

HUBUNGAN UNSUR HARA DENGAN KELIMPAHAN  
FITOPLANKTON DI PERAIRAN PULAU KODINGARENG  
KOTA MAKASSAR

SKRIPSI

OLEH

HUSNAENIA  
L 111 00 070



PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS HASANUDDIN	
Tgl. Terima	29 Agustus 05
Asal Datal	Fak. Kelautan
Banyaknya	1 (satu) eksemplar
Harga	#
No. Inventaris	163/29-08-05

JURUSAN KELAUTAN  
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2005

**HUBUNGAN UNSUR HARA DENGAN KELIMPAHAN  
FITOPLANKTON DI PERAIRAN PULAU KODINGARENG  
KOTA MAKASSAR**

**Oleh :**

**HUSNAENI, A  
L 111 00 070**

**Skripsi Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Pada  
Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan  
Universitas Hasanuddin**

**JURUSAN ILMU KELAUTAN  
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR**

**2005**

Judul Skripsi : Hubungan Unsur Hara dengan Kelimpahan Fitoplankton di Perairan Pulau Kodingareng Kota Makassar

Nama : Husnaeni A

Nomor Pokok : L 111 00 070

Skripsi Telah Diperiksa dan Disetujui Oleh:

Pembimbing Utama



Khairul Amri, ST, M.SC.Stud  
NIP: 132 133 692

Pembimbing Anggota



Ahmad Bahar ST, MSi  
NIP: 132 215 081



Diketahui Oleh :



Tanggal Lulus: 11 Juni 2005

## ABSTRAK

**HUSNAENI A. L 111 00 070. Hubungan Unsur Hara dengan Kelimpahan dan Komposisi jenis Fitoplankton Di Perairan Pulau Kodingareng Kota Makassar. Dibawah bimbingan Khairul Amri sebagai Pembimbing Utama dan Ahmad Bahar sebagai Pembimbing Anggota.**

---

---

Fitoplankton sangat mempengaruhi kelangsungan hidup organisme di perairan, karena fitoplankton memegang peranan penting yakni sebagai makanan bagi organisme laut dan merupakan faktor yang penting sebagai dasar untuk menentukan tingkat kesuburan perairan. Pulau Kodingareng merupakan salah satu pulau dimana penduduknya rata-rata bermata pencaharian sebagai nelayan, sehingga perairan ini telah lama dijadikan sebagai areal penangkapan sumberdaya perikanan. Ditinjau dari aktivitas masyarakat pulau tersebut akan ada kecenderungan meningkat di masa mendatang seiring dengan laju pembangunan saat ini, sehingga pemanfaatannya harus didukung dengan adanya informasi mengenai kondisi perairan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan unsur hara dengan kelimpahan dan komposisi jenis fitoplankton di Perairan Pulau kodingareng Kota Makassar. Hasilnya diharapkan dapat memberi gambaran tentang kondisi kesuburan perairan Pulau kodingareng serta sebagai bahan informasi untuk pemberdayaan wilayah perairan yang optimal dan penelitian lanjutan.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2004-April 2005. Dilokasi Perairan Pulau Kodingareng Kota Makassar. Meliputi studi literatur, metode survey lapangan, pengumpulan data penunjang, identifikasi sampel serta analisis sampel yang dilakukan di laboratorium Oseanografi Kimia dan Ekologi Laut Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.

Hasil Penelitian yang dilakukan di Pulau Kodingareng menunjukkan bahwa fitoplankton yang ditemukan pada dua periode musim kemarau berasal dari 6 kelas yaitu Bacillariophyceae, Chorophyceae, Cyanophyceae, Desmidiaceae, Dynophyceae, dan Euglenophyceae. Komposisi jenis yang mendominasi di perairan didapatkan dari kelas Bacillariophyceae. Berdasarkan nilai indeks keanekaragaman, menunjukkan bahwa perairan Pulau Kodingareng mengalami tekanan lingkungan dalam tingkat rendah sedangkan dari nilai indeks keseragaman dan indeks dominansi menunjukkan tidak ada spesies tertentu yang mendominasi populasi fitoplankton. Bahwa kondisi perairan pulau Kodingareng dapat menunjang kehidupan dan perkembangbiakan plankton, termasuk fitoplankton.

Hasil analisis regresi menunjukkan korelasi antara nitrat dan fosfat terhadap komposisi jenis fitoplankton dari kelas Bacillariophyceae, Dynophyceae, dan Euglenophyceae. Hasil nilai kisaran parameter lingkungan berada dalam kisaran optimum bagi pertumbuhan fitoplankton.

**Kata Kunci : Unsur hara, Kelimpahan dan Komposisi Jenis Fitoplankton**

## KATA PENGANTAR



Segala puji bagi Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang yang telah memberikan hidayah-Nya kepada hamba-Nya, sehingga segala usaha dan upaya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Hubungan Unsur Hara dengan Kelimpahan Fitoplanton di Perairan Pulau Kodingareng Kota Makassar”. Salam dan shalawat tak lupa pula kami kirimkan kepada junjungan besar Nabiullah” Muhammad SAW.

Penyusunan skripsi ini merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin. Dalam masa studi hingga sampai penyelesaian skripsi ini, berkat bimbingan, arahan, dukungan serta partisipasi dari berbagai pihak oleh karenanya melalui skripsi ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Hamzah Sunusi, M.Sc selaku Dekan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan
2. Bapak Khairul Amri, ST, M.Sc.Stud dan bapak Ahmad Bahar, ST, M.Si. sebagai dosen Pembimbing Utama dan Pembimbing Anggota, yang telah berkenan meluangkan waktunya untuk membimbing, mengarahkan, memberi saran, dan perhatiannya kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak dan Ibu Dosen beserta Staf pegawai atas segala bimbingan, yang telah banyak mengajar kami selama masa kuliah hingga akhir penyelesaian studi.

4. Rekan-rekan “angkatan 2000” : Asma, Parida, Riny, Hema, Qadarisma, Rahima, Selvina, Allensy, Frely, Ira, Yanti, Naomi, Vivie, Ardi, Dicky, Mansyur, Rahman, Ridwan, Arianto, Kamri, Nasruddin, Muslimin, Afif, Subhan terima kasih atas segala bentuk bantuan dilokasi, serta kebersamaanya semoga tetap terjaga selalu.
5. Kak Tenri, atas bantuan pinjaman buku-buku perpustakaan dan fasilitas komputernya.
6. Rekan-rekan Biraeng : Rany, Lhia, Iphe, Ida, Shanty, Thomos, Iskandar, Marwan, Yusuf, Uda dan Dicky terima kasih atas bantuan serta kebersamaanya selalu.
7. Buat k’ Adi, Ahmad, Fadel, Vina, Ulfah dan Maya yang selalu dekat, menghiburku selalu, memberiku motivasi dan bantuannya selama ini.

Terkhusus penulis ingin menghaturkan banyak terima kasih kepada ayahanda Arsyad Dachri dan Ibunda Juliana serta saudara-saudaraku yang selalu mendoakan, membimbing, menyanggiku serta memberikan bantuan moril dan materil.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, namun dengan keterbatasan yang ada pada penulis oleh karenanya segala bentuk saran dan kritikan yang sifatnya membangun sangatlah diharapkan. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca pada umumnya. Amin.

Wassalamu alaikum Warahmatullahi Wabaraketuh

Makassar, Juni 2005

HUSNAENI A

## DAFTAR ISI

	<i>Halaman</i>
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
ABSTRAK .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
<b>PENDAHULUAN</b>	
Lata Belakang .....	1
Tujuan dan Kegunaan .....	3
Ruang Lingkup .....	3
<b>TINJAUAN PUSTAKA</b>	
Pengertian Plankton .....	4
Fitoplankton .....	5
Kelimpahan Fitoplankton .....	8
Komposisi Fitoplankton .....	9
Peranan Fitoplankton .....	11
Indeks Keanekaragaman .....	12
Indeks Keseragaman .....	13
Indeks Dominansi .....	14
<b>Parameter Lingkungan</b>	
<b>Unsur Hara</b>	
Nitrat .....	15
Fosfat .....	18

Suhu .....	20
Salinitas .....	22
Oksigen Terlarut (DO) .....	24
Kekeruhan .....	25
Derajat keasaman (pH) .....	26
Arus .....	27

## METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat .....	29
Alat dan Bahan .....	29
Prosedur Penelitian .....	30
Tahap Persiapan .....	30
Tahap penentuan Stasiun .....	30
Pengambilan Data .....	31
Analisis Data .....	36

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Lokasi Penelitian .....	41
Komposisi Jenis Fitoplankton.....	42
Kelimpahan Fitoplankton .....	44
Indeks Keanekaragaman .....	48
Indeks Keseragaman .....	49
Indeks Dominansi .....	50
Parameter Lingkungan	
Unsur hara	
Nitrat .....	52
Fosfat .....	54
Suhu .....	56
Salinitas .....	57
Oksigen Terlarut .....	57
Kekeruhan .....	58
Derajat keasaman (pH) .....	59
Arus .....	60
Keterkaitan Parameter lingkungan dengan Kelimpahan Fitoplankton ....	61
Hubungan Unsur Hara dengan Kelimpahan .....	68

## KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan .....	72
Saran .....	73

DAFTAR PUSTAKA .....	74
LAMPIRAN .....	78
RIWAYAT HIDUP .....	101

## DAFTAR TABEL

<b>No</b>		<b>Halaman</b>
1.	Kriteria kualitas Air Berdasarkan Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiever .....	13
2.	Kriteria Komunitas Lingkungan Perairan Berdasarkan Nilai Indeks Keseragaman .....	15
3.	Standar baku mutu DO di perairan .....	24
4.	Alat yang digunakan beserta kegunaannya dalam penelitian .....	29
5.	Bahan yang digunakan beserta kegunaannya dalam penelitian .....	30
6.	Kisaran indeks keanekaragaman, keseragaman, dan dominansi .....	48
7.	Kisaran Parameter lingkungan di perairan Pulau Kodingareng .....	52
8.	Komposisi jumlah jenis masing-masing kelas pada musim kemarau.....	82
9.	Komposisi Jumlah jenis masing-masing kelas pada musim hujan.....	82
10.	Hsil Analisi Regresi pada Pengamatan Musim kemarau .....	69
11.	Hasil Analisis Regresi pada Pengamatan Musim hujan .....	70

## DAFTAR GAMBAR

<b>No</b>		<b>Halaman</b>
1.	Komposisi jenis masing-masing kelas pada pengamatan musim kemarau dan musim hujan.....	43
2.	Perbandingan Kelimpahan Fitoplankton antar stasiun Pada Pengamatan Musim kemarau dan hujan .....	45
3.	Perbandingan Kelimpahan Fitoplanton antar musim .....	46
4.	Sebaran Nitrat pada stasiun pengamatan berdasarkan musim .....	53
6.	Sebaran fosfat pada stasiun pengamatan berdasarkan musim .....	55
7.	Analisis Komponen Utama (PCA) Karakteristik Faktor Lingkungan dengan kelimpahan Fitoplankton pada sumbu 1 dan 2 (Musim Kemarau) .....	64
8.	Analisis Komponen Utama (PCA) berdasarkan sebaran stasiun penelitian di perairan Pulau Kodingareng pada Sumbu 1 dan 2 (musim Kemarau) .....	65
9.	Analisis Komponen Utama (PCA) Karakteristik Faktor Lingkungan dengan kelimpahan Fitoplankton pada sumbu 1 dan 2 (Musim Kemarau).....	67

## DAFTAR LAMPIRAN

No		Halaman
1.	Peta Lokasi Penelitian dan Peta Arah arus .....	78
2.	Hasil ANOVA Antar Stasiun pengamatan pada Musim kemarau ...	79
3.	Hasil ANOVA Antar Stasiun pengamatan pada Musim hujan .....	80
4.	Uji – T Antar Musim Pengamatan .....	81
5.	Komposisi jumlah jenis masing-masing kelas .....	82
6.	Hasil perhitungan kelimpahan fitoplankton di perairan Pulau Kodingareng .....	83
7.	Hasil perhitungan Indeks keanekaragaman dan keseragaman di perairan Pulau Kodingareng .....	87
8.	Hasil perhitungan Indeks dominansi di perairan Pulau Kodingareng .....	91
9.	Hasil Analisis Komponen Utama (PCA) pada Musim Kemarau .....	95
10.	Hasil Analisis Komponen Utama (PCA) pada Musim Hujan .....	96

# PENDAHULUAN

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Perairan merupakan salah satu sumberdaya alam yang sangat potensial di samping sumberdaya alam berupa daratan. Indonesia yang merupakan negara dengan wilayah terbesarnya adalah laut, dewasa ini sedang giat untuk menggalakkan pemanfaatan perairan laut sebagai alternatif dalam pemenuhan kebutuhan manusia. Untuk itu perlu adanya penataan dan pengelolaan lingkungan kawasan bahari untuk menghindari pemanfaatan ruang dan sumberdaya perairan yang semakin kompleks.

Dalam usaha pendayagunaan sumberdaya perairan secara optimal banyak ditentukan oleh tingkat kesuburan perairan dimana hal ini sangat didukung oleh organisme yang bersifat planktonik utamanya fitoplankton yang merupakan dasar kehidupan organisme-organisme dengan kedudukan sebagai mata kunci utama suatu rantai makanan (Odum, 1971).

Plankton merupakan biota laut yang hidup melayang atau terapung di ekosistem akuatik (Arinardi, 1997). Plankton nabati (Fitoplankton) adalah tumbuh-tumbuhan air yang umumnya berukuran sangat kecil (mikroskopis) dari sejumlah besar klas yang berbeda. Mereka mempunyai peranan yang sama pentingnya baik di sistem pelagik maupun seperti yang diperankan oleh tumbuh-tumbuhan hijau yang lebih tinggi tingkatannya di daratan; mereka adalah produser utama (primary

producer) zat-zat organik. Seperti tumbuh-tumbuhan hijau yang lain, plankton membuat ikatan organik yang kompleks dari bahan anorganik yang sederhana.

Fotosintesis adalah suatu proses permulaan yang penting dimana mereka dapat membuat atau mensintesis glukosa (karbohidrat) dari ikatan-ikatan anorganik karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) (Hutabarat dan Evans, 1985)

Komunitas plankton di perairan pada umumnya berhubungan dengan kandungan orto-fosfat, nitrat, silikat, dan unsur-unsur hara lainnya. Dalam waktu tertentu kandungan unsur hara ini akan menurun jika populasi plankton naik dan sebaliknya (Prescott, 1963).

Besarnya peranan nitrat dan fosfat dalam siklus energi dan pertumbuhan fitoplankton menyebabkan pentingnya unsur hara ini menjadi bahan kajian untuk menentukan kesuburan suatu perairan. Sebagai sebuah sistem, pengkajian ekologis tak bisa dilepaskan dari interaksi komponen-komponen biotik dan abiotik yang saling berinteraksi. Keterkaitan antar komponen dalam ekosistem perairan laut sangat erat dan begitu kompleks sehingga untuk mengkaji karakteristik salah satu komponen mesti melibatkan komponen lainnya sebagai faktor pembanding begitupun halnya dengan pengkajian tentang keberadaan nutrien.

Pulau Kodingareng adalah satu di antara pulau yang ada di kawasan Kota Makassar yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai daerah pemanfaatan dan budidaya. Namun saat ini aktifitas pemanfaatan laut yang menonjol adalah penangkapan hasil laut. Ditinjau dari aktivitas masyarakat pulau tersebut akan ada kecenderungan meningkat di masa mendatang seiring dengan laju pembangunan

saat ini, sehingga pemanfaatannya harus didukung dengan adanya informasi mengenai potensi perairan, terutama keberadaan dan peranan fitoplankton serta kaitannya dengan unsur hara dalam menggambarkan kondisi perairan sebagai informasi dalam pengelolaan suatu perairan secara optimal.

### **Tujuan dan Kegunaan**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan unsur hara (nitrat dan fosfat) dengan kelimpahan fitoplankton di perairan pada musim yang berbeda.

Adapun hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran terhadap tingkat kesuburan perairan serta sebagai bahan informasi untuk pemberdayaan wilayah perairan dan penelitian lanjutan

### **Ruang Lingkup Penelitian**

Penelitian ini dibatasi pada :

- Pengukuran kandungan nitrat dan fosfat
- Perhitungan komposisi jenis dan kelimpahan fitoplankton, indeks keanekaragaman, indeks keseragaman dan indeks dominansi
- Pengukuran parameter pendukung: arus, suhu, salinitas, Oksigen terlarut (DO), kekeruhan dan derajat keasaman (pH).

# TINJAUAN PUSTAKA

## TINJAUAN PUSTAKA



### Pengertian Plankton

Plankton adalah mikroorganisme yang hidup melayang dalam air dimana kemampuan gerakannya terbatas, menyebabkan mikroorganisme tersebut mudah hanyut oleh gerakan atau arus air (Bougis, 1976). Plankton sebagai organisme yang tidak dapat menyebar melawan pergerakan massa air, yang meliputi fitoplankton (plankton nabati), zooplankton (plankton hewani) dan bakterioplankton (bakteri).

Menurut Nybakken (1988), plankton adalah kelompok-kelompok organisme yang hanyut bebas dalam laut dan daya renangnya sangat lemah. Kemampuan berenang organisme-organisme planktonik demikian lemah sehingga mereka sama sekali dikuasai oleh gerakan air. Hal ini berbeda dengan hewan laut lainnya yang memiliki gerakan dan daya renang yang cukup kuat untuk melawan arus laut. Plankton adalah suatu organisme yang terpenting dalam ekosistem laut, kemudian dikatakan bahwa plankton merupakan salah satu organisme yang berukuran kecil dimana hidupnya terombang-ambing oleh arus perairan laut (Hutabarat dan Evans, 1985)

Plankton dapat dibagi menjadi dua golongan utama yakni fitoplankton (plankton nabati) dan zooplankton (plankton hewani) (Nontji, 1993). Sachlan (1972) menjelaskan bahwa terdapat perbedaan sifat antara kedua golongan plankton tersebut, yaitu semua fitoplankton bersifat fototaksis positif (senang cahaya) karena cahaya

merupakan salah satu unsur hidupnya, sedangkan zooplankton bersifat fototaksis negatif. Jadi pada siang hari fitoplankton cenderung naik ke permukaan sedangkan zooplankton turun ke dasar.

