

LAPORAN PENELITIAN HIBAH BERSAING

**PENGEMBANGAN MODEL PENGELOLAAN BERBASIS
EKOSISTEM DALAM MENENTUKAN STATUS
PEMANFAATAN DAN POTENSI SUMBERDAYA IKAN
PELAGIS DENGAN PENDEKATAN FOOD WEB DI PERAIRAN**



DR. ALIANTO, S.Pi., M.Si

**Dibiayai Oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen
Pendidikan Nasional, Sesuai Dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan
Hibah Penelitian Nomor : 037/SP2H/PP/DP2M/III/2008,
Tanggal 6 Maret 2008.**

**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS PAPUA
2 0 2 2**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Penelitian : Pengembangan Model Pengelolaan Berbasis Ekosistem Dalam Menentukan Status Pemanfaatan Dan Potensi Sumberdaya Ikan Pelagis Dengan Pendekatan Food Web Di Perairan

Fokus Penelitian : Perikanan

Peneliti

a. Nama Lengkap : Dr. Alianto, S.Pi., M.Si.
b. NIDN : 0005037005
c. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
d. Program Studi : Manajemen Sumberdaya Perairan
e. Nomor HP : 081382655621
f. Alamat surel (e-mail) : ali.unipa@gmail.com

Anggota Peneliti

a. Nama Lengkap :
b. NIDN :
c. Perguruan Tinggi :

Penggunaan : Laporan Penelitian ini diharapkan menjadi bahan referensi bagi yang membutuhkannya serta digunakan sebagai Bukti Kinerja Dosen (BKD) dan melengkapi Daftar Usulan Penetapan Angka Kredit (DUPAK) Jabatan Akademik Dosen

Manokwari, April 2022

Mengetahui,
Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan



Dr. Ir. Ridwan Sala, M.Si
NIP : 196703241991031001

Ketua Peneliti,



Dr. Alianto, S.Pi, M.Si
NIP : 197003052001121003

RINGKASAN DAN SUMMARY

ALIANTO. Pengembangan Model Pengelolaan Berbasis Ekosistem Dalam Menentukan Status Potensi dan Pemanfaatan Ikan Pelagis Dengan Pendekatan *Food Web* di Perairan.

Menentukan status potensi dan pemanfaatan yang berakibat pada terjadinya degradasi perikanan pelagis pada berbagai perairan sampai saat ini masih menjadi permasalahan tersendiri yang belum dapat terselesaikan dengan baik. Pada umumnya potensi dan pemanfaatan ikan pelagis diduga dari hasil tangkapan yang diperoleh pada lokasi yang umumnya dijadikan sebagai tempat penangkapan ikan. Apabila terjadi kecenderungan penurunan hasil tangkapan yang diperoleh, umumnya langsung diduga telah terjadi pemanfaatan yang berlebihan (*overfishing*) yang berujung pada terjadinya degradasi. Model dugaan seperti inilah yang umumnya dijadikan sebagai patokan saat ini dalam menduga status potensi dan pemanfaatan sumberdaya ikan pelagis di perairan. Padahal diketahui keberadaan ikan pelagis pada suatu perairan merupakan keterkaitan berbagai faktor oseanografi yang saling berkaitan antar satu dengan lainnya.

Pendekatan *food web* (jaring makanan) sebagai salah satu model pengelolaan berbasis ekosistem merupakan salah satu alternatif yang paling baik dalam menyelesaikan permasalahan seperti yang diuraikan di atas. Hal ini disebabkan karena pendekatan ini lebih mengkombinasikan faktor penangkapan dan kondisi sebenarnya kehidupan ikan pelagis secara alami di perairan yang dipengaruhi oleh berbagai faktor oseanografi. Pendekatan ini memiliki banyak kelebihan dan manfaat diantaranya dapat mengetahui sisa jumlah ikan pelagis di perairan setelah dilakukan penangkapan, dan dapat mengetahui jenis-jenis ikan pelagis yang telah punah atau hilang atau mengalami degradasi di perairan, serta dapat menentukan jenis-jenis ikan pelagis yang bukan jenis asli suatu perairan (menjadikan suatu perairan sebagai daerah untuk mencari makan dan pemijahan).

