hutagalung, H.P dan A. Rozak. 1997. Metode Analisis air laut, sedimen dan biota. Buku 2. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi LIPI, Jakarta.
- Isnansetyo, A. dan Kurniastuty. 1995. Teknik kultur phytoplankton dan zooplankton pakan alami untuk pembenihan organisme laut. Yogyakarta: Kanisius.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup [KEPMEN-LH] 2004 Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut (Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup).
- Koesobiono, 1979. Dasar-dasar ekologi umum, Bagian IV (Ekologi Perairan). Sekolah Pasca Sarjana Program Studi Lingkungan. IPB. Bogor.
- Komarawidjaja, W., 2005. Rumput laut *Gracilaria sp* sebagai fitoremediasi bahan organik perairan tambak budidaya. Jurnal Teknologi Lingkungan.
- Kramadibrata, H. I. 1996. Ekologi hewan. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Lee, R. L. 1978. Imposition of incompressibility constraints via variational adjustment of velocity field. Lawrence Livermore Lab. California Univ., Livermore (USA).
- Lind, O. (1979). Handbook Of Common Methods in Limnology (2 edition). Kendal: Hunt Publishing Company Dubuque, Iowa.
- Megguran, A. E, 1998. Ecology Deversity and its Measurmen. Princeton University Press. USA.
- Nontji, A., 2007. Laut Nusantara (5th ed.). Djambatan. Jakarta
- Nugroho, A. 2006. Bioindikator kualitas air. Penerbit Universitas Trsakti, Jakarta
- Nybakken. J. W. 1992. Biologi laut suatu pendekatan Ekologis. Penerjemah H. Muhammad Eidman. PT Gramedia Pustaka. Jakarta.
- Odum, E. P. 1996. Dasar-dasar ekologi: edisi ketiga. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 697 hal.
- Patty S. I 2015. Karakteristik fosfat, nitrat dan oksigen terlarut di perairan selat lembeh, Jurnal Pesisir dan Laut Tropis. Sulawesi Utara. Vol 2 Nomor 1 2015.
- Poole, F.G. and J.H. Stewart, 1974. Lower Palezouc And Uppermost Precambrian Cordilleran Miogeoline, Great Basin. Western United States.
- Prescott, L.M., Analitical Biochemistry, Improvements on the Prescott-Jones method for the colorimetric analysis of ureido compounds. Vol 97. Pages 421 – 422.

- Pornomo, S. A dan H. Usman. 2006. Pengantar Statistika, Bumi Aksara. Jakarta
- Raymont, J. E. G. 1981. Plankton dan Produktivitas Bahari (diterjemahkan Koesbiono).
- Redjeki, S. 2007. Pemberian copepoda tunggal dan kombinasi sebagai pakan alami kuda laut (*Hippocampus kuda*). Ilmu Kelautan. 12 (1) : 1-5.
- Sachlan, M. 1982. Planktonologi, Edisi ke empat. Correspondence Course Centre, Direktorat Jenderal Perikanan Departemen Pertanian. Jakarta.
- Soetjipto, 1993. Dasar-dasar ekologi hewan, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Proyek Pembinaan Tenaga Kependidikan Pendidik Tinggi, Jakarta.
- Sudjana, 2006. Metode Statistika. Tarsito. Bandung
- Sudiana N, 2005. Identifikasi Keragaman Jenis dan Kelimpahan Phytoplankton di Muara Sungai Wonokromo, Jurnal Teknologi Reduksi Risiko Bencana 2005. Sungai Porong Surabaya. Jawa Timur.
- Supartiwi, E. N. 2000. Karakteristik komunitas fitoplankton dan perifiton sebagai indikator kualitas lingkungan sungai ciujung, Jawa Barat. Skripsi. Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan. Institut Pertanian Bogor.
- Vollenweider, R. A., Talling, J. F., & Westlake, D. F. 1969. A manual on methods for measuring primary production in aquatic environments. Oxford: [Published for the] International Biological Programme [by] Blackwell Scientific.
- Waluyo, L. 2009. Mikrobiologi lingkungan. UMM Press. Malang.
- Welch, P. S. 1952. Limnological methods. Mc. GrawHill Book Company. Inc. New York.
- Wetzel, R. L. 1979. Methods and measurements of perifiton communities: A Review American Society for Testing and Materials. Philadelphia.
- Willmer, P., G. Stone and I. Johnston. 2000. Environmental Physiology of Animals. Oxford, Blackwell Science, London.
- Wibawa, G., S. Chumaidi, N. Bastiar, dan R. Dewi, 2011. Perbedaan jumlah pemberian kotoran ayam terhadap variasi plankton yang dimakan ikan pelangi (*Melanotaenia parva*). Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur. Balai Budidaya Ikan Hias, Depok.
- Yuwono, 2010. In vitro antimicrobial activities of methanolic extract from marine alga enteromorpha intestinalis. Jurnal Kesehatan.