Berdasarkan daur hidupnya, plankton terbagi menjadi dua golongan yaitu holoplankton yang merupakan organisme akuatik yang seluruh daur hidupnya bersifat sebagai plankton, dan meroplankton yang sebagian daur hidupnya bersifat plankton (Bougis, 1976)

Organisme plankton biasanya ditangkap dengan menggunakan jaring-jaring yang mempunyai ukuran jaring yang berbeda, maka penggolongan plankton dapat berdasarkan ukuran plankton. Yang biasa tertangkap oleh jaring plankton baku adalah megaplankton; organisme planktonik yang besarnya lebih dari 2 mm, makroplankton yang berukuran 0,2-2,0 mm, dan mikroplankton yang berukuran antara 20  $\mu\text{m}$ -0,2 mm. Yang tidak tertangkap oleh jaringan plankton baku yaitu nanoplankton yaitu organisme plankton yang berukuran antara 2  $\mu\text{m}$  -- 20  $\mu\text{m}$  dan ultraplankton yang berukuran kurang dari 2  $\mu\text{m}$  (Nybakken, 1988)

### **Fitoplankton**

Fitoplankton adalah tumbuh-tumbuhan air yang umumnya berukuran sangat kecil (mikroskopis) yang terdiri dari sejumlah besar kelas yang berbeda. Mereka mempunyai peranan yang sama pentingnya baik di sistem pelagik maupun seperti yang diperankan juga oleh tumbuh-tumbuhan hijau yang lebih tinggi tingkatnya di ekosistem daratan; mereka adalah produsen utama (primary producer) zat-zat

organik. Seperti tumbuh-tumbuhan hijau yang lain, plankton membuat ikatan-ikatan organik yang kompleks dari bahan anorganik yang sederhana. Fotosintesis adalah suatu proses permulaan yang penting dimana mereka dapat membuat atau mensintesis glukosa (karbohidrat) dari ikatan-ikatan anorganik karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) (Hutabarat dan Evans, 1985).

Penyebaran fitoplankton lebih merata dibandingkan dengan penyebaran zooplankton. Zooplankton beruaya ke arah mendatar dan tegak mengikuti kelompok fitoplankton dan jika sudah mencapai tingkat kepadatan tertentu perkembangan zooplankton akan berkurang sedangkan fitoplankton bertambah (Prasad, 1956).

Menurut Davis (1955), pada setiap perairan terdapat perkembangan fitoplankton sedemikian rupa sehingga suatu spesies lebih dominan daripada spesies-spesies yang lainnya pada interval-interval yang agak pendek sepanjang tahun. Spesies yang dominan pada suatu bulan seringkali menjadi spesies yang langka pada bulan berikutnya dan digantikan oleh spesies lain yang lebih dominan. Selanjutnya dikatakan bahwa kelimpahan fitoplankton dalam suatu perairan mempunyai variasi tertentu sepanjang tahun dan akan berulang pada tahun berikutnya.

Distribusi vertikal fitoplankton menunjukkan bahwa konsentrasi maksimum sedikit terdapat di bawah lapisan permukaan. Hal ini diduga karena adaptasi fitoplankton terhadap intensitas cahaya yang rendah, stabilitas vertikal air, laju penenggelaman fitoplankton, konsentrasi zat-zat hara dan pemangsaan (Nontji, 1993).

Davis (1955), menyatakan distribusi fitoplankton yang tidak merata dalam suatu perairan disebabkan oleh angin, aliran air yang masuk, arus, kedalaman

perairan, variasi kadar nutrien, upwelling, aktivitas grazing, dan adanya dua massa air yang bercampur. Distribusi lokal fitoplankton juga dapat disebabkan oleh adanya drainase dari daratan.

Eksistensi diatom di perairan dipengaruhi oleh siklus musim sepanjang tahun. siklus musim (pergantian musim dalam setahun) akan mempengaruhi kondisi lingkungan perairan, termasuk produksi primernya. Pergantian musim sepanjang tahun sangat erat kaitannya dengan jumlah sinar (intensitas) matahari yang jatuh ke permukaan bumi. Didaerah temperate dan laut dingin kita mengenal 4 musim dalam setahun, yaitu musim semi, musim panas, musim gugur, dan musim dingin. Didaerah tropis (seperti Indonesia) dalam setahun kita hanya mengenal dua musim, yaitu musim panas dan musim hujan yang tidak memperlihatkan perbedaan ekstrim terhadap perubahan kondisi lingkungan perairan dan kehidupan biota didalamnya, termasuk kehidupan diatom ( Basmi,1999).

Penyebaran fitoplankton di perairan didominasi oleh Bacillariophyceae (diatom), Cyanophyceae dan Chlorophyceae. Besarnya kelas Bacillariophyceae disebabkan karena fitoplankton dari kelas tersebut mempunyai sifat yang mudah beradaptasi dengan lingkungan, bersifat kosmopolit, tahan kondisi ekstrim dan mempunyai daya reproduksi yang tinggi (Odum, 1971).

Menurut Nontji (1993), di perairan Indonesia diatom (Bacillariophyceae) paling sering ditemukan, kemudian dinoflagellata. Algae biru jarang dijumpai, tetapi bila muncul sering populasinya sangat besar. Selanjutnya dikatakan bahwa di perairan pantai Laut Jawa, diatom dari marga *Skeletonema*, *Chaetaceros*, *Bacteriastrum*, dan

*Rhizosolenia* sangat sering dijumpai. Acapkali dijumpai ledakan populasi (blooming) *Skeletonema* yang membuat air berwarna hijau kecoklat-coklatan. Plankton estuaria miskin dalam jumlah spesies. Diatom seringkali mendominasi fitoplankton, tetapi dinoflagellata dapat menjadi dominan selama musim panas dan dapat tetap dominan termasuk *Skeletonema*, *Asterionella*, dan *Melosira*. Genera dinoflagellata yang sering melimpah termasuk *Gymnodinium*, *Gonyaulax*, *Peridinium*, dan *Ceratium*.

### **Kelimpahan fitoplankton**

Kelimpahan fitoplankton diartikan sebagai jumlah individu fitoplankton per satuan volume air yang biasanya dinyatakan dalam jumlah individu atau sel fitoplankton/m<sup>3</sup> atau per liter air. Pada dasarnya sangat sukar untuk menentukan kelimpahan fitoplankton dalam sejumlah air tertentu. Walaupun kalkulasi dalam jumlah sel fitoplankton dapat dilakukan seteliti mungkin, namun jumlah tersebut berubah-ubah dengan kisaran yang besar, sehingga sulit untuk mengkonversi dugaan tersebut menjadi ukuran kelimpahan dari fitoplankton (Sachlan, 1972).

Boyd (1979) menyatakan populasi fitoplankton senantiasa mengalami perubahan dalam komposisi jenis dan jumlahnya. Penyebab terjadinya fluktuasi fitoplankton adalah karena perbedaan kualitas air (terutama unsur hara) juga karena adanya pengambilan oleh zooplankton dan ikan pemakan plankton serta akumulasi dari sisa-sisa metabolisme yang bersifat racun.

Davis (1955) menyimpulkan bahwa meledaknya kelimpahan populasi fitoplankton suatu spesies disebabkan oleh adanya rangsangan dari organisme tersebut dan ditunjang oleh faktor lingkungan yang sesuai.

Faktor-faktor penting yang mempengaruhi variasi kelimpahan dan produksi fitoplankton yaitu (a) curah hujan yang membawa zat hara dari darat ke laut melalui sungai (b) adanya pengadukan yang disebabkan oleh angin yang kuat sehingga zat hara yang ada di dasar terbawa ke atas. Hal ini terjadi di laut dangkal, siang di laut dalam dengan adanya suatu proses upwelling dapat membawa zat hara tertimbun di lapisan bawah permukaan (Davis, 1955).

### **Komposisi Fitoplankton**

Fitoplankton yang paling penting di laut adalah diatom dan dinoflagellata. Grup-grup yang kurang penting penyebarannya di laut ditinjau dari segi ekonomi termasuk Myxophyceae, Chlorophyceae, Phaeophyceae dan Rhodophyceae. Ketiga kelompok terakhir ini di laut hampir seluruhnya berukuran besar yang tumbuh di sepanjang tepi pantai dan terumbu karang yang sumbangannya terhadap fitoplankton sangat kecil (Basmi, 1999).

Perbedaan komposisi jenis fitoplankton yang terdapat dalam perairan disebabkan karena masing-masing jenis mempunyai toleransi sendiri-sendiri terhadap keadaan lingkungan. Di samping itu komposisi yang terjadi di antara biota-biota hidup perairan, baik akibat kompetisi dalam mendapatkan ruang, oksigen, makanan,

maupun cahaya matahari juga sangat berpengaruh terhadap kelimpahan dan keragaman fitoplankton di perairan (Odum, 1971).

Komposisi fitoplankton dapat memberikan petunjuk tentang massa air laut. Di perairan estuaria dan perairan pantai umumnya kelompok diatom selalu mendominasi komposisi fitoplankton. Kondisi seperti ini disebabkan oleh kemampuan reproduksi dari diatom yang lebih besar dibandingkan dengan kelompok fitoplankton lainnya. Pada saat terjadi peningkatan konsentrasi zat hara, diatom mampu melakukan pembelahan mitosis sebanyak 3 kali dalam 24 jam. Dinoflagellata hanya mampu melakukannya satu kali dalam 24 jam pada kondisi zat hara yang sama. Dengan demikian diatom selalu akan memanfaatkan pasokan zat hara dari darat (melalui aliran air sungai) lebih cepat dan lebih efektif daripada dinoflagellata. Namun demikian dinoflagellata mampu memanfaatkan zat hara dalam konsentrasi yang lebih rendah (Praseno, 2000).

Oleh karenanya komposisi fitoplankton di laut lepas atau samudera dengan kandungan zat hara lebih rendah menunjukkan perbandingan yang seimbang antara diatom dan dinoflagellata atau bahkan kelompok dinoflagellata dapat mendominasi fitoplankton. Kelompok dinoflagellata merupakan kelompok penting kedua setelah diatom. Separoh dari anggota kelompok ini tidak mempunyai pigmen untuk melakukan fotosintesis, sehingga untuk hidup perlu "memakan" zat organik yang tersedia (Praseno, 2000).



## Peranan Fitoplankton

Salah satu faktor yang merupakan dasar untuk menentukan tingkat kesuburan perairan adalah keadaan fitoplankton karena organisme tersebut sangat berpengaruh langsung maupun tidak langsung bagi ikan serta organisme lainnya sehingga menghasilkan oksigen dan juga menentukan zat organik dari bahan anorganik melalui proses fotosintesis (Vaas, 1954).

Nontji (1993), menyatakan bahwa fitoplankton sebagai tumbuhan yang mengandung pigmen klorofil maupun melaksanakan reaksi fotosintesis dimana air dan karbondioksida dengan adanya sinar surya dan garam-garam hara dapat menghasilkan senyawa organik. Karena kemampuannya membentuk zat organik dari zat anorganik maka fitoplankton disebut sebagai produser primer, merupakan pangkal rantai makanan dan merupakan dasar yang mendukung kehidupan seluruh biota laut lainnya. Dengan demikian perairan yang mempunyai produktivitas primer fitoplanktonnya tinggi akan mempunyai potensi sumberdaya hayati yang besar pula.

Fitoplankton merupakan makanan bagi berbagai jenis ikan dan udang yang menempati tingkat produser pertama dalam aliran energi (Odum, 1971). Fitoplankton sebagai produser primer di perairan merupakan salah satu kehidupan bagi seluruh organisme hewani. Disamping itu juga fitoplankton sebagai penghasil oksigen terlarut dalam perairan.

Ernanto (1994) dan Junindra (2002) menyebutkan beberapa fungsi dan peranan fitoplankton sebagai berikut:

- Sebagai produsen oksigen dalam air
- Sebagai makanan alami zooplankton dan beberapa jenis ikan dan udang kecil
- Fitoplankton yang mati akan tenggelam ke dasar perairan dan dalam keadaan anaerob akan diuraikan menjadi bahan organik
- Membantu menyerap senyawa yang sangat berbahaya bagi organisme dasar seperti  $\text{NH}_3$  (ammonia) dan  $\text{H}_2\text{S}$  (hidrogen sulfida).

### **Indeks keanekaragaman**

Indeks keanekaragaman atau "Diversity Index" diartikan sebagai suatu gambaran secara matematik yang melukiskan struktur informasi-informasi mengenai jumlah spesies suatu organisme. Suatu cara yang paling sederhana untuk menyatakan indeks keanekaragaman yaitu dengan menentukan persentase komposisi dari spesies di dalam sampel. Semakin banyak spesies yang terdapat dalam suatu sampel, semakin besar keanekaragaman, meskipun harga ini juga sangat tergantung dari jumlah total individu masing-masing spesies (Kaswadji, 1976) .

Indeks keanekaragaman dapat dijadikan petunjuk seberapa besar tingkat pencemaran suatu perairan. Dasar penilaian kualitas air berdasarkan nilai indeks keanekaragaman dapat dilihat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Kualitas Air Berdasarkan Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiever (Wardoyo, 1974)

Nilai Indeks	Kualitas Air	Sumber
3,0 - 4,5	Tercemar sangat ringan	Shetty <i>et al</i> (1963)
2,0 - 3,0	Tercemar ringan	
1,0 - 2,0	Tercemar sedang	
0,0 - 1,0	Tercemar berat	

### Indeks Keseragaman

Dalam suatu komunitas, pemerataan individu tiap spesies dapat diketahui dengan menghitung indeks keseragaman. Indeks keseragaman ini merupakan suatu angka yang tidak bersatuan, yang besarnya antara 0 – 1, semakin kecil nilai indeks keseragaman, semakin kecil pula keseragaman suatu populasi, berarti penyebaran jumlah individu tiap spesies tidak sama dan ada kecenderungan bahwa suatu spesies mendominasi populasi tersebut. Sebaliknya semakin besar nilai indeks keseragaman, maka populasi menunjukkan keseragaman, yang berarti bahwa jumlah individu tiap spesies boleh dikatakan sama atau merata (Pasengo, 1995).

Kriteria komunitas lingkungan perairan berdasarkan nilai indeks keseragaman dapat kita lihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 2. Kriteria Komunitas Lingkungan Perairan Berdasarkan Nilai Indeks Keseragaman

Nilai Indeks Keseragaman (E)	Kondisi Komunitas
$0,00 < E < 0,50$	Komunitas berada pada kondisi tertekan
$0,50 < E < 0,75$	Komunitas berada pada kondisi labil
$0,75 < E < 1,00$	Komunitas berada pada kondisi stabil

Sumber : Dahuri (1993)

### Indeks Dominansi

Odum (1971) menyatakan bahwa untuk mengetahui apakah suatu komunitas didominasi oleh organisme tertentu maka dapat diketahui dengan menghitung indeks dominansi (C) jika nilai mendekati 1 maka ada organisme tertentu yang mendominasi suatu perairan dan sebaliknya jika nilai C mendekati 0 maka tidak ada organisme yang dominan.

## Parameter Lingkungan

### 1. Unsur Hara

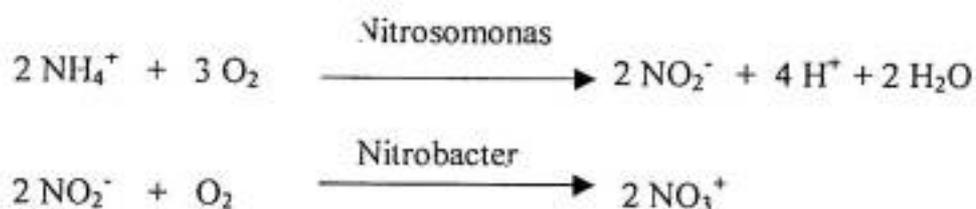
#### Nitrat

Senyawa nitrogen dalam air laut terdapat dalam 3 bentuk utama yang berada dalam kesetimbangan, yaitu amoniak, nitrit dan nitrat. Kesetimbangan tersebut sangat dipengaruhi oleh kandungan oksigen bebas dalam air. Pada saat kadar oksigen rendah, keseimbangan bergerak menuju amoniak, sedangkan pada saat kadar oksigen tinggi keseimbangan bergerak menuju nitrat. Dengan demikian, nitrat merupakan hasil akhir dari oksidasi nitrogen dalam air laut. Secara termodinamik merupakan senyawa nitrogen paling stabil dengan adanya oksigen bebas yang cukup dalam air laut (Hutagalung dan Rozak. 1997).

Di perairan laut, nitrat digambarkan sebagai senyawa mikronutrient pengontrol produktivitas primer di lapisan permukaan eufotik. Kadar nitrat di daerah eufotik sangat dipengaruhi oleh transportasi nitrat ke daerah tersebut, oksidasi amoniak oleh mikroorganisme dan pengambilan nitrat untuk produktivitas primer (Grasshoff, 1976). Menurut Wardoyo (1974) sumber utama unsur nitrogen dalam air berasal dari limbah atau buangan unsur nitrogen yang berupa bahan organik protein dari senyawa anorganik seperti pupuk nitrogen.

Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) adalah bentuk utama nitrogen di perairan alami dan merupakan nutrien utama bagi pertumbuhan tanaman dan algae. Nitrat sangat mudah larut dalam

air dan bersifat stabil. Senyawa ini dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa oksigen di perairan. Nitrifikasi yang merupakan proses oksidasi amonia menjadi nitrit dan nitrat adalah proses yang penting dalam siklus nitrogen dan berlangsung pada kondisi aerob. Oksidasi amonia menjadi nitrit dilakukan oleh bakteri *Nitrosomonas*, sedangkan oksidasi nitrit menjadi nitrat dilakukan oleh bakteri *Nitrobacter*. Kedua jenis bakteri tersebut merupakan bakteri kemotrofik, yaitu bakteri yang mendapatkan energi dari proses kimiawi (Novotny dan Olem, 1994).