Penelitian dengan pendekatan *food web* telah dilakukan di perairan teluk Banten pada bulan April sampai September 2008. Penangkapan ikan dilakukan pada enam bagan tancap yang berlokasi di daerah penangkapan ikan dan dijadikan sebagai stasiun oseanografi perikanan. Sedangkan desain untuk pengambilan data oseanografi fisik, kimia dan biologi dilakukan secara horisontal dan vertikal. Secara horisontal

data oseanografi fisik, kimia, dan biologi dilakukan pada lima stasiun yang berawal dari stasiun muara sungai (SM), stasiun pantai (SP), stasiun tenga satu (ST1), stasiun tengah dua (ST2), stasiun luar (SL) teluk. Sedangkan desain secara vertikal dilakukan pada 10%, 5%, dan 1% dari cahaya permukaan untuk SM; 50%, 25%, 10%, dan 5% dari cahaya permukaan untuk SP, ST1, dan ST2 serta 50%; 25%, 10%, 5%, dan 1% dari cahaya permukaan untuk SL.

Parameter oseanografi perikanan yang berkaitan dengan jumlah ikan yang tertangkap dilakukan penangkapan setiap minggu, dan data oseanografi fisik, kimia, dan biologi dilakukan setiap bulan. Ikan yang tertangkap dipisahkan menurut jenis dan di timbang untuk keperluan mengetahui biomassa (diukur secara *in situ*) dan analisis makanan alami (diukur secara *eks situ*). Sedangkan parameter oseanografi fisik seperti intensitas cahaya, suhu, oseanografi kimia seperti salinitas, pH, dan oseanografi biologi seperti, pertumbuhan fitoplankton, klorofil-a, dan produktivitas perairan (produktivitas primer fitoplankton dan produktivitas sekunder zooplankton) di ukur secara *in situ*. Sedangkan parameter oseanografi biologi seperti kelimpahan plankton (fitoplankton dan zooplankton) dan oseanografi kimia seperti loading (masukan) dan konsentrasi nutrien yang terdiri dari ammonia-nitrogen, nitrat-nitrogen, nitrit-nitrogen, ortofosfat, dan silikat di ukur secara *eks situ*.

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa rata-rata nilai suhu, salinitas dan pH secara berurutan berkisar dari 28.51–29.97 °C, 29.5-32.5 ‰, dan 7.24–8.77. Masukan nutrien yang berasal dari sungai CiBanten sebesar 36.6 kg/hari untuk ammonia, 0.02 kg/hari untuk nitrat, 0.0001 kg/hari untuk nitrit, 6.2×10^{-5} kg/hari untuk ortofosfat, dan 7588 kg/hari untuk silikat dengan konsentrasi rata-rata secara berurutan berkisar dari 0.29-16.68 μM , 0.02-16.00 μM , 0.04-0.96 μM , 0.05-2.09 μM , dan 6.85-440.55 μM . Kelimpahan dan produktivitas fitoplankton dan zooplankton secara berurutan berkisar dari 20-298.250 sel/l dan 92 mg C/m³/jam serta 8-1571 individu/l dan 0.01-0.35 $\mu\text{g C/l/hari}$. Sedangkan jumlah ikan yang tertangkap adalah sebesar 0.052 ton per hektar per enam bulan.

Dari berbagai keterkaitan faktor oseanografi dengan nilai-nilai yang diperoleh seperti yang telah disebutkan di atas diperoleh tingkat efisiensi ekologis perairan teluk Banten sebesar 12% dengan 4 trophic level yang dimulai dari fitoplankton sebagai trophic level pertama, zooplankton trophic level kedua, ikan teri sebagai trophic level ketiga yang mewakili ikan planktivorous, ikan peperek dan kembung sebagai trophic level keempat yang mewakili ikan omnivora. Sedangkan potensi atau sisa jumlah ikan

yang terdapat di perairan setelah dilakukan pemanfaatan adalah sebesar 0.47 gram per satu hektar per enam bulan.