Nitrogen merupakan unsur yang sangat penting bagi pertumbuhan fitoplankton dan merupakan salah satu unsur utama dalam pembentukan protein. Selain itu juga diperlukan dalam proses fotosintesis yang diserap dalam bentuk nitrat, kemudian diubah menjadi protein dan selanjutnya menjadi sumber makanan bagi ikan (Koesobiono, 1981).

Kadar nitrat pada perairan alami hampir tidak pernah lebih dari 0,1 mg/ltr. Kadar nitrat lebih dari 5 mg/ltr menggambarkan terjadinya pencemaran antropogenik yang berasal dari aktivitas manusia dan tinja hewan. Kadar nitrat yang lebih dari 0,2 mg/ltr dapat menyebabkan terjadinya eutrofikasi (pengayaan) perairan, yang selanjutnya menstimulir pertumbuhan algae dan tumbuhan air secara pesat (blooming). Pada perairan yang menerima limbah air dari daerah pertanian yang

banyak mengandung pupuk, kadar nitrat dapat mencapai 1.000 mg/ltr (Davis dan Cornwell, 1991)

Kandungan nitrat dalam kadar yang berbeda dibutuhkan oleh setiap jenis algae untuk keperluan pertumbuhannya, sedangkan kadar nitrat agar mikroalgae (fitoplankton) dapat tumbuh optimal diperlukan berkisar 0,9 – 3,5 mg/ltr. Apabila kadar nitrat di bawah 0,1 atau di atas 45 mg/ltr maka nitrat merupakan faktor pembatas (Tambaru dan Samawi, 1996)

Siklus Nitrogen terdapat dua bagian yaitu 1) pemanfaatan nitrat oleh fitoplankton melalui proses fotosintesis yang menghasilkan asam-asam amino dan 2) proses regenerasi nitrogen terbagi dua yaitu: perubahan dari nitrogen organik yang merupakan produk awal menjadi nitrat oleh bakteri yang merupakan produk akhir serta dekomposisi organik nitrogen menjadi amoniak melalui penguraian detritus dan hasil ekskresi (Muchtar, 1999). Lebih lanjut dikatakan bahwa keberadaan nitrat juga di lapisan permukaan laut diatur oleh proses biologi dan fisika. Pemanfaatan nitrat oleh fitoplankton terjadi selama berlangsungnya fotosintesis dan bergantung dari intensitas sinar matahari.

Distribusi kadar nitrat semakin tinggi menuju ke arah pantai, dan kadar tertingginya biasanya ditemukan di perairan muara. Peningkatan kadar nitrat di laut disebabkan oleh masuknya limbah domestik atau pertanian (pemupukan) yang umumnya mengandung banyak nitrat (Hutagalung dan Rozak, 1997).

Nitrat dapat digunakan untuk mengelompokkan tingkat kesuburan perairan. Perairan oligotrofik memiliki kadar nitrat antara 0 – 1 mg/liter, perairan mesotrofik

memiliki kadar nitrat antara 1 – 5 mg/liter, dan perairan eutrofik memiliki kadar nitrat yang berkisar antara 5 – 50 mg/liter (Wetzel, 1975).

### Fosfat

Fosfor yang terkandung dalam air laut baik yang terlarut maupun yang tersuspensi berada dalam bentuk anorganik dan organik. Yang berada dalam bentuk senyawa anorganik terutama terdiri dari ortofosfat dan polifosfat (tri-dan pirofosfat), sedangkan yang berada dalam bentuk senyawa organik terdiri dari gula fosfat dan hasil-hasil oksidasinya, nukleoprotein dan fosfoprotein. Senyawa anorganik fosfat yang terkandung dalam laut umumnya berada dalam bentuk ion (orto) asam fosfat,  $H_3PO_4$  kira-kira 10 % dari anorganik fosfat terdapat sebagai ion  $PO_4^{3-}$  dan sebagian besar (90%) dalam bentuk  $HPO_4^{2-}$  (Hutagaung dan Rozak, 1997)

Menurut Millero dan John (1991) keberadaan berbagai bentuk fosfat di laut dikendalikan oleh proses biologi dan fisika. Pemanfaatan fosfat oleh fitoplankton terjadi selama proses fotosintesis. Banyaknya fitoplankton dimakan oleh zooplankton yang dalam prosesnya menghasilkan fosfat. Hidrolisis fosfat organik terjadi dengan cepat melalui proses fosforilase. Proses dekomposisi fitoplankton yang mati juga berperan dengan bantuan bakteri penghasil P organik.

Wardoyo (1974) mengemukakan kategori kesuburan perairan berdasarkan kandungan fosfat yaitu kandungan fosfat yang lebih kecil dari 0,020 ppm termasuk perairan yang kesuburannya rendah; 0,021-0,050 ppm kesuburannya cukup; 0,051-0,100 ppm kesuburannya baik; 0,101-0,200 ppm kesuburannya baik sekali dan

perairan yang kandungan fosfat lebih besar dari 0,200 ppm dikategorikan sebagai perairan yang kesuburannya sangat baik sekali.



Menurut Hutagalung dan Rozak (1997), pola sebaran fosfat secara vertikal menunjukkan konsentrasi fosfat semakin tinggi seiring dengan bertambahnya kedalaman. Hal ini berhubungan dengan laju pengambilan fosfat untuk fotosintesis oleh organisme laut dan tenggelamnya partikel fosfat ke lapisan yang lebih dalam.

Wardoyo (1974) menyarankan agar kandungan dalam perairan tidak lebih dari 50 ppm agar kualitas perairan tetap baik, karena fosfat hanya dalam bentuk orto yang dapat diserap oleh tumbuh-tumbuhan, maka kandungan orto fosfat yang terlarut dalam air menunjukkan kesuburan perairan tersebut.

Koesoebiono (1981) mengklasifikasikan fosfat yang terkandung di dalam perairan laut berdasarkan suhu dan salinitas normal. Menurutnya bahwa 87 % dari fosfat adalah orto-fosfat ( $\text{HPO}_4\text{P}$ ), 12% sebagai  $\text{PO}_4\text{P}$  dan 1% sebagai  $\text{H}_2\text{PO}_4\text{P}$ . Bahwa ortofosfat merupakan fosfat anorganik sebagai salah satu bentuk fosfor (P) yang terlarut dalam air yang terdiri dari ion-ion  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ , dan  $\text{PO}_4^{3-}$ .

Fosfat sangat berpengaruh terhadap penyebaran dan jenis fitoplankton pada perairan. Perairan yang memiliki nilai fosfat rendah (0,00 – 0,02 ppm) akan didominasi oleh Diatom. Pada perairan yang memiliki nilai fosfat sedang (0,02 – 0,05 ppm) akan didominasi oleh jenis *Chlorophyceae*, sedangkan dengan nilai fosfat yang tinggi (>0,10 ppm) didominasi oleh jenis *Cyanophyceae* (Kaswadji dkk, 1993).

Dalam air laut kadar rata-rata fosfat adalah sekitar 2 ppm, kadar ini akan semakin meningkat dengan masuknya limbah domestik, industri dan pertanian yang

banyak mengandung fosfat ke perairan. Peningkatan kadar fosfat dalam laut akan menyebabkan terjadinya *blooming* fitoplankton.

## 2. Fisika Kimia Perairan

### Suhu

Suhu air laut merupakan salah satu faktor yang sangat menentukan bagi organisme di laut karena sangat mempengaruhi baik aktifitas metabolisme maupun perkembangbiakan dari organisme-organisme tersebut (Hutabarat dan Evans, 1985). Di Wilayah tropis, suhu air permukaan laut rata-rata berkisar antara 24-27 °C, dengan suhu minimum 20 °C dan suhu maksimum 30 °C (Koesoebiono, 1981).

Koesoebiono (1981) menyatakan, di wilayah tropik suhu air di permukaan laut rata-rata antara 24 °C dan 27 °C, dengan suhu minimum 20°C dan suhu maksimum 30 °C. Secara alamiah suhu air permukaan memang merupakan lapisan hangat karena mendapat radiasi matahari pada siang hari disebabkan oleh adanya kerja angin, maka di lapisan teratas sampai kedalaman kira-kira 50-70 meter terjadi pengadukan sehingga di lapisan tersebut terdapat suhu hangat (sekitar 28 °C) yang homogen. Di perairan dangkal lapisan homogen ini berlanjut hingga ke dasar (Nontji, 1993).

Jusup ( 2000 ) menyatakan bahwa kehidupan plankton membutuhkan suhu yang berkisar antara 26 °C- 35 °C, untuk perkembangan fitoplankton memerlukan suhu antara 20 °C – 30 °C. Jika suhu naik maka laju metabolisme air juga akan naik sehingga kebutuhan oksigen terlarut bagi organisme perairan akan meningkat dua kali



lipat dengan adanya kenaikan suhu  $10^{\circ}\text{C}$ . Sedangkan Ramlan (1998) menyatakan bahwa suhu optimal bagi perkembangan fitoplankton adalah  $25^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$ .

Suhu dapat mempengaruhi laju fotosintesis di laut, baik secara langsung maupun tidak langsung. Pengaruh secara langsung yakni suhu berperan untuk mengontrol reaksi kimia enzimatik dalam proses fotosintesis. Tingginya suhu dapat menaikkan laju maksimum fotosintesis ( $P_{\text{max}}$ ), sedangkan pengaruh secara tidak langsung yakni dapat merubah struktur hidrologi kolom perairan yang dapat mempengaruhi distribusi fitoplankton (Tomascik *et al.*, 1997). Secara umum laju fotosintesis fitoplankton meningkat dengan meningkatnya suhu perairan, akan tetapi akan menurun secara drastis setelah mencapai titik suhu tertentu. Hal ini disebabkan karena setiap spesies fitoplankton selalu beradaptasi terhadap suatu kisaran suhu tertentu. Selanjutnya dikatakan bahwa jika suhu perairan meningkat maka daya larut oksigen berkurang dan sebaliknya kandungan karbondioksida dalam perairan akan bertambah.

Suhu permukaan laut tergantung pada beberapa faktor, seperti presipitasi, evaporasi, kecepatan angin, intensitas cahaya matahari, dan faktor-faktor fisika yang terjadi di dalam kolom perairan. Presipitasi terjadi di laut melalui curah hujan yang dapat menurunkan suhu permukaan laut, sedangkan evaporasi dapat meningkatkan suhu permukaan akibat adanya aliran bahang dari udara ke lapisan permukaan perairan. Menurut McPhaden dan Hayes (1991), evaporasi dapat meningkatkan suhu kira-kira sebesar  $0,1^{\circ}\text{C}$  pada lapisan permukaan hingga kedalaman 10 m dan hanya kira-kira  $0,12^{\circ}\text{C}$  pada kedalaman 10 – 75 meter.

## Salinitas

Nybakken (1988) menyatakan bahwa salinitas adalah garam-garam terlarut dalam satu kilogram air laut dan dinyatakan dalam satuan per seribu. Selanjutnya Nontji (1993) menyatakan bahwa dalam air laut terlarut macam-macam garam terutama natrium klorida, selain itu juga terdapat pula garam-garam magnesium, kalium dan sebagainya. Sedangkan Koesoebiono (1981) menyatakan bahwa salinitas adalah ukuran bagi jumlah berbagai zat padat yang larut dalam suatu satuan volume air dan dinyatakan dalam permil. Salinitas didefinisikan sebagai jumlah seluruh zat yang larut dalam satu kilogram air laut dengan anggapan bahwa seluruh karbonat telah diubah menjadi oksida, semua bromida dan iodida diganti dengan klorida dan semua zat organik mengalami oksidasi sempurna

Organisme laut termasuk fitoplankton mempunyai kemampuan yang berbeda-beda untuk menyesuaikan diri terhadap kisaran kadar garam, dan ini merupakan faktor penentu terhadap selektifitas dan penyebarannya (Prescott, 1963). Selanjutnya dikatakan bahwa dalam hal produktivitas, kadar garam merupakan faktor yang tidak terlalu penting jika dibandingkan dengan sejumlah faktor pembatas lainnya di perairan tawar (sungai). Sedangkan salinitas optimum untuk pertumbuhan fitoplankton yaitu 10-40 (Raymont, 1980; Pasengo, 1995).

Diprediksi beberapa kisaran salinitas untuk tiap-tiap kondisi daerah antara lain untuk air tawar 0 - 0.5 ‰, air payau 0.5 - 17 ‰ di laut. Di perairan pantai karena terjadi pengenceran yang dipengaruhi oleh aliran air sungai,

salinitasnya dapat turun rendah sebaliknya di daerah yang terjadi penguapan salinitasnya dapat meningkat tinggi.

Salinitas mempunyai peranan penting dalam kehidupan organisme, misalnya dalam hal distribusi biota laut. Salinitas merupakan parameter yang berperan dalam lingkungan ekologi laut. Beberapa organisme ada yang tahan terhadap perubahan salinitas yang besar, ada pula yang tahan terhadap salinitas yang kecil (Nybakken, 1988).

Selanjutnya Sachlan (1972) menyatakan pada salinitas 0 – 10 ‰ hidup plankton air tawar, pada salinitas 10 – 20 ‰ hidup plankton air tawar dan laut sedangkan pada salinitas yang lebih besar dari 20 ‰ hidup plankton air laut.

### **Oksigen Terlarut**

Oksigen terlarut merupakan parameter hidrobiologis yang sangat penting karena keberadaannya menentukan hidup matinya organisme. Penurunan kualitas air dapat disebabkan oleh adanya senyawa organik yang berlebihan. Senyawa ini akan dirombak oleh bakteri dengan menggunakan oksigen terlarut, akibatnya konsentrasi oksigen terlarut turun mencapai tingkat terendah sehingga dapat mengganggu keseimbangan ekologis perairan (Manahan, 1979; Fardiaz, 1992).

Oksigen terlarut dibutuhkan oleh organisme perairan melalui respirasi untuk pertumbuhan, reproduksi, dan kesuburan. Oksigen di perairan bersumber dari difusi udara, fotosintesis fitoplankton dan tumbuhan air lainnya, air hujan dan aliran permukaan yang masuk. Oleh karena itu tinggi rendahnya kadar oksigen dalam air

banyak bergantung pada kondisi gelombang, suhu, salinitas, tekanan parsial gas-gas yang ada di udara maupun di air kedalaman serta potensi biotik perairan. Makin tinggi suhu, salinitas dan tekanan parsial gas-gas yang terlarut di dalam air maka kelarutan oksigen dalam air makin berkurang (Odum, 1971).

Pada siang hari, ketika matahari bersinar terang, pelepasan oksigen oleh proses fotosintesis yang berlangsung intensif pada lapisan eufotik lebih besar dari pada oksigen yang dikonsumsi oleh proses respirasi. Kadar oksigen terlarut dapat melebihi kadar oksigen jenuh (saturasi) sehingga perairan mengalami supersaturasi (Jeffries and Mills, 1996).

Pada malam hari, fotosintesis berhenti tetapi respirasi terus berlangsung. Pola perubahan kadar oksigen ini mengakibatkan terjadinya fluktuasi harian oksigen pada lapisan eufotik perairan. Kadar oksigen maksimum terjadi pada sore hari, sedangkan kadar minimum terjadi pada pagi hari (Jeffries and Mills, 1996).

Menurut Benerja (1967), oksigen terlarut di dalam perairan mempunyai standar baku yang dapat dijadikan sebagai referensi untuk mengklasifikasikan kondisi perairan. Adapun Standar baku mutu DO untuk suatu perairan, adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Standar Baku Mutu DO di Perairan (Benerja, 1967)

DO (ppm)	Kondisi Perairan
< 3,0	Tidak Produktif
3,0 – 5,0	Kurang Produktif
5,0 – 7,0	Produktif
> 7,0	Sangat Produktif



Oksigen adalah suatu zat yang sangat esensial bagi pernafasan dan merupakan suatu komponen yang utama bagi metabolisme ikan dan organisme lainnya. Oksigen di perairan bersumber dari difusi udara, fotosintesis fitoplankton dan tumbuhan air lainnya, air hujan dan aliran permukaan yang masuk, sehingga tinggi rendahnya kadar oksigen dalam air banyak bergantung pada kondisi gelombang, suhu, salinitas, tekanan parsial gas-gas yang ada di udara maupun di air, kedalaman serta potensi biotik perairan. Makin tinggi suhu, salinitas dan tekanan parsial gas-gas terlarut di dalam air, maka kelarutan oksigen dalam air makin berkurang (Odum, 1971).

Oksigen dibutuhkan oleh semua organisme, termasuk plankton. Pada siang hari proses fotosintesis akan menghasilkan gelembung oksigen yang akan dimanfaatkan oleh organisme laut termasuk zooplankton. Pengurangan oksigen dalam air dapat mengurangi kecepatan tumbuh dan menyebabkan kematian. Menurut Pescod (1973) kelarutan oksigen 2 ppm sudah cukup untuk mendukung kehidupan biota akuatik, selama perairan tersebut tidak mengandung bahan toksik.

### **Kekeruhan**

Kekeruhan adalah suatu ukuran biasaan cahaya di dalam air yang disebabkan oleh adanya koloid dan suspensi dari suatu polutan antara lain limbah organik buangan industri. Kekeruhan juga disebabkan oleh senyawa-senyawa yang berasal dari organisme nabati seperti tannin, asam humus, gambut, plankton, dan tanaman air. Selain itu juga warna air dapat disebabkan oleh ion-ion logam besi, mangan, tembaga, yang mungkin berasal dari buangan industri, sampah dan sebagainya yang terkandung

dalam perairan. Selanjutnya dikatakan bahwa kekeruhan pada perairan alami merupakan salah satu faktor penting yang mengontrol produktivitas. Kekeruhan mempengaruhi penetrasi cahaya matahari dan oleh karenanya dapat membatasi proses fotosintesis dan produktivitas primer perairan (Wardoyo, 1974).