PRAKATA

Inisiatif penelitian dengan judul “Pengembangan Model Pengelolaan Berbasis Ekosistem Dalam Menentukan Status Pemanfaatan dan Potensi Sumberdaya Ikan Pelagis Dengan Pendekatan Food Web di Perairan”, adalah karena adanya rasa ketidakpuasan penulis dengan sistem pengelolaan sumberdaya pesisir dan laut dewasa ini. Oleh karena itu, sudah saatnya mengalihkan penggunaan surplus production model sebagai metode yang sering digunakan dalam menduga potensi lestari ikan (MSY) di perairan ke metode baru yang lebih berbasiskan ekosistem. Penggunaan surplus production model memiliki banyak kelemahan dibandingkan dengan model berbasis ekosistem yang dapat menggambarkan kehidupan ikan secara alami di perairan.

Uji coba penggunaan model seperti yang telah disebutkan di atas dengan penekanan pada food web yang menfokuskan pada kajian plankton sebagai komponen utama serta berbagai faktor oseanografi yang mempengaruhinya telah dilakukan di perairan teluk Banten. Penggunaan model ini telah berhasil menentukan potensi ikan pelagis kecil secara *in situ* di perairan teluk Banten. Kajian seperti inilah yang menjadi kelebihan model ekosistem bila dibandingkan dengan model-model lainnya yang lebih mengutamakan pendugaan potensi ikan melalui hasil tangkapan.

Keberhasilan penelitian ini tidak terlepas dari peran penting Direktur Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional, atas bantuan dana penelitian melalui hibah bersaing, nomor : 037/SP2H//PP/DP2M/III/2008. Serta komponen masyarakat nelayan Banten yang banyak membantu dan meluangkan waktunya dalam pengumpulan data primer.

Akhir kata, semoga laporan ini dapat memberikan kontribusi penting bagi para pengambil kebijakan, terutama dalam memperkaya referensi dan informasi pengelolaan sumberdaya ikan secara berkelanjutan.

Manokwari, April 2022

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| LEMBAR PENGESAHAN | i |
| RINGKASAN DAN SUMMARY | ii |
| PRAKATA | v |
| DAFTAR TABEL | viii |
| DAFTAR GAMBAR..... | ix |
| DAFTAR LAMPIRAN | x |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3. Ruang Lingkup..... | 3 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | 4 |
| 2.1. Daya Dukung Ekosistem Perairan Dalam Menujang Populasi Ikan..... | 4 |
| 2.2. Komponen Food Web di Perairan..... | 6 |
| 2.3. Analisis Model Ekosistem Dalam Pengelolaaa Sumberdaya Ikan | 7 |
| 2.4. Status Pemanfaatan Sumberdaya Ikan Pelagis di Perairan Indonesia..... | 9 |
| BAB III TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN..... | 11 |
| 3.1. Tujuan Penelitian | 11 |
| 3.2. Manfaat Penelitian..... | 11 |
| BAB IV METODE PENELITIAN..... | 12 |
| 4.1. Lokasi dan Waktu Penelitian | 12 |
| 4.2. Tahapan Penelitian | 12 |
| 4.3. Desain Penelitian..... | 13 |
| BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN | 24 |
| 5.1. Suhu..... | 24 |
| 5.2. Salinitas | 25 |
| 5.3. pH..... | 26 |
| 5.4. Intensitas Cahaya Matahari..... | 27 |
| 5.5. Masukan dan Konsentrasi Nutrien..... | 28 |
| 5.6. Biomassa Fitoplankton | 30 |
| 5.7. Biomassa Zooplankton | 34 |

| | |
|---|----|
| 5.8. Biomassa Ikan..... | 35 |
| 5.9. Menentukan Status Potensi dan Pemanfaatan Ikan Pelagis Kecil | 39 |
| BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN..... | 42 |
| 6.1. Kesimpulan | 42 |
| 6.2. Saran..... | 42 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 43 |
| LAMPIRAN | 47 |

DAFTAR TABEL

| | Hal |
|--|-----|
| 1. Konsentrasi Nutrien dan Beberapa Parameter Ekosistem Perairan pada Setiap Trophic | 5 |
| 2. Estimasi Potensi, Produksi dan Tingkat Pemanfaatan Sumberdaya Ikan Pelagis di Perairan Indonesia | 9 |

DAFTAR GAMBAR

| | Hal |
|--|-----|
| 1. Dampak Masukan Nutrien Pada Berbagai Komponen Ekosistem | 4 |
| 2. Zonasi Berdasarkan Tingkat Pengkayaan Nutrien | 5 |
| 3. Interaksi Struktur dan Fungsi Ekosistem Dengan Komponen-Komponen Yang Mempengaruhinya..... | 6 |
| 4. Peta Lokasi Penelitian di Perairan Teluk Banten | 12 |
| 5. Tahapan Pelaksanaan Penelitian | 13 |
| 6. Desain Zonasi Secara Horisontal dan Vertikal Lokasi Penelitian..... | 14 |
| 7. Profil Distribusi Rata-Rata Suhu di Zona Eufotik Perairan Teluk Banten | 24 |
| 8. Profil Distribusi Rata-Rata Salinitas di Zona Eufotik Perairan Teluk Banten..... | 25 |
| 9. Profil Distribusi Rata-Rata pH di Zona Eufotik Perairan Teluk Banten | 26 |
| 10. Profil Distribusi Rata-Rata Intensitas Cahaya Matahari di Zona Eufotik Perairan Teluk Banten | 27 |
| 11. Profil Distribusi Rata-Rata Nutrien di Zona Eufotik Perairan Teluk Banten | 28 |
| 12. Profil Distribusi Rata-Rata Kelimpahan Fitoplankton di Zona Eufotik Perairan Teluk Banten | 31 |
| 13. Profil Distribusi Rata-Rata Klorofil-a di Zona Eufotik Perairan Teluk Banten..... | 32 |
| 14. Profil Distribusi Rata-Rata Nilai Produktivitas Primer Fitoplankton di Zona Eufotik Perairan Teluk Banten | 33 |
| 15. Profil Distribusi Fitoplankton di Zona Eufotik Perairan Teluk Banten..... | 33 |
| 16. Profil Distribusi Rata-Rata Zooplankton di Zona Eufotik Perairan Teluk Banten | 34 |
| 17. Hasil Tangkapan Ikan Dengan Bagan Tancap di Perairan Teluk Banten..... | 36 |
| 18. Komposisi Jenis Ikan Pelagis Kecil yang Tertangkap Dengan Bagan Tancap di Perairan Teluk Banten | 37 |
| 19. Transfer Energi Dalam Jaring Makanan Ikan Pelagis Kecil Yang Dominan di Perairan Teluk Banten | 38 |
| 20. Model Transfer Energi Dalam Jaring Makanan di Perairan Teluk Banten | 40 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | Hal |
|--|-----|
| 1. Distribusi Suhu di Zona Eufotik Perairan Teluk Banten | 47 |
| 2. Distribusi Salinitas di Zona Eufotik Perairan Teluk Banten..... | 48 |
| 3. Distribusi pH di Zona Eufotik Perairan Teluk Banten | 49 |
| 4. Intensitas Cahaya Permukaan di Perairan Teluk Banten | 50 |
| 5. Intensitas Cahaya Matahari Pada Lapisan Permukaan di Perairan Teluk Banten | 50 |
| 6. Konsentrasi Nutrien di Zona Eufotik Perairan Teluk Banten | 51 |
| 7. Kelimpahan Fitoplankton Pada Periode I di Zona Eufotik Perairan Teluk Banten..... | 53 |
| 8. Kelimpahan Fitoplankton Pada Periode II di Zona Eufotik Perairan Teluk Banten | 54 |
| 9. Kelimpahan Fitoplankton Pada Periode III di Zona Eufotik Perairan Teluk Banten | 55 |
| 10. Panjang Gelombang Pengukuran Klorofil-a Periode I di Zona Eufotik Perairan Teluk Banten | 56 |
| 11. Panjang Gelombang Pengukuran Klorofil-a Periode II di Zona Eufotik Perairan Teluk Banten..... | 58 |
| 12. Kandungan Oksigen Terlarut Periode I di Zona Eufotik Perairan Teluk Banten | 60 |
| 13. Kandungan Oksigen Terlarut Periode II di Zona Eufotik Perairan Teluk Banten | 61 |
| 14. Kandungan Oksigen Terlarut Periode III di Zona Eufotik Perairan Teluk Banten | 62 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sumberdaya ikan pelagis di perairan Teluk Banten berpotensi mengalami *degradasi* populasi. Hal ini dapat disebabkan karena tekanan penangkapan yang intensitasnya semakin meningkat serta gangguan akibat masukan nutrien dalam jumlah yang besar (pengkayaan nutrien) sehingga diversitas, kestabilan dan produktivitas ikan pelagis termasuk ekosistem perairan lainnya ikut pula terganggu. Hal ini dapat terlihat dari *trend* hasil tangkapan nelayan cenderung mengalami penurunan dari waktu ke waktu (komunikasi pribadi tahun 2006).