Nybakken (1988) menyatakan bahwa karena besarnya jumlah partikel dalam perairan estuaria, setidaknya-tidaknya ada waktu tertentu dalam setahun air menjadi sangat keruh. Kekeruhan tertinggi terjadi pada saat aliran air maksimum, kekeruhan biasanya minimum di dekat mulut estuaria karena sepenuhnya berupa air laut.

Boyd (1979) menyatakan kekeruhan dapat disebabkan oleh suspensi partikel, yang secara langsung dan tidak langsung akan mempengaruhi organisme perairan. Kekeruhan karena lumpur yang membatasi penetrasi cahaya matahari sehingga hanya dapat menembus ke dalam perairan sekitar 30 cm sudah mengganggu pertumbuhan fitoplankton. Menurut Baka (1996) bahwa kekeruhan perairan yang kurang dari 5 NTU tergolong perairan yang jernih.

### **Derajat Keasaman:**

Nilai pH merupakan hasil pengukuran konsentrasi ion hidrogen dalam larutan dan menunjukkan keseimbangan antara asam dan basa air. Adanya karbonat, hidroksida dan bikarbonat meningkatkan keasamannya (Saeni, 1989).

Boyd (1979) menyatakan bahwa pH air sangat dipengaruhi oleh karbondioksida sebagai substansi asam. Fitoplankton dan vegetasi air lainnya

mengurangi konsentrasi karbondioksida dalam air selama proses fotosintesis sehingga pH air akan turun selama malam hari.

Nilai pH suatu perairan adalah salah satu parameter yang cukup penting dalam memantau kualitas air. Nilai pH dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain aktifitas biologis misalnya fotosintesis dan respirasi organisme (Pescod, 1973).

Suatu perairan dengan pH 5,5 – 6,5 dan pH yang lebih besar dari 8,5 termasuk perairan yang tidak produktif, perairan dengan pH antara 7,5 – 8,5 mempunyai produksi yang sangat tinggi (Kaswadji, 1976). Sedangkan menurut Pescod (1973), pH yang ideal untuk kehidupan makanan alami dalam perairan adalah pH 6,5 – 8,0.

### **Arus**

Arus merupakan gerakan air permukaan yang umumnya disebabkan oleh adanya angin yang bertiup (Hutabarat dan Evans, 1985).

Nybakken (1988) menyatakan bahwa angin yang mendorong bergeraknya air permukaan, menghasilkan suatu gerakan arus horizontal yang lambat dan mampu mengangkut suatu volume air yang sangat besar melintasi jarak jauh di lautan. Arus ini mempengaruhi penyebaran organisme laut dan juga menentukan pergeseran daerah biogeografis melalui pemindahan air hangat ke daerah dingin atau sebaliknya.

Arus sangat berpengaruh terhadap penyebaran organisme terutama organisme planktonik. Selain arus horizontal, di lautan juga terjadi arus vertikal yang dapat memindahkan air dari permukaan ke dasar laut dan sebaliknya. Hal ini disebabkan

karena adanya perbedaan densitas lapisan-lapisan air. Apabila suhu lapisan air permukaan lebih rendah dari suhu di lapisan air bawah akan mengakibatkan lapisan air permukaan yang densitasnya lebih tinggi tenggelam dan lapisan air yang lebih rendah akan terangkat naik ke permukaan. Hal ini mampu mengangkat nutrien yang terendap pada kedalaman tertentu di dasar perairan ke permukaan sehingga mampu dimanfaatkan oleh organisme permukaan terutama fitoplankton (Koesoebiono, 1981).

Akibat yang paling menguntungkan dari adanya arus ialah adanya kemungkinan transpor bahan-bahan makanan dari suatu daerah ke daerah lain. tetapi ada pula kemungkinan bahwa bahan-bahan pencemar terangkut ke daerah yang lebih luas. Arus dapat membantu menyebarkan organisme di dalam perairan, terutama organisme-organisme planktonik. Arus juga menyebarkan telur dan larva berbagai hewan akuatik sehingga dapat mengurangi persaingan makanan dengan induk mereka (Koesoebiono, 1981). Selanjutnya oleh Wickstead (1965) mengatakan bahwa arus sangat penting artinya bagi sebaran plankton di laut. Arus permukaan maupun arus dasar perairan menyebabkan plankton dapat tersebar tidak merata dalam volume air laut.

Menurut Mason (1981) bahwa berdasarkan kecepatan arusnya maka perairan dapat dikelompokkan berarus sangat cepat ( $>100$  cm/dtk), cepat (50-100 cm/dtk), lambat (10-25 cm/dtk) dan sangat lambat ( $<10$  cm/dtk).

# METODE PENELITIAN

## METODE PENELITIAN

### Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober 2004 sampai dengan April 2005, berlokasi di perairan Pulau Kodingareng, Kota Makassar. Selanjutnya identifikasi dan analisis sampel dilakukan di Laboratorium Biologi Laut dan Oseanografi Kimia, Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.

### Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian disajikan pada Tabel 4 dan 5:

Tabel 4. Alat yang digunakan beserta kegunaannya dalam penelitian :

No	Alat	Kegunaan
1	Plankton net	Menyaring Fitoplankton
2	Ember vol. 10 ltr	Mengambil contoh air sampel
3	Botol volume 25 ml	Tempat sampel fitoplankton
4	Botol sampel	Tempat sampel air laut
5	Thermometer	Mengukur suhu
6	Layang-layang arus	Mengukur kecepatan arus
8	Salinometer	Mengukur salinitas
9	GPS	Menentukan posisi
10	Kompas geologi	Menentukan arah arus
11	Stopwatch	Pengukur waktu
12	Spektrofotometer	Mengukur kandungan nitrat dan fosfat
13	Buret+statif	Menitrasi pengukuran O <sub>2</sub> terlarut
14	PH meter	Mengukur pH
15	Turbidimeter	Mengukur tingkat kekeruhan
16	Cool box	Tempat penyimpanan sampel
17	Mikroskop	Mengamati organisme fitoplankton
18	SRC(Sedgwick Rafter Counting Cell)	Menghitung jumlah fitoplankton
19	Buku identifikasi	Pedoman identifikasi sampel

Tabel 5. Bahan yang digunakan beserta kegunaannya dalam penelitian ini:

No	Bahan	Kegunaan
1	Air laut	Sampel
2	MnSO <sub>4</sub> , NaOH+KI, Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> ·5H <sub>2</sub> O, Amylum	Pereaksi sampel O <sub>2</sub> terlarut
3	Larutan Brucine, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Analisis kadar nitrat
3	Larutan Pengoksid, H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	Analisis kadar fosfat
4	Formalin 4 %	Pengawet sampel fitoplankton
5	Aquadest	Penetral salinometer

### Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini meliputi kegiatan persiapan/ observasi lapangan, penentuan stasiun, pengambilan sampel air dan pengukuran parameter pendukung, analisis data serta penyusunan laporan akhir.

#### 1. Tahap Persiapan

Meliputi studi literatur serta pengumpulan data penunjang yang berkaitan dengan objek penelitian, observasi awal meliputi survey lapangan untuk mengetahui gambaran yang jelas mengenai kondisi umum lokasi penelitian serta mengidentifikasi masalah yang ada pada lokasi tersebut.

#### 2. Penentuan Stasiun

Penentuan titik stasiun didasarkan pada beberapa lokasi tertentu yang dianggap mewakili Pulau Kodingareng yang masing-masing stasiun terdiri dari 3 sub stasiun. Stasiun I terletak di bagian Selatan, pada bagian stasiun tersebut ditunjang oleh keberadaan ekosistem Padang lamun dan Terumbu karang. Pada stasiun II terletak sebelah Barat dimana terdapat ekosistem Terumbu karang dan stasiun III

sebelah Barat daya dari Pulau Kodingareng, ditunjang oleh keberadaan ekosistem Terumbu karang dan ekosistem Padang lamun

### 3. Pengambilan Data

#### 3.1 Metode pengambilan sampel

- Pengambilan sampel air dilakukan pada tiga stasiun yang masing-masing terdiri dari 3 sub stasiun pada permukaan perairan. Pengambilan sampel dilakukan pada 2 periode musim yaitu saat musim kemarau dan musim hujan.
- Pengambilan sampel plankton dilakukan dengan cara menyaring 40 liter air laut dengan menggunakan plankton net, yang selanjutnya ditampung ke dalam botol bervolume 25 ml, kemudian diawetkan dengan formalin 4 % sebanyak 4 tetes dan dilakukan identifikasi lanjutan di laboratorium.
- Pengambilan sampel untuk analisis nitrat dan fosfat dilakukan dengan cara mengambil sampel air kemudian dimasukkan dalam botol sampel, selanjutnya dimasukkan ke dalam cool box untuk dianalisis di laboratorium Oseanografi kimia

#### 3.2. Metode pengukuran parameter Oseanografi

Adapun pengukuran kondisi perairan, dilakukan pengukuran secara langsung di lapangan, yang meliputi pengukuran suhu, salinitas, oksigen terlarut, arah dan kecepatan arus. Untuk pengukuran pH dan kekeruhan dilakukan di laboratorium Jurusan Ilmu Kelautan. Adapun metode pengambilan data kondisi perairan sebagai berikut:

- Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )

Pengukuran suhu menggunakan thermometer, sampel air diambil pada permukaan perairan dengan menggunakan gelas ukur, kemudian mencelupkan thermometer ke dalam sampel, selanjutnya membaca nilai skala yang tertera pada thermometer.

- Salinitas ( $\text{‰}$ )

Pengukuran salinitas menggunakan salinometer, sampel air diambil pada permukaan perairan dengan menggunakan gelas ukur, kemudian mencelupkan salinometer ke dalam sampel, selanjutnya membaca nilai skala yang tertera pada salinometer.

- Kekeruhan (NTU)

Pengukuran sampel kekeruhan dilakukan dengan menggunakan alat *Turbidity meter*. Sampel air diambil pada kolom perairan untuk selanjutnya diukur tingkat kekeruhannya di laboratorium.

- Derajat Keasaman (pH)

Pengukuran sampel pH dilakukan dengan menggunakan alat *pH meter*. Sampel air diambil pada kolom perairan untuk selanjutnya diukur kandungan pH-nya di laboratorium.

- Kecepatan dan Arah Arus

Kecepatan arus diukur dengan menggunakan *drift float* (layang-layang arus) yang dilengkapi dengan tali berskala 15 meter. Layang-layang arus dilepas ke perairan bersamaan dengan diaktifkannya stopwatch. Ketika tali menegang, stopwatch dimatikan dan menghitung jarak tali, kemudian mencatat jarak dan waktu yang digunakan sampai tali menegang. Untuk penentuan arah arus menggunakan kompas geologi, tujuannya untuk mengetahui pola dan arah pergerakan arus.

Perhitungan kecepatan arus menggunakan rumus :

$$V=S/t$$

Dimana V : Kecepatan arus (m/dtk)

S : Jarak (m)

t : Waktu (dtk)

- Oksigen Terlarut (DO)

Pengukuran parameter oksigen terlarut (DO) menggunakan metode titrasi. Sampel air dimasukkan ke dalam botol terang sampai penuh dan diusahakan agar tidak terjadi gelembung udara. Selanjutnya ditambahkan 2 ml larutan  $MnSO_4$ , kemudian ditambahkan 2 ml larutan  $NaOH$ , lalu dikocok perlahan sampai terbentuk endapan coklat. Selanjutnya ditambahkan 2 ml larutan  $H_2SO_4$  untuk menghilangkan endapan. Sampel yang telah diberi pelarut diambil sebanyak 100 ml dan dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer. Dititrasi dengan menggunakan Natrium Tio Sulfat 0,02 N sampai warna sampel

berubah dari coklat menjadi kuning muda, kemudian ditambahkan 8 tetes indikator amylum sehingga warna kuning muda berubah menjadi biru tua. Kemudian dititrasi lagi sampai warna sampel berubah dari biru tua menjadi bening, lalu mencatat jumlah Natrium Tio Sulfat yang digunakan.

Perhitungan Oksigen Terlarut menggunakan rumus (APHA, 1992) :

$$DO = \frac{1000}{100} \times P \times 0,16$$

Dimana : 1000 : ml air per liter

100 : ml air contoh yang dititrasi

P : Jumlah  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  yang digunakan

0,16 : Jumlah mg oksigen yang setara dengan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

- Analisis sampel

Untuk mengidentifikasi fitoplankton, maka dilakukan pengamatan sampel di bawah mikroskop dengan bantuan Sedgwick Rafter dan diidentifikasi dengan menggunakan buku petunjuk identifikasi Sachlan (1972), Davis (1955), Newell (1977) dan Yamaji (1976).

- Analisis Laboratorium

Pengukuran nitrat dan fosfat dengan menggunakan metode yang dikembangkan oleh APHA (1992) dengan alat spektrofotometer dengan prosedur analisisnya sebagai berikut:

Analisis Nitrat dengan Metode Brucine, yakni:

1. Pipet 2 ml sampel + 8 tetes larutan Brucine sulfat + 2 ml  $H_2SO_4$
2. Didiamkan selama 30 menit, kemudian diukur dengan menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 420 nm

Perhitungannya:

$$NO_3(mg/l) = 6,69 \times abs$$

Dimana:

6,69 = Pembuaian standar  $NO_3$

abs = Pemantulan spektra  $NO_3$

Analisis Fosfat dengan metode asam Askorbik, yakni:

1. 2ml sampel + 3 ml larutan pengoksid + 2 ml larutan  $H_3BO_3$
2. Didiamkan selama 30 menit, kemudian diukur dengan menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 660 nm.

Perhitungannya:

$$PO_4(Mg/l) = 1,92 \times abs$$

Dimana:

1,92 = pembuatan standar  $NO_3$

abs = pemantulan spectral  $NO_3$

#### 4. Analisis Data

Untuk perhitungan kelimpahan, komposisi jenis, indeks keanekaragaman, indeks keseragaman dan indeks dominansi digunakan rumus sebagai berikut:

##### 1. Kelimpahan Fitoplankton

Perhitungan fitoplankton pada S-R menggunakan rumus sebagai berikut

(Boyd, 1979):

$$a = \frac{Cx1000mm^3}{LxDxWxS}$$

Dimana:

$a$  : Kelimpahan fitoplankton dalam SRC

$C$  : Jumlah organisme yang ditemukan

$L$  : Panjang alur S-R (50 mm)

$D$  : Tinggi alur S-R (1 mm)

$W$  : Lebar alur S-R (20 mm)

$S$  : Jumlah alur yang dihitung (150 alur)

Selanjutnya nilai kelimpahan fitoplankton dihitung dengan menggunakan berdasarkan rumus sebagai berikut (Odum, 1971):

$$d = \frac{(ax1000)}{l}xc$$

Dimana:

d : Kelimpahan Fitoplankton (plankter/ltr)

a : Jumlah rata-rata plankter dalam 1ml pada SRC

c : ml plankton pekat volume air tersaring

l : Volume sampel air tersaring

## 2. Komposisi Jenis

Komposisi Jenis dihitung berdasarkan rumus Boyd, (1979), dimana :

$$\text{Komposisi Jenis (\%)} = \frac{ni}{N} \times 100\%$$

Dimana;

ni : Jumlah individu tiap spesies

N : Jumlah total individu



### 3. Indeks keanekaragaman

Indeks keanekaragaman (d) dihitung dengan menggunakan rumus "Shannon Index of Diversity" (Odum, 1971)

$$H = - \sum \left( \frac{n_i}{N} \right) \ln \left( \frac{n_i}{N} \right)$$

Dimana;

$H'$  : Indeks keanekaragaman

$n_i$  : Jumlah individu tiap spesies

$n$  : Jumlah individu seluruh spesies

### 4. Indeks keseragaman

Indeks keseragaman dihitung dengan menggunakan rumus "Evenness Index" (Odum, 1971)

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

$$H_{Max} = \ln S$$

Dimana ;

$E$  : Indeks keseragaman

$H'$  : Indeks keanekaragaman

$S$  : Jumlah seluruh spesies

### 5. Indeks Dominansi

Indeks dominansi dihitung dengan menggunakan rumus "Index of Dominance" dari Simpson (Odum, 1971).

$$C = \sum (ni / N)^2$$

Dimana :

C : Indeks dominansi Simpson

ni : Jumlah individu setiap jenis yang teramati

N : Jumlah total individu yang teramati

### 6. Indeks kesamaan

Indeks kesamaan (S) dihitung dengan menggunakan rumus "Indeks of Similarity" (Odum, 1971):

$$S = 2C / A + B$$

Dimana ;

A : jumlah spesies di A (Musim Kemarau)

B : Jumlah spesies di B (Musim Hujan)

C : Jumlah spesies yang sama di A dan B

Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan gambar. Untuk melihat perbedaan kelimpahan fitoplankton antara stasiun dilakukan uji statistik dengan menggunakan rumus "Analysis of Variance (ANOVA) dan Paired-Samples t Test (Uji-t) untuk melihat perbedaan antar musim. Selanjutnya untuk melihat hubungan parameter lingkungan dengan kelimpahan fitoplankton dianalisis dengan metode Principle Component Analysis (PCA) dengan bantuan software STAT-ITCF, dan untuk melihat hubungan unsur hara dengan kelimpahan dan komposisi jenis fitoplankton dengan menggunakan analisis regresi

# HASIL DAN PEMBAHASAN

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Pulau Kodingareng merupakan pulau yang terletak di wilayah administrasi Kelurahan Kodingareng, Kecamatan Ujung Tanah, Kota Makassar Propinsi Sulawesi Selatan. Pulau ini memiliki luas areal sebesar 4,187 ha dan tinggi tempat dari permukaan laut adalah 1,5 meter.

Secara administratif Pulau Kodingareng berbatasan dengan :

- Sebelah Utara : Pulau Barrang Lompo dan  
Pulau Barrang Caddi
- Sebelah Selatan : Laut Lepas
- Sebelah Barat : Laut Lepas
- Sebelah Timur : Daratan Utama Sulawesi

Jumlah penduduk dari kelurahan Kodingareng adalah sebanyak 4077 jiwa dengan jumlah kepala keluarga sebanyak 924 KK., sebagaimana lazimnya pada wilayah-wilayah kepulauan di seluruh Indonesia sektor perikanan dan kelautan yang paling menonjol. (BPS, Makassar dalam angka 2003).