Penangkapan ikan pelagis sebagian besar menggunakan bagan tancap dengan sistem pengeoperasian secara rutin (tiap hari) serta menggunakan ukuran mata jaring yang relatif kecil. Dengan operasional penangkapan yang rutin maka sangat memungkinkan hasil yang diperoleh melampaui kapasitas daya dukung perairan sehingga terjadi tangkap lebih pada suatu waktu dan menyebabkan berkurangnya hasil tangkapan pada waktu-waktu lainnya. Sementara dengan ukuran mata jaring yang relatif kecil menyebabkan terjadinya penangkapan yang tidak selektif (*bycatch*) dengan menangkap ikan-ikan pada *food web level* yang rendah (berukuran kecil) sehingga memutuskan rantai makanan bagi ikan-ikan pada *food web level* yang lebih tinggi (berukuran besar).

Masukan nutrien ke perairan terutama yang berasal dari daratan dalam jumlah besar yang melebihi kapasitas daya dukung akan menyebabkan terjadinya pengkayaan nutrien. Dampak dari pengkayaan nutrien ini bagi ekosistem perairan adalah sangat merugikan kegiatan perikanan, karena selain dapat menyebabkan kematian ikan secara langsung juga dapat menyebabkan munculnya jenis-jenis fitoplankton tertentu yang bersifat toksik yang jika dimakan oleh ikan akan menyebabkan kematian. Selain itu, nutrien dalam jumlah sedikit juga sangat merugikan kegiatan perikanan karena tidak menyokong pertumbuhan fitoplankton yang menjadi produsen utama dalam *food web level* sehingga akan terjadi *degradasi* (*degradasi* dalam pengertian sumberdaya ikan akan ditemukan dalam jumlah yang sedikit atau bahkan tidak ada).

Jika hal tersebut tidak segera dikendalikan maka dalam jangka panjang dampak *degradasi* sumberdaya ikan pelagis akan sangat merugikan baik secara ekonomi maupun kelestarian sumberdaya ikan itu sendiri. Oleh karena itu sangat diperlukan adanya penelitian yang secara komprehensif yang dapat menghasilkan dan merumuskan suatu model pengelolaan yang dapat dijadikan acuan (pedoman) baku yang dapat digunakan dalam menentukan secara pasti status pemanfaatan dan potensi sumberdaya ikan pelagis yang berada di perairan sehingga sumberdaya ikan pelagis keberadaannya tetap stabil dan dapat dimanfaatkan secara lestari dan berkelanjutan serta dapat memberikan keuntungan optimal bagi ekosistem dan nelayan.

1.2. Rumusan Masalah

Pada prinsipnya terdapat dua hal mendasar yang menjadi penyebab terjadinya degradasi sumberdaya ikan pelagis saat ini, yaitu (1) belum memadainya pengetahuan mengenai potensi sumberdaya ikan pelagis, dan (2) belum memadainya pengetahuan mengenai tingkat pemanfaatan ikan pelagis yang lestari dan berkelanjutan. Hal ini, sampai sekarang masih menjadi permasalahan yang belum dapat diselesaikan dengan baik khususnya dalam perikanan tangkap ikan pelagis di perairan teluk Banten.

Pendugaan potensi dan tingkat pemanfaatan sumberdaya ikan pelagis di perairan teluk Banten sampai saat ini belum jelas. Selama ini, pendugaan potensi dan tingkat pemanfaatan ikan pelagis dilakukan dengan pendekatan estimasi hasil tangkapan nelayan. Ternyata metode penentuan seperti ini masih memiliki banyak kelemahan dengan tingkat kekeliruan yang sangat tinggi sehingga perlu direvisi. Salah satu alternatif yang perlu dikembangkan serta didukung oleh konsep ilmiah yang jelas dalam menduga status potensi dan tingkat pemanfaatan ikan pelagis di perairan adalah pendekatan jaring makanan (food web) yang berbasiskan produktivitas plankton.

Keberadaan ikan pelagis di perairan merupakan fungsi dari produktivitas primer fitoplankton. Sedangkan produktivitas primer fitoplankton itu sendiri merupakan fungsi dari berbagai faktor oseanografi fisika, kimia dan biologi perairan. Sehingga dengan memahami dan mengetahui hal ini akan sangat membantu dalam menentukan dugaan mengenai potensi dan pemanfaatan ikan pelagis sebagai trophic level di atasnya.

1.3. Ruang Lingkup

Untuk dapat mengetahui faktor-faktor penyebab terjadinya sumberdaya ikan pelagis di perairan, maka akan digunakan dua pendekatan yang dapat diuraikan sebagai berikut :

- a. Pendekatan melalui kajian aspek lingkungan. Data penting yang diperlukan mencakup parameter oseanografi fisika, kimia, dan biologi. Parameter-parameter ini merupakan hal penting yang perlu diketahui. Hal ini disebabkan karena dinamika dari faktor tersebut akan berpengaruh khususnya pada berbagai aktivitas biologis di ekosistem perairan.
- b. Pendekatan melalui kajian aspek penangkapan. Parameter utama yang diperlukan berkaitan dengan aspek ini adalah data tangkapan ikan bagan tancap di perairan. Hal ini penting untuk diketahui karena disamping ingin mengetahui potensi ikan di perairan juga dapat digunakan sebagai data dasar untuk memprediksi potensi dan pemanfaatan ikan pelagis di perairan teluk melalui simulasi pemodelan.

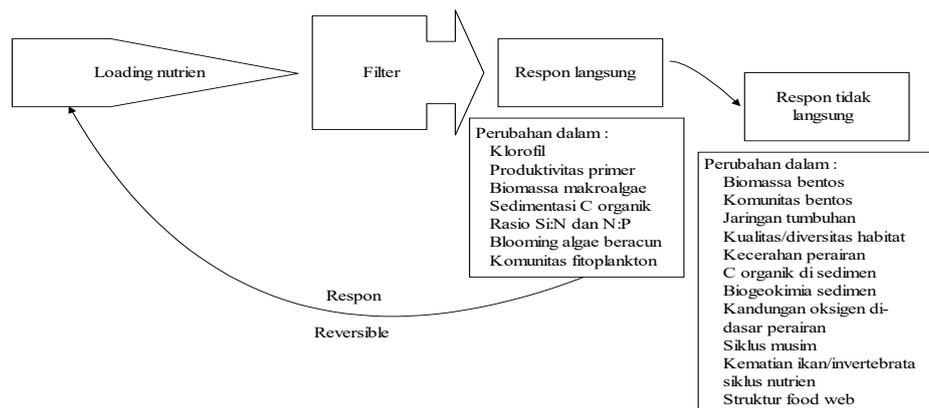
Sehingga dengan melalui dua aspek pendekatan tersebut diharapkan potensi ikan pelagis di perairan teluk akan dapat lestari dan dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Daya Dukung Ekosistem Perairan Dalam Menunjang Populasi ikan