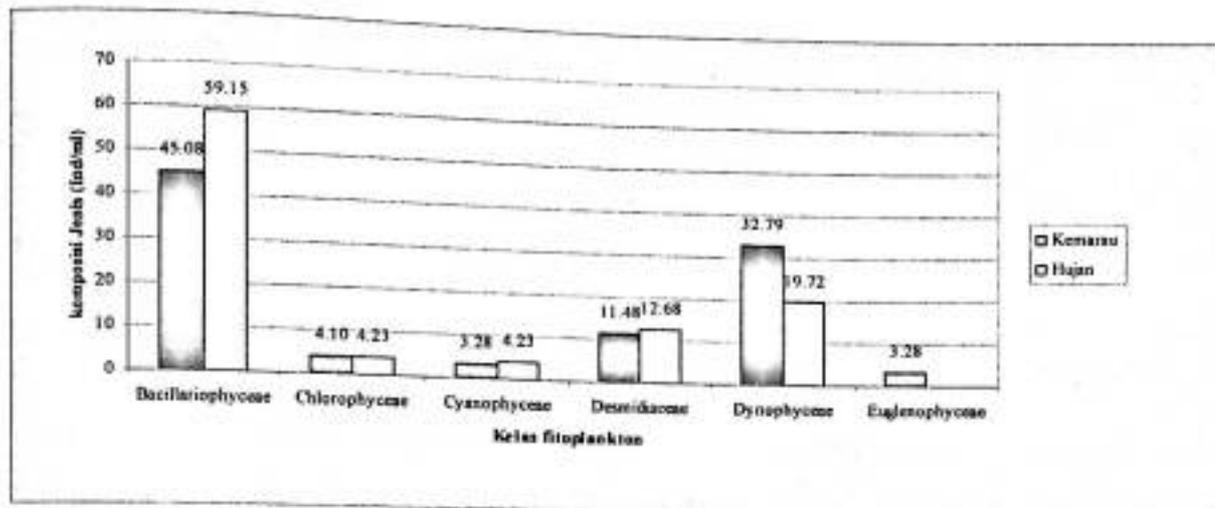
Lokasi pengambilan data dilakukan di stasiun I bagian Selatan dengan posisi  $5^{\circ}9'43,8$  BS- $119^{\circ}15'36,8$ "BT, stasiun II bagian Barat  $5^{\circ}9'6,5$ "BS- $119^{\circ}15'24,7$ BT, Stasiun III bagian Barat daya  $5^{\circ}8'43$ "BS- $119^{\circ}15'30,2$ "BT. Keberadaan Ekosistem lamun dan karang, menunjukkan bahwa pulau ini memiliki potensi sumber daya hayati yang cukup baik. Keberadaan lidah pasir serta terdapatnya beberapa gusung di sekitar pulau yang menunjukkan keunikan topografi dari pulau tersebut.

### Komposisi Jenis Fitoplankton

Dari hasil identifikasi sampel plankton pada 2 periode pengamatan yakni pada musim kemarau ditemukan spesies fitoplankton sebanyak 122 spesies yang terbagi ke dalam 6 kelas, yakni Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Cyanophyceae, Desmidiaceae, Dynophyceae dan Euglenophyceae. Sedangkan pada pengamatan musim hujan ditemukan sebanyak 71 spesies yang terdiri dalam 5 kelas, yakni Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Cyanophyceae, Desmidiaceae dan Dinophyceae.

Berdasarkan hasil komposisi jenis dan persentase fitoplankton yang ditemukan pada pengamatan musim kemarau dan hujan yang mendominasi adalah dari kelas Bacillariophyceae dengan persentase kemunculan 45,08 % pada musim kemarau dan persentase komposisi jenis tertinggi didapatkan pula dari kelas Bacillariophyceae dengan persentase kemunculan 59,15 % (Gambar 1) musim hujan, dimana persentase komposisi jenis pada kelas Bacillariophyceae lebih tinggi pada musim hujan dibandingkan musim kemarau.

Komposisi jenis terkecil masing-masing diwakili dari kelas Cyanophyceae dan Euglenophyceae, dengan persentase kemunculan sebesar 3,28 % pada musim kemarau, sedangkan pada musim hujan kelas Chlorophyceae dan Cyanophyceae dengan persentase kemunculan masing-masing sebesar 4,23 % (Gambar 1).



Gambar 1. Komposisi jenis masing-masing kelas pada pengamatan musim kemarau dan hujan

Pada pengamatan periode musim yang berbeda tersebut di atas dimana komposisi jenis masing-masing kelas baik pada musim kemarau maupun musim hujan yang mendominasi adalah dari kelas Bacillariophyceae. Kondisi tersebut serupa dengan pernyataan Odum (1971) bahwa penyebaran fitoplankton di perairan didominasi oleh Bacillariophyceae karena bahwa fitoplankton dari kelas tersebut mempunyai sifat yang mudah beradaptasi dengan lingkungan, bersifat kosmopolit, tahan terhadap kondisi ekstrim dan mempunyai daya reproduksi yang tinggi).

Selain dari kelas Bacillariophyceae, komposisi jenis terbesar kedua yang ditemukan pada pengamatan kedua musim dari kelas Dinophyceae yaitu 32,79 % pada musim kemarau dan 19,72 % pada musim hujan. Menurut Romimohtarto dan Juwana (1999) bahwa jenis fitoplankton dari Dinoflagellata dapat berbahaya dan merusak ekosistem perairan jika dalam kondisi sangat melimpah dan menghasilkan racun. Tipe-tipe mikroalgae yang berbahaya dapat dikelompokkan menjadi 3 bagian yaitu : (a) kelompok anoksius (anoxius) contoh dari marga *Noctiluca*, (b) kelompok

beracun, contoh dari marga *Pyrodinium* dan (c) kelompok perusak sistem pernafasan, contoh dari marga *Chaetoceros* (Romimohtarto dan Juwana, 1999).

### Kelimpahan Fitoplankton

Hasil penelitian secara umum menunjukkan bahwa kelimpahan fitoplankton di perairan Pulau Kodingareng relatif bervariasi, berdasarkan stasiun dan sub stasiun waktu, dan musim pengamatan. Variasi kelimpahan fitoplankton didapatkan sebagai berikut :

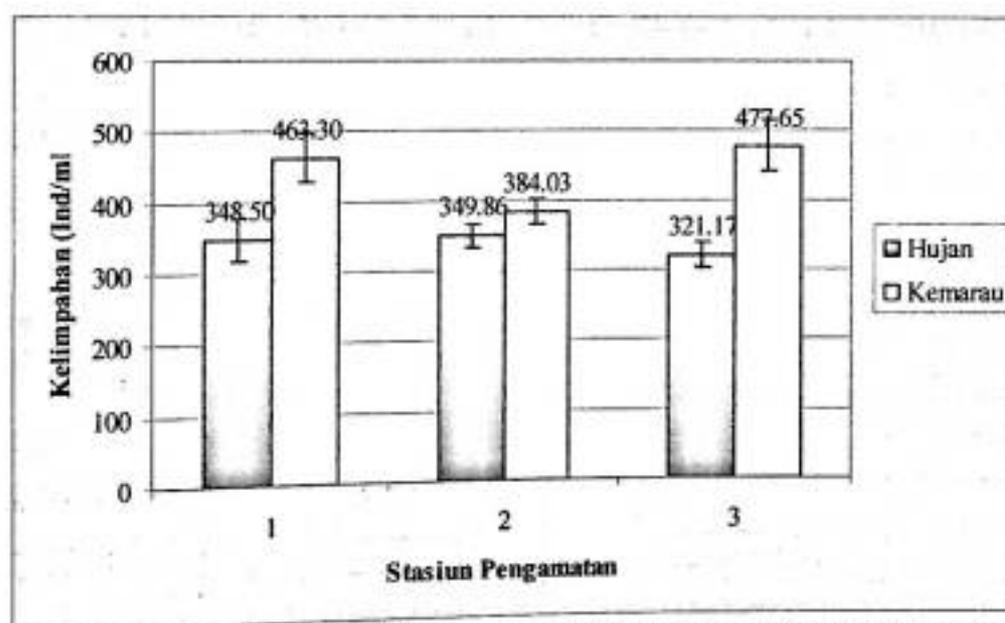
#### a. Perbandingan Kelimpahan Fitoplankton Antar Stasiun

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelimpahan rata-rata terbesar fitoplankton terdapat pada stasiun III yaitu sebesar 477,65 ind/ml, pada musim kemarau, sedangkan kelimpahan hampir merata pada stasiun II dan I masing-masing sebesar 349,86 Ind/ml dan 348,50 ind/ml pada musim hujan.

Menurut Davis (1995), distribusi fitoplankton yang tidak merata dalam suatu perairan disebabkan oleh angin, aliran air yang masuk, arus, kedalaman perairan, variasi kadar nutrien, upwelling, aktivitas grazing, dan adanya dua massa air yang bercampur. Distribusi lokal fitoplankton juga dapat disebabkan oleh adanya drainase dari daratan.

Pada stasiun III kelimpahan fitoplankton lebih besar oleh karena keberadaan nitrat yang tinggi. Hal ini terkait karena posisi stasiun tersebut merupakan daerah yang dekat dengan daerah pemukiman penduduk yang memungkinkan tingginya kadar nitrat. Distribusi kadar nitrat semakin tinggi menuju ke arah pantai.

Peningkatan kadar nitrat di laut disebabkan oleh masuknya limbah domestik atau pertanian (pemupukan) yang umumnya mengandung banyak nitrat (Hutagalung dan Rozak, 1997). sehingga keberadaan fitoplankton melimpah pada stasiun tersebut pada musim kemarau. Sedangkan pada stasiun II dan I didapatkan kelimpahan tertinggi pada musim hujan dimana terkait dengan keberadaan zat hara (nitrat dan fosfat) yang tinggi. Selain itu pula posisi stasiun yang merupakan daerah gusung dimana arah dan kecepatan arus tidak berpengaruh besar sehingga memungkinkan fitoplankton tidak tersebar secara merata dalam perairan sehingga pada stasiun tersebut didapatkan kelimpahan yang tinggi.



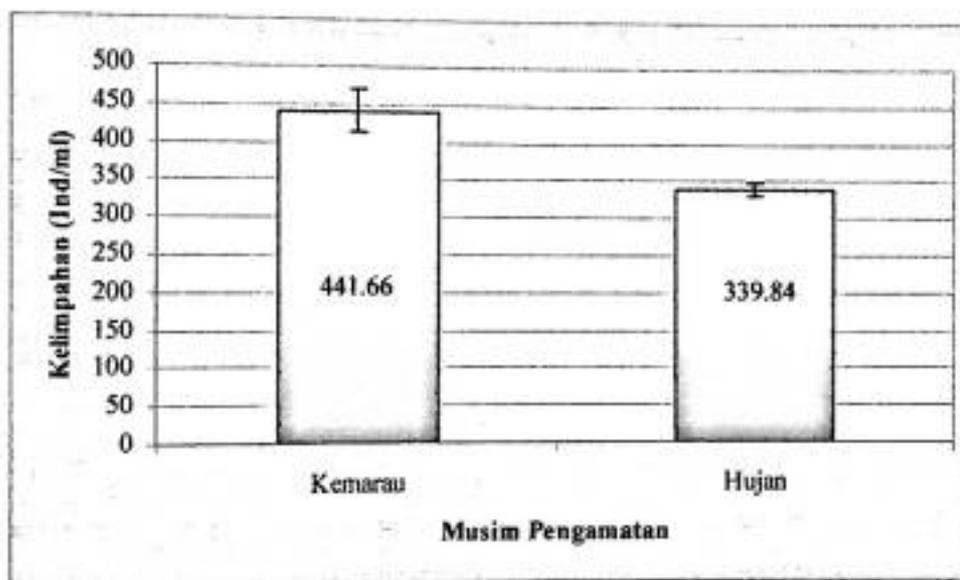
Gambar 2. Perbandingan Kelimpahan Fitoplankton antar stasiun pada Pengamatan Musim kemarau dan hujan

Hasil analisis uji statistik dengan menggunakan uji "Univariate Analysis of Variance (ANOVA) pada selang kepercayaan 95 % ( $\alpha = 0,05$ ), menunjukkan bahwa

kelimpahan fitoplankton antar stasiun I, stasiun II, dan stasiun III pada musim kemarau dan musim hujan tidak berbeda nyata ( $p > 0,05$ ) (Lampiran 2 dan 3).

b. Perbandingan Kelimpahan Fitoplankton antar Musim

Kelimpahan rata-rata terbesar fitoplankton terjadi pada musim kemarau yakni sekitar 441,66 ind/ml dan kelimpahan fitoplankton pada musim hujan yaitu sebesar 339,84 ind/ml.



Gambar 3. Perbandingan Kelimpahan Fitoplankton antar musim.

Berdasarkan hasil uji statistik dengan menggunakan Uji - t dengan selang kepercayaan 95 % ( $\alpha = 0,05$ ), menunjukkan bahwa kelimpahan fitoplankton pada pengamatan antar musim berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) (Lampiran 4).

Dari hasil penelitian didapatkan bahwa kelimpahan fitoplankton pada pengamatan musim kemarau lebih besar dibandingkan dengan pengamatan yang dilakukan pada musim hujan.

Bahwa intensitas cahaya bervariasi menurut musim, akibatnya besarnya energi matahari yang masuk ke perairan minimal dan akan menimbulkan perubahan suhu air pada lapisan atas sehingga terjadilah pencampuran, sehingga menyebabkan rendahnya produktivitas sebagai rendahnya intensitas cahaya sebagai akibat rendahnya posisi matahari di atas cakrawala. Meningkatnya pencampuran air dan menurunnya intensitas cahaya mengakibatkan kelimpahan fitoplankton menurun.

Hal lain disebabkan karena sifat dari fitoplankton yaitu bersifat fototaksis positif yaitu sangat membutuhkan cahaya untuk melangsungkan fotosintesis. Hal ini didukung oleh pendapat Davis (1955) yang menyatakan bahwa fitoplankton lebih banyak terdapat pada lapisan permukaan dan menurun jumlahnya apabila radiasi sinar matahari berkurang, demikian juga yang dinyatakan oleh Sachian (1972) bahwa kecerahan air menentukan lapisan produktif, dan berkurangnya kecerahan air akan mengurangi kemampuan fotosintesis tumbuhan air (fitoplankton) dan juga dapat mengurangi kegiatan fisiologis biota air.

Keberadaan zat hara (nitrat dan fosfat) juga berpengaruh terhadap pertumbuhan fitoplankton dimana nitrat dan fosfat didapatkan kisaran yang lebih tinggi pada musim hujan, namun hal ini kurang dimanfaatkan oleh fitoplankton sehingga menumpuknya kadar nitrat dan fosfat di perairan.

### Indeks Keanekaragaman, Keseragaman dan Dominansi

Nilai rata-rata Indeks keanekaragaman, keseragaman dan dominansi yang didapatkan baik pada pengamatan pada musim kemarau dan musim hujan dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 6. Kisaran indeks keanekaragaman, keseragaman, dan dominansi

Stasiun	Indeks keanekaragaman (H')		Indeks keseragaman (E)		Indeks dominansi (D)	
	Kemarau	Hujan	Kemarau	Hujan	Kemarau	Hujan
I	4,026	3.815	0.656	0,652	0.022	0.027
II	3,942	3.717	0.662	0,635	0.026	0.028
III	4,089	3.392	0.663	0,588	0,020	0.033

#### Indeks Keanekaragaman

Menurut Kaswadji (1976) sedikit atau banyaknya spesies yang terdapat dalam suatu contoh air akan mempengaruhi indeks keanekaragaman meskipun nilai ini sangat bergantung dari jumlah individu masing-masing spesies.

Berdasarkan pada pengamatan musim, dimana indeks keanekaragaman (Tabel 6) pada musim kemarau dan musim hujan di peroleh kisaran indeks keanekaragaman berkisar antara 3,392-4,089. Hal ini terkait dengan jumlah spesies yang ditemukan dimana pada saat musim kemarau keberadaan fitoplankton di perairan lebih banyak ditemukan. Hal ini terkait dengan faktor lingkungan yang berbeda pada kedua musim.

Hal ini berhubungan pula dengan parameter lingkungan seperti halnya kekeruhan, pada perairan alami merupakan salah satu faktor penting yang mengontrol produktivitas. Kekeruhan mempengaruhi penetrasi cahaya matahari dan

oleh karenanya dapat membatasi proses fotosintesis dan produktivitas primer perairan (Wardoyo, 1978).

Faktor-faktor penting yang mempengaruhi variasi kelimpahan dan produksi fitoplankton yaitu (a) curah hujan yang membawa zat hara dari darat ke laut melalui sungai (b) adanya pengadukan yang disebabkan oleh angin yang kuat sehingga zat hara yang ada di dasar terbawa ke atas. Hal ini terjadi di laut dangkal, siang di laut dalam dengan adanya suatu proses upwelling dapat membawa zat hara tertimbun di lapisan bawah permukaan (Davis, 1955).

Nilai indeks keanekaragaman dapat dijadikan petunjuk seberapa besar tingkat pencemaran suatu perairan. Berdasarkan nilai indeks keanekaragaman yang ditemukan menandakan bahwa perairan pulau Kodingareng mengalami tekanan lingkungan dalam tingkat yang rendah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Staub *et al* (1970) dalam Wardoyo (1974) yang menyatakan bahwa jika indeks keanekaragaman berkisar antara 3,0-4.5 tercemar sangat ringan.

### **Indeks Keseragaman**

Dalam suatu komunitas, pemerataan individu tiap spesies diketahui dengan melihat indeks keseragaman.

Pada pengamatan musim kemarau nilai rata-rata indeks keseragaman pada stasiun I, II dan III berada pada kisaran 0.656-0.663 dan pada musim hujan indeks keseragaman pada stasiun I, II dan III berkisar antara 0,588-0,652.

Berdasarkan nilai indeks keseragaman memiliki nilai keseragaman yang besar pada tabel 7, dapat dikatakan bahwa keseragaman antar spesies baik pada

stasiun yang berbeda dan pada musim yang berbeda relatif merata. Hal ini menunjukkan bahwa populasi fitoplankton menunjukkan keseragaman dan tidak ada spesies tertentu yang mendominasi.

Menurut Odum (1971), semakin rendah nilai indeks keseragaman berarti makin kecil keseragaman suatu populasi, artinya penyebaran jumlah individu setiap spesies tidak sama dan ada kecenderungan suatu spesies yang mendominasi populasi sebaliknya semakin besar nilai indeks keseragaman, maka populasi menunjukkan keseragaman yang berarti jumlah individu tiap spesies boleh dikatakan sama atau merata.

### **Indeks Dominansi**

Dari hasil pengamatan nilai indeks dominansi pada pengamatan baik pada musim kemarau dan musim hujan dan pada stasiun yang berbeda didapatkan berkisar antara 0,020-0,033 (Tabel 7).

Menurut Odum (1971) bahwa bila  $D$  mendekati (0), berarti dalam struktur komunitas biota yang diamati tidak terdapat spesies yang secara ekstrim mendominasi spesies lainnya. Hal ini menunjukkan struktur komunitas dalam keadaan stabil, kondisi lingkungan cukup prima, dan tidak terjadi tekanan ekologis terhadap biota di habitat yang bersangkutan.

Kecilnya nilai indeks dominansi yang didapatkan pada semua stasiun pengamatan menunjukkan bahwa keberadaan fitoplankton di perairan pulau Kodingareng hampir merata atau tidak ada spesies tertentu yang mendominasi.

Didaerah tropis seperti di Indonesia dalam setahun terdapat dua musim, yakni musim panas dan musim hujan, yang tidak memperlihatkan perbedaan ekstrim terhadap perubahan kondisi lingkungan perairan dan kehidupan biota didalamnya, termasuk kehidupan diatom (Basmi, 1999).

### **Indeks Kesamaan**

Berdasarkan lampiran 4 dan didapatkan bahwa ada sebanyak 62 spesies yang sama, yang ditemukan baik pada musim kemarau maupun musim hujan. Sedangkan jumlah keseluruhan spesies yang ditemukan pada musim kemarau sebanyak 122 spesies dan pada musim hujan ditemukan sebanyak 71 spesies sehingga berdasarkan rumus "Indeks of Similarity" maka nilai indeks kesamaan yang diperoleh sebesar 0,642 berarti terdapat 64,2 % spesies yang sama yang ditemukan pada kedua musim. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa spesies fitoplankton yang terdapat pada perairan Pulau Kodingareng berbeda, terbukti dengan nilai indeks kesamaan yang didapatkan  $< 80\%$ . Dari pernyataan ini maka dapat disimpulkan bahwa jenis fitoplankton yang terdapat pada kedua musim di perairan Pulau Kodingareng berbeda

## Parameter Lingkungan

Kondisi perairan dapat memberikan pengaruh terhadap kelangsungan hidup bagi fitoplankton. Berdasarkan hasil perhitungan maka didapatkan kondisi perairan di Pulau Kodingareng adalah sebagai berikut :

Tabel 7. Kisaran Parameter Lingkungan di Perairan Pulau Kodingareng.

Parameter	Kemarau			Hujan		
	I	II	III	I	II	III
Suhu (°C)	28.88	29.11	29.11	28.66	28.72	29
Salinitas (ppm)	29.77	30.11	30.33	29.55	30.11	30
DO (ppm)	4.89	4.85	5.26	4.34	4.81	4.71
Kekeruhan (NTU)	0.82	0.91	0.62	1.55	1.67	1.33
pH	7.91	7.85	7.87	7.28	7.3	7.25
Kec.Arus (m/dtk)	0.09	0.25	0.09	0.19	0.23	0.19
Nitrat (ppm)	0.48	0.16	0.73	0.58	0.65	0.56
Fosfat (ppm)	1.15	1.04	0.99	1.154	1.18	1.11

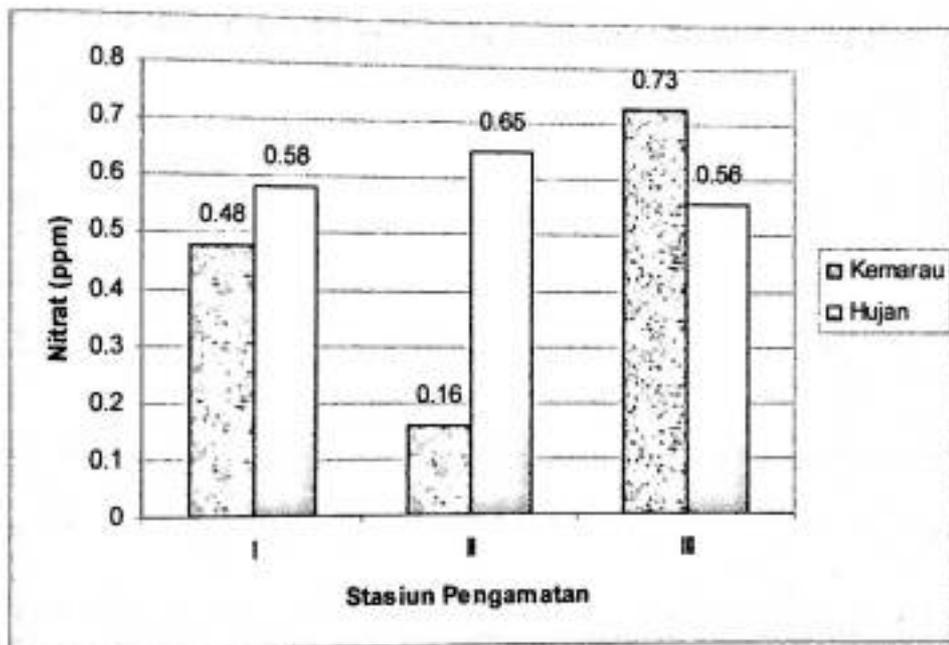
### 1. Unsur Hara

#### Nitrat

Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) adalah bentuk utama nitrogen di perairan alami dan merupakan nutrisi utama bagi pertumbuhan tanaman dan algae dan merupakan salah satu unsur utama dalam pembentukan protein, dalam proses fotosintesis yang diserap dalam bentuk nitrat.

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan kisaran nitrat pada stasiun pengamatan di perairan Pulau kodingareng didapatkan 0,160-0,728 pada musim kemarau dan 0,556-0.650 ppm pada musim hujan. Kisaran nitrat tersebut masih dalam kisaran optimal untuk pertumbuhan fitoplankton.

Kandungan nitrat dalam kadar yang berbeda dibutuhkan oleh setiap jenis algae untuk keperluan pertumbuhannya, sedangkan kadar nitrat agar mikroalgae (fitoplankton) dapat tumbuh optimal diperlukan berkisar 0,9 – 3,5 mg/ltr. Apabila kadar nitrat di bawah 0,1 atau di atas 45 mg/ltr maka nitrat merupakan faktor pembatas (Tambaru dan Samawi, 1996)



Gambar 4. Sebaran Nitrat pada Stasiun Pengamatan Berdasarkan Musim

Berdasarkan grafik sebaran nitrat tersebut di atas terlihat bahwa sebaran kandungan nitrat tertinggi terdapat pada stasiun III sebesar 0,728 ppm pada pengamatan musim kemarau sedangkan kisaran nitrat terendah didapatkan di stasiun II pada pengamatan musim kemarau. Berdasarkan kisaran tersebut bahwa kadar nitrat tersebut masih dalam kisaran bagi fitoplankton untuk dapat tumbuh optimal.

Kandungan nitrat tertinggi didapatkan pada stasiun III pada musim kemarau dimana berada pada daerah dekat dari daerah pemukiman yang banyak mendapatkan suplai buangan limbah, sehingga meningkatnya kadar nitrat, dikatakan pula bahwa

distribusi kadar nitrat semakin tinggi menuju ke arah pantai, peningkatan kadar nitrat di laut disebabkan oleh masuknya limbah domestik atau pertanian (pemupukan) yang umumnya mengandung banyak nitrat (Hutagalung dan Rozak, 1997).

Kisaran kandungan nitrat pada musim yang berbeda kisaran tertinggi didapatkan pada musim hujan dibandingkan pada musim kemarau. Oleh karena pemanfaatan oleh fitoplankton kurang karena terkait pula dengan tingkat intensitas cahaya dan pencampuran air dapat mengakibatkan rendahnya produktivitas (Nybakken, 1988).

Intensitas cahaya bervariasi menurut musim, sehingga besarnya energi matahari yang masuk ke dalam laut juga bervariasi dan akan menimbulkan perubahan pada suhu air lapisan-lapisan atas, pada musim hujan masukan energi matahari ke dalam laut minimal, stratifikasi termal tidak ada dan terjadilah pencampuran, karena pencampuran yang terjadi pada musim hujan mengakibatkan pengisian kembali zat-hara pada lapisan atas.

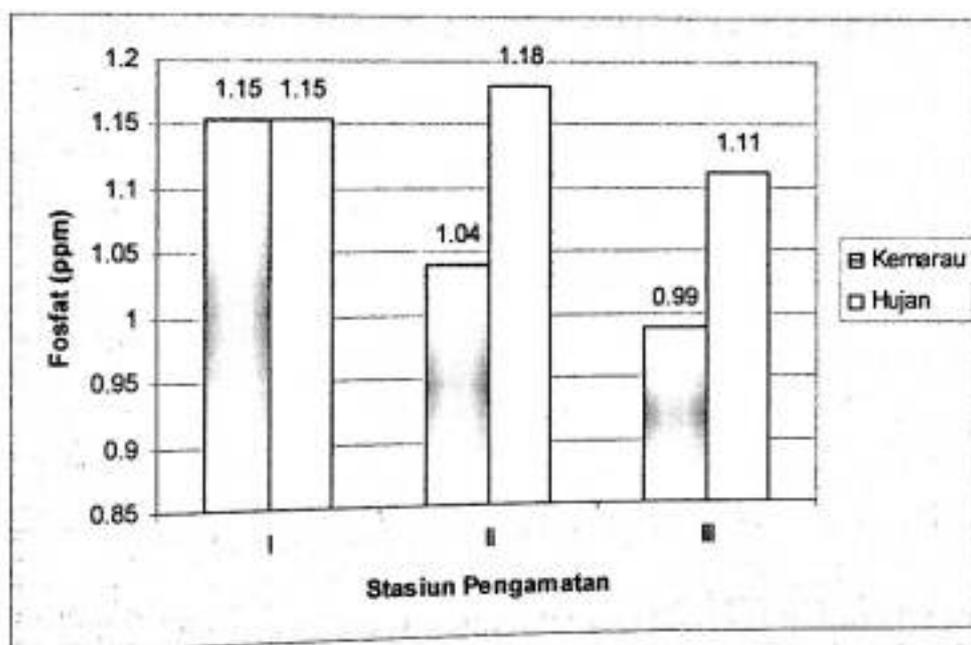
Nitrat dapat digunakan untuk mengelompokkan tingkat kesuburan perairan. Perairan oligotrofik memiliki kadar nitrat antara 0 – 1 mg/liter, perairan mesotrofik memiliki kadar nitrat antara 1 – 5 mg/liter, dan perairan eutrofik memiliki kadar nitrat yang berkisar antara 5 – 50 mg/liter (Wetzel, 1975).

### **Fosfat**

Fosfat merupakan unsur yang esensial bagi tumbuhan tingkat tinggi dan alga, sehingga unsur ini menjadi faktor pembatas bagi tumbuhan dan algae akuatik

serta mempengaruhi tingkat produktivitas perairan. Dari hasil yang didapatkan, nilai fosfat berkisar antara 0,989-1,154 ppm pada musim kemarau dan 1,111-1,154 ppm pada musim hujan.

Berdasarkan tabel 1 klasifikasi penggolongan kesuburan perairan menurut Wardoyo (1974), bahwa kandungan fosfat lebih besar dari 0,200 ppm maka dikategorikan sebagai perairan yang kesuburannya sangat baik sekali. Berdasarkan hal tersebut maka perairan Pulau Kodingareng termasuk sebagai perairan sangat subur sekali dari kadar fosfat yang terkandung didalamnya.



Gambar 5. Sebaran Fosfat Pada Stasiun Pengamatan Berdasarkan Musim

Berdasarkan hasil analisis diperoleh sebaran kandungan fosfat tertinggi yakni pada stasiun II sebesar 1,180 ppm pada pengamatan musim hujan dan terendah didapatkan 0,999 pada pengamatan musim kemarau. Namun perbedaan pada masing-masing stasiun tidak jauh berbeda.

Kandungan fosfat yang diperoleh menunjukkan bahwa perairan pulau kodingareng berada dalam kisaran yang layak untuk pertumbuhan fitoplankton karena menurut Wardoyo (1974) bahwa kandungan fosfat yang optimum untuk pertumbuhan fitoplankton berkisar antara 0,09 ppm-1,80 ppm. Apabila kandungan fosfat cukup tinggi melebihi kebutuhan normal organisme nabati maka terjadilah keadaan lewat subur (eutrofikasi), sehingga jika keadaan ini ditunjang oleh adanya ion atau unsur hara yang lainnya akan merangsang berkembangnya organisme secara melimpah (blooming algae).

## **2. Parameter Fisika Kimia Perairan**

### **Suhu**

Suhu merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kehidupan organisme laut secara langsung maupun tidak langsung. Suhu air mempunyai peranan dalam kecepatan laju metabolisme dan respirasi biota air serta proses metabolisme ekosistem perairan (Odum, 1971).

Dari hasil pengukuran suhu yang dilakukan selama penelitian di perairan pulau Kodingareng, baik pada pengamatan musim kemarau dan musim hujan, diperoleh kisaran suhu perairan antara 28,7-29,1 °C (Tabel 7). Dari hasil pengukuran, dapat dikatakan bahwa suhu tersebut merupakan suhu yang dapat ditolerir oleh fitoplankton. Dengan kata lain bahwa fitoplankton dapat hidup dengan normal dengan rata-rata suhu yang terukur tersebut. Hal ini sejalan yang dikatakan oleh Ramlan (1998) bahwa suhu optimal bagi perkembangan fitoplankton adalah 25° C - 30° C.

## Salinitas

Salah satu parameter yang sangat berpengaruh bagi kehidupan fitoplankton adalah salinitas. Organisme laut termasuk fitoplankton mempunyai kemampuan yang berbeda-beda untuk menyesuaikan diri terhadap kisaran salinitas. Beberapa jenis organisme ada yang tahan terhadap perubahan salinitas yang besar, ada pula yang tahan terhadap perubahan salinitas yang kecil.

Berdasarkan hasil penelitian (Tabel 7) didapatkan kisaran rata-rata salinitas adalah 29,6 ‰ – 30,3 ‰ baik pada pengamatan musim kemarau maupun musim hujan. Hasil pengukuran salinitas didapatkan 29 ‰ pada musim hujan namun tidak berbeda jauh pada pengamatan musim kemarau. Menurut Nontji (1993) bahwa faktor lingkungan yang berperan dalam perubahan salinitas adalah pola sirkulasi air, penguapan, curah hujan dan aliran sungai.

Namun secara umum, kisaran salinitas yang diperoleh tersebut termasuk kisaran salinitas yang sesuai dengan kebutuhan fitoplankton untuk bertumbuh dimana pernyataan ini sesuai dengan pernyataan Pasengo (1995), bahwa salinitas optimum pertumbuhan fitoplankton adalah 10 ‰ – 40 ‰.

## Oksigen Terlarut (DO)

Kandungan oksigen terlarut yang terukur selama penelitian di perairan Pulau Kodingareng adalah berkisar antara 4,34 ppm – 5,26 ppm. Menurut Wickstead (1965) bahwa kadar oksigen terlarut minimum dalam perairan bagi pertumbuhan fitoplankton tidak kurang dari 4 ppm.

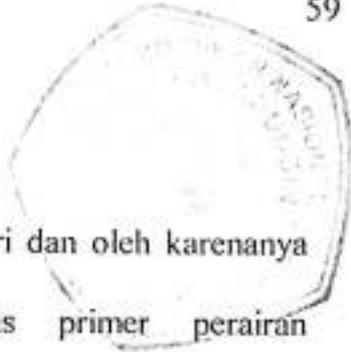
Pernyataan oleh Odum (1971) bahwa oksigen di perairan bersumber dari difusi udara, fotosintesis fitoplankton, air hujan dan permukaan air yang masuk. Tinggi rendahnya kadar oksigen dalam air banyak bergantung pada kondisi gelombang, suhu, salinitas. Makin tinggi suhu, salinitas dan tekanan parsial gas-gas yang terlarut didalam air maka kelarutan oksigen dalam air makin berkurang.

### **Kekeruhan**

Kekeruhan adalah suatu ukuran biasan cahaya di dalam air yang disebabkan oleh adanya partikel koloid dan suspensi dari suatu polutan yang terkandung dalam perairan (Wardoyo, 1974). Besarnya nilai kekeruhan akan mempengaruhi penetrasi cahaya sehingga produktivitas algae dan mikrofitanya akan terpengaruh.

Berdasarkan hasil pengukuran didapatkan nilai kekeruhan sebesar 0,618 NTU – 1,666 NTU (Tabel 7), bahwa nilai kekeruhan tertinggi sebesar 1,666 NTU didapatkan pada pengamatan musim hujan sedangkan kekeruhan terendah ditemukan pada pengamatan musim kemarau.

Menurut Nybakken (1988) menyatakan bahwa karena besarnya jumlah partikel dalam perairan setidak-tidaknya ada waktu tertentu dalam setahun air menjadi sangat keruh. Kekeruhan tertinggi terjadi pada saat aliran air maksimum, kekeruhan biasanya minimum di dekat mulut estuaria karena sepenuhnya berupa air laut.