Masukan nutrisi (pengkayaan nutrisi) di perairan berasal dari dua sumber, yaitu sumber alami yang disebabkan oleh *up welling* dan sumber antropogenik yang disebabkan oleh aktivitas manusia di darat yang mengalir melalui aliran sungai (Rabalais 1999). Selanjutnya dijelaskan bahwa sejumlah nutrisi tertentu (nitrogen dan fosfat) dalam jumlah sesuai dibutuhkan fitoplankton untuk proses asimilasi, namun dalam jumlah yang berlebihan akan menyebabkan gangguan yang berlanjut pada ekosistem perairan. Masukan nutrisi akan berdampak pada perubahan komponen struktur dan fungsi ekosistem perairan (Gambar 1).



Gambar 1. Dampak masukan nutrisi pada berbagai komponen ekosistem (sumber : Cloern 2001).

Aertebjerg *et al.* (2001) memberikan zonasi status trophic ekosistem perairan berdasarkan tingkat pengkayaan nutrisi yang terdiri atas oligotrophic (perairan dengan nutrisi rendah), mesotrophic (perairan dengan nutrisi sedang), eutrophic (perairan dengan nutrisi tinggi), dan hipertrophic (perairan dengan nutrisi sangat tinggi). Besarnya nilai konsentrasi nutrisi pada setiap trophic berbeda-beda (Tabel 1) tergantung pada tipe dan karakteristik perairan.

Tabel 1. Konsentrasi nutrisi dan beberapa parameter ekosistem perairan pada setiap trophic

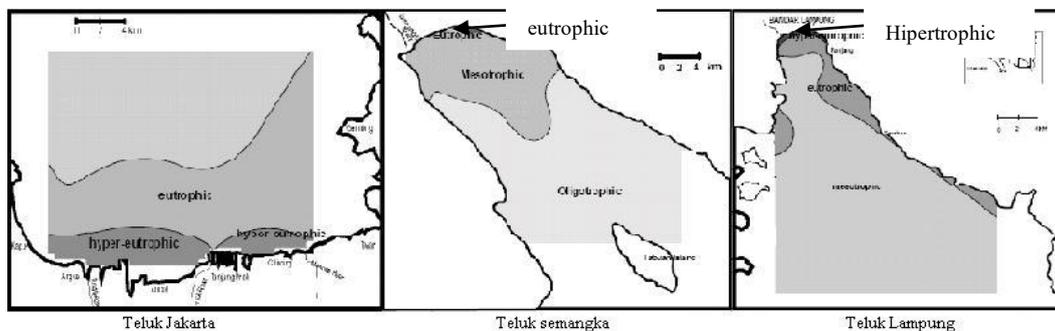
| Parameter | Oligotrophic | Mesotrophic | Eutrophic | Hypertrophic |
|---|--------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------------|
| Total phosphorus ($\mu\text{g P/l}$) ¹ | 8.0 | 26.7 | 8.4 | 750-1200 (kisaran) |
| Total nitrogen ($\mu\text{g N/l}$) ¹ | 661 | 753 | 1875 | |
| Klorofil-a ($\mu\text{g/l}$) ¹ | 1.7 | 4.7 | 14.3 | 100-150 (kisaran) |
| Secchi disk (m) ¹ | 9.9 | 4.2 | 2.45 | |
| Produktivitas primer fitoplankton ($\text{gC/m}^2/\text{tahun}$) ² | < 100 | 100-300 | 300-500 | > 500 |
| Lain-lain ³ | Aktivitas biologi rendah | Aktivitas biologi lebih | bbpr jenis ikan tertekan | Jenis ikan tidak dapat hidup |

Keterangan : ¹Modifikasi dari OECD (1982) dalam Widjaja (2002)

²Aertebjerg (2001)

³EPA (2002) dalam Richardson (2003)