Kekeruhan mempengaruhi penetrasi cahaya matahari dan oleh karenanya dapat membatasi proses fotosintesis dan produktivitas primer perairan (Wardoyo, 1978). Namun hasil ini menunjukkan bahwa perairan Pulau Kodingareng merupakan perairan yang jernih atau bersih, sesuai dengan pernyataan yang dikemukakan oleh Baka (1996) bahwa kekeruhan perairan yang kurang dari 5 NTU tergolong perairan yang jernih.

### **Derajat Keasaman (pH)**

Kisaran pH yang terukur pada perairan Pulau Kodingareng adalah 7,24 – 7,90 diperoleh nilai kisaran pH yang tidak terlalu jauh pada musim yang berbeda karena sesuai dengan pernyataan Koesoebiono (1981) bahwa pH air laut cenderung konstan. Dari hasil penelitian nilai kisaran pH tersebut dimana kisaran nilai pH tersebut cocok untuk pertumbuhan plankton bahwa perairan di Pulau Kodingareng termasuk perairan yang produktif.

Pernyataan ini sejalan dengan yang dikemukakan oleh Kaswadji (1976) bahwa suatu perairan dengan pH 5,5 – 6,5 termasuk perairan yang tidak produktif, pH 6,5 – 7,5 termasuk perairan yang produktif dan perairan yang pH-nya antara 7,5 – 8,5 mempunyai produksi yang sangat tinggi serta perairan yang mempunyai pH yang lebih besar dari 8,5 dikategorikan sebagai perairan yang tidak produktif lagi.

## Arus

Arus adalah gerakan massa air permukaan yang ditimbulkan terutama oleh pengaruh angin. Berdasarkan data yang diperoleh pada pengukuran kecepatan arus yang dilakukan di perairan pulau Kodingareng selama penelitian (Tabel 7) didapatkan nilai kecepatan arus antara 0.091-0,249 m/dtk.

Kisaran kecepatan arus yang diukur di perairan pulau Kodingareng dapat digolongkan pada kecepatan arus yang lambat dan sedang. Hal ini sesuai dengan pernyataan Mason (1981), bahwa berdasarkan kecepatan arusnya, maka perairan dapat dikelompokkan berarus sangat cepat ( $>1$  m/dtk), cepat ( $0.5 - 1$  m/dtk), sedang ( $0.25 - 0.5$  m/dtk), lambat ( $0.1 - 0.25$  m/dtk) dan sangat lambat ( $<0.1$  cm/dtk).

Arus juga menyebarkan telur dan larva berbagai hewan akuatik sehingga dapat mengurangi persaingan makanan dengan induk mereka (Koesoebiono, 1981). Selanjutnya oleh Wickstead (1965) mengatakan bahwa arus sangat penting artinya bagi sebaran plankton di laut. Arus permukaan maupun arus dasar perairan menyebabkan plankton dapat tersebar tidak merata dalam volume air laut.

### Keterkaitan Parameter Lingkungan dengan Kelimpahan Fitoplankton

Berdasarkan Hasil analisis komponen utama yang dilakukan terhadap matriks korelasi, menunjukkan bahwa informasi penting yang menggambarkan korelasi antara variabel terkait pada struktur spasial (titik pengamatan) terpusat pada 2 sumbu utama. Sumbangan dua sumbu terhadap total akar ciri adalah sebesar 99,9 %, dimana masing-masing sumbu (F1 dan F2) menjelaskan 60,2 % dan 39,7 % pada musim kemarau. Sedangkan sumbangan dua sumbu terhadap total akar ciri adalah sebesar 99,9 % dimana masing-masing sumbu (F1 dan F2) menjelaskan 59,7 % dan 40,2 % pada musim hujan.

Variabel yang memberikan kontribusi yang besar terhadap pembentukan setiap sumbu adalah sebagai berikut : sumbu 1 adalah suhu, salinitas, fosfat dan DO sedangkan untuk sumbu 2 adalah kecepatan arus pada musim kemarau. Sedangkan pada sumbu 1 adalah, kecepatan arus dan nitrat dan sumbu 2 adalah suhu, salinitas dan DO pada musim hujan.

Hasil dari analisis ini juga memperlihatkan adanya matriks korelasi antara Variabel (Lampiran 8), pada musim kemarau. Variabel yang erat dan positif menunjukkan bahwa meningkatnya suatu variabel akan diikuti oleh peningkatan nilai variabel lainnya, dan ada yang berkorelasi negatif yang berarti hubungan berbanding terbalik antar variabel. Variabel yang berkorelasi erat dan positif ditunjukkan oleh variabel suhu dengan salinitas (0,915), pH (0,996), salinitas dengan DO (0,768), pH (0,919), kekeruhan dan kecepatan arus (0,726), nitrat dan DO (0,863). Sedangkan

variabel yang berkorelasi negatif dan kuat adalah variabel suhu dan fosfat (-0,952), salinitas dengan kekeruhan (-0,600), fosfat (-0,994), DO dengan kekeruhan (-0,973), fosfat (-0,692), kekeruhan dan nitrat (-0,956), pH dan Fosfat (-0,956) dan kecepatan arus dengan nitrat (-0,896).

Variabel yang menunjukkan korelasi di musim hujan (Lampiran 9). Variabel yang berkorelasi kuat ini ditunjukkan oleh salinitas dengan kecepatan arus (0,641), fosfat (0,973), DO dengan kecepatan arus (0,652), fosfat (0,976), kekeruhan dengan kecepatan arus (0,786) dan nitrat (0,919), pH dengan kecepatan arus (0,775) dan nitrat (0,911), kecepatan arus dengan nitrat (0,966) dan fosfat (0,801) nitrat dan fosfat (0,620). Sedangkan variabel yang berkorelasi negatif dan kuat adalah variabel suhu dengan kekeruhan (-0,866), pH (-0,870), dan nitrat (-0,601).

Sebaran titik pengamatan atau stasiun menumpuk bahwa stasiun II kemarau yang terletak di kuadran II yang dicirikan oleh kecepatan arus serta kekeruhan yang tinggi, nitrat rendah, DO yang rendah. Variabel tersebut terkait dengan kelimpahan yang rendah (Gambar 7). Rendahnya kelimpahan fitoplankton tersebut tidak terlepas dari arus yang tinggi.

Arus dapat membantu menyebarkan organisme di dalam perairan, terutama organisme-organisme planktonik. Arus juga menyebarkan telur dan larva berbagai hewan akuatik sehingga dapat mengurangi persaingan makanan dengan induk mereka (Koesoebiono, 1981). Selanjutnya oleh Wickstead (1965) mengatakan bahwa arus sangat penting artinya bagi sebaran plankton di laut. Arus permukaan maupun arus dasar perairan menyebabkan plankton dapat tersebar tidak merata dalam volume air

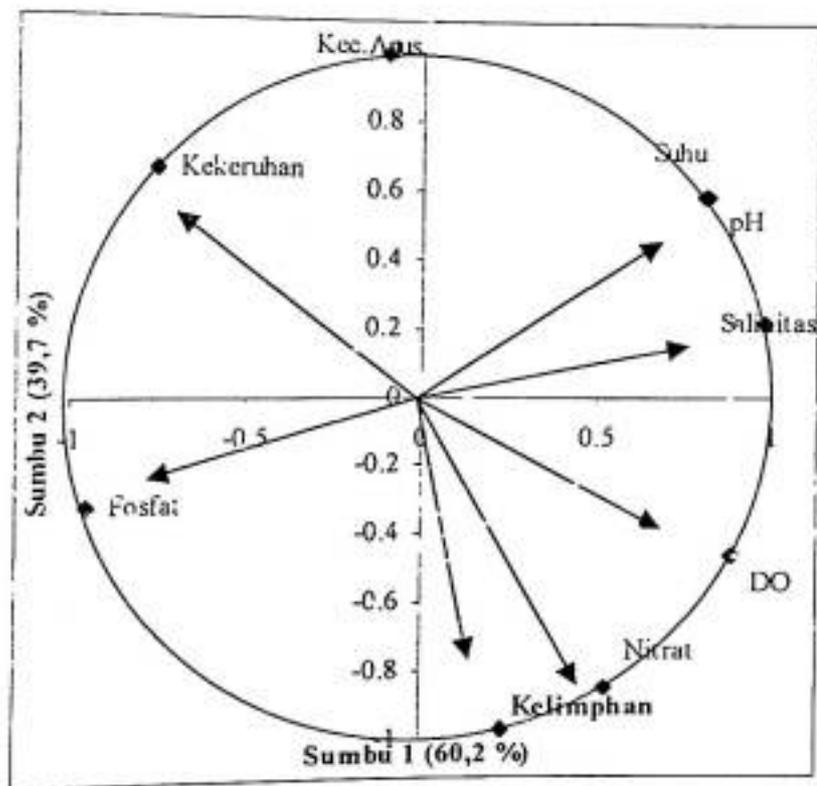
laut. Sedangkan pada stasiun III terletak dikuadran IV dicirikan dengan nitrat, DO yang rendah terkait pula dengan kelimpahan yang rendah.

Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) adalah bentuk utama nitrogen di perairan alami dan merupakan nutrisi utama bagi pertumbuhan tanaman dan algae dan merupakan salah satu unsur utama dalam pembentukan protein, dalam proses fotosintesis yang diserap dalam bentuk nitrat. Nitrat sangat mudah larut dalam air dan bersifat stabil. Nitrat yang rendah dapat pula mempengaruhi keberadaan fitoplankton. Begitupun halnya dengan DO rendah. Kandungan DO yang rendah kemungkinan disebabkan oleh tingginya kekeruhan sehingga intensitas cahaya yang masuk ke perairan minimal yang menyebabkan aktivitas fitoplankton terganggu sehingga pelepasan oksigen juga rendah. Hal ini sesuai dikemukakan oleh Hutabarat dan Evans (1985), bahwa aktivitas fitoplankton dalam perairan akan meningkatkan oksigen dalam perairan karena saat terjadi fotosintesis akan melepaskan oksigen.

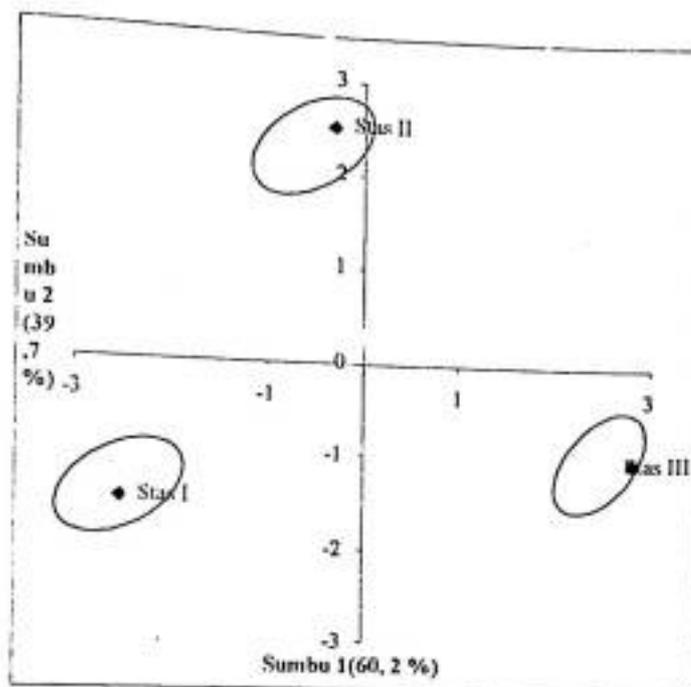
Pada stasiun I kemarau pada kuadran III dan dicirikan oleh fosfat yang tinggi serta memiliki suhu, salinitas, dan pH rendah. Meskipun pada stasiun ini ditemukan suhu, salinitas dan pH yang rendah namun masih berada pada kisaran optimum bagi pertumbuhan Fitoplankton. Namun secara umum, kisaran salinitas yang diperoleh tersebut termasuk kisaran salinitas yang sesuai dengan kebutuhan fitoplankton untuk bertumbuh. Suhu merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kehidupan organisme laut secara langsung maupun tidak langsung. Hal ini sejalan yang dikatakan oleh Ramlan (1998) bahwa suhu optimal bagi perkembangan fitoplankton adalah  $25\text{ }^{\circ}\text{C} - 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Begitupun dengan salinitas dimana dikatakan bahwa salinitas

optimum bagi pertumbuhan fitoplankton adalah 0 ‰ – 40 ‰. Begitupun halnya dengan pH dimana bahwa pH air laut cenderung konstan (Koesoebiono,1981).

Grafik korelasi antara variabel pada sumbu 1 dan 2, serta sebaran stasiun penelitian pada sumbu 1 dan 2 dapat dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7 pada musim kemarau dan pada Gambar 8 dan 9 pada musim hujan:



Gambar 6. Analisis Komponen Utama (PCA) Karakteristik Faktor Lingkungan dengan Kelimpahan Fitoplankton pada Sumbu 1 dan 2 (Musim kemarau)



Gambar 7. Analisis Komponen Utama (PCA) Berdasarkan Sebaran Stasiun penelitian di Perairan Pulau Kodingareng pada Sumbu 1 dan 2 (Musim Kemarau)

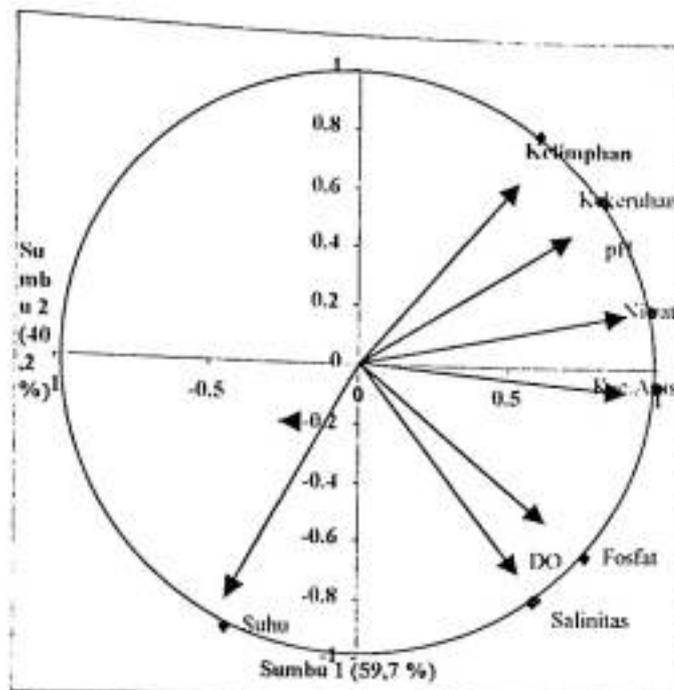
Sebaran titik pengamatan atau stasiun pada musim hujan, yaitu pada stasiun II terletak pada kuadran II dicirikan oleh salinitas dan DO dan fosfat yang rendah. Rendahnya salinitas karena dipengaruhi oleh kondisi perairan dikarenakan adanya aliran yang masuk ke perairan sehingga menyebabkan salinitas rendah, begitupun dengan kandungan oksigen terlarut. Serta fosfat yang rendah. Namun kadar salinitas masih berada dalam kisaran yang layak bagi pertumbuhan fitoplankton. Begitupun halnya dengan DO, menurut Wickstead (1965) bahwa kadar oksigen terlarut minimum dalam perairan bagi pertumbuhan fitoplankton tidak kurang dari 4 ppm.

Pada stasiun I musim hujan yang terletak pada kuadran III yang dicirikan oleh suhu yang rendah, pH, kekeruhan, nitrat tinggi dimana terkait dengan kelimpahan

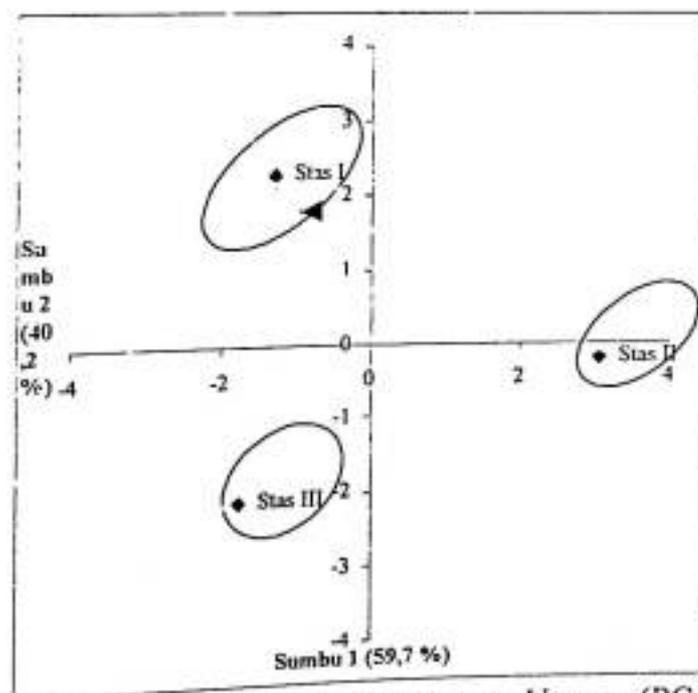
yang tinggi. Sedangkan pada stasiun II pada kuadran IV dicirikan dengan kecepatan arus tinggi, dimana kelimpahan yang didapatkan tidak jauh berbeda pada stasiun III.

Suhu rendah didapatkan pada stasiun tersebut, dikatakan pula bahwa suhu merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kehidupan organisme termasuk fitoplankton. Suhu permukaan laut tergantung pada beberapa faktor, seperti presipitasi, evaporasi, kecepatan angin, intensitas cahaya matahari. Presipitasi terjadi dilaut melalui curah hujan yang dapat menurunkan suhu permukaan laut (McPhaden dan Hayes (1991). Kisaran suhu yang diperoleh masih dalam kisaran optimum bagi pertumbuhan fitoplankton. Laju fotosintesis oleh fitoplankton meningkat dengan meningkatnya suhu permukaan, akan tetapi akan menurun secara drastis setelah mencapai titik suhu tertentu. Hal ini disebabkan karena setiap spesies fitoplankton selalu beradaptasi terhadap terhadap suatu kisaran suhu tertentu (Tomascik *et al.*, 1997)

Nitrat sebagai senyawa mikronutrien pengontrol produktivitas primer di perairan, dimana nitrat yang tinggi dapat mempengaruhi keberadaan fitoplankton di perairan. Selain itu, kekeruhan dapat pula mempengaruhi penetrasi cahaya untuk proses fotosintesis oleh fitoplankton. Nybakken (1988) menyatakan bahwa setidaknya ada waktu tertentu dalam setahun air menjadi sangat keruh. Kekeruhan tertinggi terjadi pada saat aliran air maksimum, namun kekeruhan yang didapatkan masih dalam kisaran bagi pertumbuhan fitoplankton. Menurut Baka (1996) bahwa kekeruhan perairan yang kurang dari 5 NTU tergolong perairan jernih. Begitu pula halnya dengan pH.



Gambar 8. Analisis Komponen Utama (PCA) Karakteristik Faktor Lingkungan dengan Kelimpahan Fitoplankton pada Sumbu 1 dan 2 (Musim Hujan)



Gambar 9. Analisis Komponen Utama (PCA) Berdasarkan Sebaran Stasiun Penelitian di Perairan Pulau Kodingareng pada Sumbu 1 dan 2 (Musim Hujan)

## Hubungan Unsur Hara dengan Kelimpahan Fitoplankton

### ➤ Hubungan zat hara dengan kelimpahan fitoplankton

Nitrat dibutuhkan oleh fitoplankton dalam proses fotosintesis untuk diubah menjadi protein selanjutnya menjadi sumber makanan bagi ikan (Koesoebiono, 1981) seperti halnya dengan fosfat yang merupakan nutrisi penting bagi fitoplankton.

Berdasarkan hasil analisis regresi dengan melihat hubungan unsur hara dengan kelimpahan fitoplankton pada musim yang berbeda maka didapatkan

Persamaan regresinya dengan kelimpahan fitoplankton:

$$Y = 365,14 + 168,22x_1 \quad R^2 = 0,903, \quad Y = 393,80 - 45,10x_2, \quad R^2 = 0,057 \text{ (kemarau)}$$

$$Y = 191,41 + 248,97x_1 \quad R^2 = 0,559, \quad Y = 351,75 - 10,80x_2 \quad R^2 = 0,003 \text{ (hujan)}$$

$Y$  = Kelimpahan,  $x_1$  = Nitrat,  $x_2$  = Fosfat

Dari hasil uji statistik dengan menggunakan uji Analysis of Variance (ANOVA) pada selang kepercayaan 95% ( $\alpha > 0,05$ ), menunjukkan bahwa antara nitrat dan fosfat dengan kelimpahan fitoplankton tidak menunjukkan hubungan yang nyata pada kedua musim.

### ➤ Hubungan zat hara dengan Jumlah jenis kelas fitoplankton

Berdasarkan hasil pengamatan pada beberapa kelas dari fitoplankton ditemukan 6 kelas yang terdiri dari kelas Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Cyanophyceae, Desmidiaceae, Dynophyceae, dan Euglenophyceae, pada musim kemarau dan musim hujan.

Berdasarkan hasil analisis untuk melihat hubungan antara nitrat, fosfat dari kelas fitoplankton, maka didapatkan :

Tabel 8. Hasil Analisis Regresi pada Pengamatan Musim Kemarau

No	Kelas	Variabel	Variabel signifikan	Koefisien	R <sup>2</sup>	P
1	Bacillariophyceae	Nitrat	t.a	244.45*	0.0618	0.84
				13.4		
		Fosfat	Fosfat(X <sub>2</sub> )	443.4*	0.999	0.007
2	Chlorophyceae	Nitrat	t.a	22.55*	0.984	0.07
				-14.53		
		Fosfat	t.a	9.9*	0.013	0.927
3	Cyanophyceae	Nitrat	t.a	-30.81*	0.727	0.351
				167.34		
		Fosfat	t.a	545.9*	0.506	0.495
4	Desmidiaceae	Nitrat	t.a	9.57*	0.392	0.569
				20		
		Fosfat	t.a	122.21*	0.821	0.278
5	Dinophyceae	Nitrat	t.a	69.64*	0.656	0.398
				151.35		
		Fosfat	t.a	113.12*	0.141	0.754
6	Euglenophyceae	Nitrat	t.a	7.14*	0.04	0.862
				-3.7		
		Fosfat	Fosfat(X <sub>2</sub> )	-56.36*	0.999	0.015
				58.27		

Ket :t.a = Tidak ada;

\* = Konstanta;

R<sup>2</sup> = indeks determinasi

Hasil analisis regresi yang didapatkan pada musim kemarau menunjukkan korelasi antara fosfat dengan jumlah jenis dari kelas Bacillariophyceae, koefisien determinasi sebesar R<sup>2</sup>= 0,999. Pada musim hujan menunjukkan korelasi antara nitrat dengan jumlah jenis kelas Bacillariophyceae dengan koefisien determinasi R<sup>2</sup>=0.999.

Dari hasil uji statistik dengan menggunakan uji Analysis of Variance (ANOVA) pada selang kepercayaan 95% ( $\alpha < 0,05$ ), menunjukkan bahwa antara nitrat dan fosfat dengan kelimpahan fitoplankton berbeda nyata (Tabel 8 dan 9).

Tabel 9. Hasil Analisis Regresi pada pengamatan Musim Hujan

No	Kelas	Variabel	Variabel signifikan	Koefisien	R <sup>2</sup>	P
1	Bacillariophyceae	Nitrat	Nitrat (X <sub>1</sub> )	-3.08*	0.999	0.018
				417.05		
		Fosfat	t.a	83.46*	0.351	0.591
				147.05		
2	Chlorophyceae	Nitrat	t.a	24.31*	0.648	0.226
				-27.76		
		Fosfat	t.a	45.02*	0.969	0.111
				-33.08		
3	Cyanophyceae	Nitrat	t.a	2.485*	0.844	0.058
				15.69		
		Fosfat	t.a	-3.08*	0.828	0.271
				417.05		
4	Desmidiaceae	Nitrat	t.a	59.51*	0.517	0.489
				-70.02		
		Fosfat	t.a	62.99*	0.009	0.937
				57.04		
5	Dinophyceae	Nitrat	t.a	-3.08*	0.452	0.53
				417.03		
		Fosfat	Fosfat (X <sub>2</sub> )	233.50*	0.995	0.042
				-156.88.		

Diatom (Bacillariophyceae) selalu mendominasi komposisi fitoplankton. Kondisi ini disebabkan oleh kemampuan reproduksi dari diatom yang lebih besar dibandingkan kelompok fitoplankton lainnya, selain itu. Oleh karena sifatnya yang mudah beradaptasi dengan lingkungan, bersifat kosmopolit, tahan terhadap kondisi ekstrim dan reproduksi yang tinggi (Odum, 1971).

Dari hasil analisis menunjukkan korelasi antara fosfat dengan jumlah jenis dari kelas Euglenophyceae pada musim kemarau, dengan koefisien determinasi  $R^2 = 0,999$ . Dari hasil uji statistik dengan menggunakan uji Analysis of Variance (ANOVA) pada selang kepercayaan 95% ( $\alpha < 0,05$ ), menunjukkan bahwa antara fosfat dengan jumlah jenis kelas Euglenophyceae berbeda nyata (Tabel 8).

Hasil analisis regresi pada musim hujan menunjukkan korelasi antara fosfat dengan jumlah jenis kelas Dinophyceae, koefisien determinasi sebesar  $R^2 = 0,999$ . Dari hasil uji statistik dengan menggunakan uji Analysis of Variance (ANOVA) pada selang kepercayaan 95% ( $\alpha < 0,05$ ), menunjukkan bahwa antara fosfat dengan jumlah jenis kelas Dinophyceae berbeda nyata (Tabel 9).

Dinoflagellata merupakan kelompok penting kedua setelah diatom. Dinoflagellata melakukan pembelahan mitosis satu kali dalam 24 jam pada kondisi zat hara yang sama. Sehingga Dinoflagellata mampu memanfaatkan zat hara dalam konsentrasi yang lebih rendah (Prasno, 2000).

Fosfat dan nitrat merupakan unsur yang sangat esensial yang dibutuhkan oleh fitoplankton untuk pertumbuhannya, karena merupakan unsur bagi metabolit dan pembentukan protein. Akan tetapi hasil analisis yang didapatkan tidak menunjukkan hubungan yang nyata antara nitrat dengan kelimpahan dan jumlah jenis dari kelas lainnya. Nitrat dan fosfat dianggap variabel yang konstan terhadap fluktuasi fitoplankton. Berdasarkan hasil yang didapatkan bahwa kisaran konsentrasi nitrat dan fosfat masih berada dalam kisaran yang layak bagi pertumbuhan fitoplankton di perairan pulau Kodingareng.

# DAFTAR PUSTAKA

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh selama penelitian, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kelimpahan fitoplankton yang ditemukan pada dua periode musim yakni pada musim kemarau sebesar 441,66 ind/ml sedangkan pada musim hujan sebesar 339,84 ind/ml.
2. Komposisi jenis terbesar didapatkan dari kelas Bacillariophyceae masing-masing sebesar 45,08 % dan 59,15 %, baik pada pengamatan musim kemarau maupun
3. Kelimpahan fitoplankton yang diperoleh pada perairan Pulau Kodingareng mengindikasikan perairan tersebut termasuk perairan yang subur akan zat hara
4. Berdasarkan hasil Analisis Komponen Utama (PCA) maka faktor lingkungan yang paling mempengaruhi kelimpahan fitoplankton pada musim kemarau adalah kecepatan arus, DO serta fosfat dan nitrat. Sedangkan pada musim hujan adalah nitrat, suhu, kekeruhan, dan kecepatan arus.

5. Berdasarkan hasil analisis regresi antara unsur hara dengan kelimpahan fitoplankton di perairan pulau kodingareng tidak menunjukkan korelasi cukup antara kelimpahan fitoplankton dengan nitrat. Pada jumlah jenis yang dari menunjukkan korelasi antara nitrat dan fosfat dengan kelas Bacillaryophyceae, serta fosfat dengan kelas Dinophyceae dan Euglenophyceae

#### Saran

- Perlu adanya penelitian lanjutan menyangkut kondisi perairan untuk dapat dipublikasikan pada pemerintah dan masyarakat sebagai bentuk dalam pengelolaan wilayah pesisir lebih lanjut.

# KESIMPULAN DAN SARAN

## DAFTAR PUSTAKA

- Arinardi, O.H. 1997. *Hubungan Antara Kuantitas Fitoplankton dan Zooplankton di Perairan Sebelah Utara Gugus Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Oseanologi Indonesia*. Jakarta.
- APHA, 1989. *Standard Methods for The Examination of Water and Waste Water*. APHA. AWWA.APCH.Port City Press. Baltimore. Maryland.
- APHA, 1992. *Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water. Including Bottom Sediment and Sludges*. 12-th ed. American Public Health Association Inc. New York.
- Baka, L., 1996. *Studi Beberapa Parameter Fisika dan Kimia Air di Perairan Pantai Tanjung Merdeka Kota Madya Ujung Pandang*. Program Studi Ilmu dan Teknologi Kelautan, Universitas Hasanuddin. Ujung Pandang.
- Basmi, Johan. 1999. *Planktonologi: Chrysophyta-Diatom Penuntun Identifikasi*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor.
- Benerja, S.M., 1967. *Water Quality and Soil Condition of Fish Pond in Some State of India Inrelation to Fish Production*. Indian J. Fish, 14.
- Bougis, P., 1976. *Marine Plankton Ecology*. North Holland Company. Amsterdam
- Boyd, C.E. 1979. *Water Quality In Warm Fish Pond*. Auburn University. Agriculture Exp. Auburn.
- BPS. 2003. *Makassar dalam Angka*, Makassar
- Dahuri, R. Prosiding Lokakarya Nasional. "Strategi Penelitian Estuaria di Indonesia". Kerjasama LIPI - UNDIP. Jakarta.
- Davis, C.C. 1955. *The Marine and Fresh Water Plankton*. Michigan State University Press. USA.
- Davis, M.L and Cornwell, D.A 1991. *Introduction to Environmental Engineering*. Second Edition. Mc-Graw-hill, Inc. New York

- Ernanto, J. 1994. *Struktur Komunitas Fitoplankton di Perairan Pantai Ujung Karangwangi Jawa Barat*. Skripsi. Fakultas Perikanan IPB, Bogor.
- Fardiaz, S., 1992. *Polusi Air dan Udara*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Grasshoff, K, 1976. *Determination of Nitrate*. Methods of Seawater Analysis (Grasshoff ed). Verlag Chemic-Weinheim-New York : 137 – 145.
- Hutabarat, S dan S.M Evans. 1985. *Pengantar Oseanografi*. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Hutagalung, H. P., dan A. Rozak, 1997. *Metode analisis air Laut, Sedimen dan Biota*, Buku 2. P3O LIPI Jakarta.
- Jeffries, M. and Mills, D. 1996. *Freshwater Ecology, Principles, and Applications*. John Wiley and Sons, Crichester, UK
- Junindra, E.C., 2002. Hubungan Antara Unsur Hara Nitrat dan Fosfat dengan Kelimpahan Fitoplankton di Perairan tanjung Labellang, Kecamatan malusetase, Kabupaten Barru. Skripsi. Jurusan Ilmu Kelautan. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Jusup, E., 2000. *Keaneka-an Fitoplankton Pada Sumber Air Baku PT. Semen Tonasa, Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Hasanuddin
- Kaswadji, R.F., F. Widjaja dan Y. Wardianto., 1993. *Produktivitas Primer dan Laju Pertumbuhan Fitoplankton Di Perairan Pantai Bekasi*. Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia 1(2) : 1-5
- Kaswadji, R.F. 1976 *Studi Pendahuluan Tentang Penyebaran dan Kelimpahan Fitoplankton di Delta Upan, Sumatera Selatan*. Fakultas Perikanan, IPB. Bogor.
- Koesoebiono. 1981. *Biologi Laut*. Fakultas Perikanan. IPB. Bogor.
- Manahan, S.E., 1979. *Environmental Chemistry*. Third Edition. Willard Grant Press Boston. Massachutesets.
- McPhaden, and S. P. Hayes, 1991. *On the Variability of Winds, Sea Surface Temperature, and Surface Layer Heat Content in the Western Equatorial Pacific*. *J. Geophys. Res.* 96: 3331 – 3342.

- Millero, F. S and M.L. John, 1991. *Chemical Oceanography*. CRC Press. London.
- Muchtar, M. 1999. *Fosfat, Nitrat dan Total zat Organik dan Hubungannya dengan Fitoplankton dan Bentos di Teluk Bayur dan Teluk Bungus Sumatera Barat. Dalam Pesisir dan Pantai Indonesia I*. Puslitbang Oseanologi LIPI. Jakarta.
- Newell, O.E. and R.C. Newell. 1977. *Marine Plankton. A Practical Guide*. Hutchinson and Company Limited. London.
- Nontji, A. 1993. *Laut Nusantara*. Djambatan. Jakarta.
- Novony, V. and Olem, H. 1994. *Water Quality, Prevention, Identification and Management of Diffuse Pollution*. Van Nostrans Reinhold. New York.
- Nybakken, J.W. 1988. *Biologi Laut; Suatu Pendekatan Ekologis*. PT. Gramedia. Jakarta.
- Odum, E.P. 1971 *Fundamental of Ecology*. Third Edition. Saunders Company. Toronto.
- Pasengo, Y. L. 1995. *Studi Dampak Limbah Pabrik Plywood Terhadap Kelimpahan dan Keanekaragaman Fitoplankton di Perairan Danggang Desa Barowa, Kecamatan Bua, Kabupaten Luwu*. Program Studi Ilmu dan Teknologi Kelautan. UNHAS. Makassar
- Pescod, N. B. 1973. *Investigation of Rational Effluent and Stream Standar for Tropical Countries*. AIT. Bangkok.
- Prasad, R.R 1956. *Further Studies on The Plankton of Inshore Water of Mandafam* *Indian J. Fish.*
- Prescott, N.B.1963. *Investigation of Rational Effluent and Stream For Tropical Countries*. AIT. Bangkok.
- Praseno, D.J. 2000. *Retaid di Perairan Indonesia*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi – LIPI. Jakarta.
- Ramlan, 1998. *Studi Kelayakan Perairan Sebagai Areal Budidaya di Tinjau dari Aspek Produktivitas Primer*. Program Studi Ilmu dan Teknologi Kelautan. Universitas Hasanuddin. Ujung Pandang.
- Raymont, J.E.G., 1980. *Plankton and Productivity In The Ocean*. Pergamon Press. Oxford.

- Sachlan, M. 1972. *Planktonology*. Correspondente Course Centre. Jakarta.
- Saeni, M.S., 1989. *Kimia Lingkungan*. Depdikbud. Dirjen Dikti Pusat Antar Universitas Ilmu Hayat, IPB. Bogor
- Tambaru T.M, dan Samawi. 1996. *Beberapa Parameter Fisika Kimia Air di Muara Sungai Tallo Kota Makassar*. Torani UNHAS. Makassar
- Tomascik, T., A.J. Mah, A. Nontji, and M. K. Moosa, 1997. *The Ecology of the Indonesia Seas. Part One. The Ecology of Indonesian Series Vol. VII*. Periplus Edition (HK) Ltd.
- Vaas, K.F. 1954. *On The Nutritional Relationship Between Plankton and Fish in Indonesia Frss Water Pond*. IPFC FAO. Bangkok.
- Wardoyo, S.T.H. 1974. *Kriteria Kualitas Air untuk Keperluan Pertanian dan Perikanan*. Hasil Kerjasama PPLH-UNDP PSL. IPB. Bogor.
- Wetzel, R.G., 1975. *Limnology*. W.B. Saunders Co. Philadelphia, Pennsylvania.
- Wickstead, J.H., 1965. *An Introduction to the Study of Tropical Plankton*. Hutchinson. Trop Monogr.
- Yamaji, i. 1976. *Illustration Of The Marine Plankton Of Japan*. Hoikusha Publishing C. Ltd. Japan.