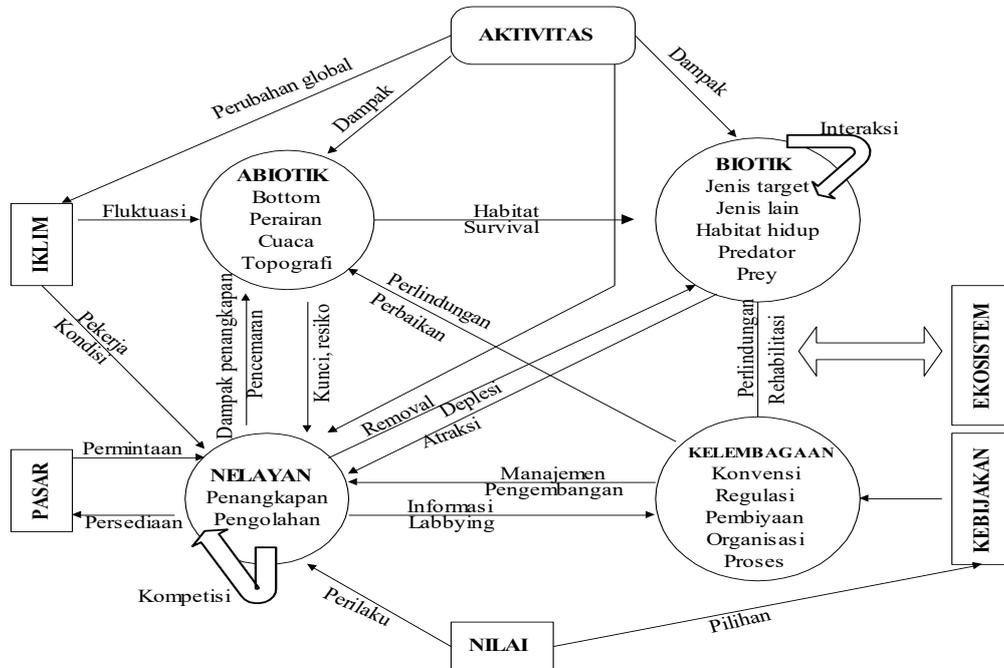
Pada Gambar 1 dan Tabel 1 terlihat dampak signifikan dari pengkayaan nutrisi pada terganggunya struktur dan fungsi ekosistem bagi kehidupan biota perairan terutama berbagai jenis ikan di zona eutrophic dan hipertrophic. Sebagai contoh, hasil penelitian yang dilakukan oleh Damar *et al.* (2005) menyimpulkan bahwa ekosistem perairan teluk Jakarta telah berada pada trophic eutrophic dan hipertrophic, sehingga struktur dan fungsi ekosistem di perairan ini tidak lagi mendukung kehidupan organisme di dalamnya termasuk berbagai jenis ikan, berbeda dengan teluk Semangka masih berada pada trophic mesotrophic dan oligotrophic serta teluk Lampung berada pada trophic mesotrophic (Gambar 2).



Gambar 2. Zonasi berdasarkan tingkat pengkayaan nutrisi (sumber: Damar *et al.* 2005).

Gocke dan Lenz (2004) menyatakan bahwa pengukuran produktivitas primer fitoplankton merupakan satu syarat dasar untuk mempelajari struktur dan fungsi ekosistem perairan. Hal ini disebabkan karena struktur dan fungsi ekosistem merupakan salah satu mata rantai yang saling berinteraksi (Gambar 3), fungsi ekosistem laut tergantung pada struktur, keanekaragaman jenis, dan integritasnya (Cury *et al.* 2003). Pada dasarnya kelimpahan dan keanekaragaman

jenis ikan (ukuran dan jenis) di ekosistem laut sangat ditentukan oleh produktivitas primernya, jika produktivitas primer tinggi akan diikuti pula oleh tingginya produktivitas sekunder (sebagai mata rantai penghubung antara produser utama dengan kelompok herbivor dan karnivor) yang selanjutnya akan diikuti oleh tingginya kelimpahan dan keanekaragaman jenis ikan (Miller 2004).



Gambar 3. Interaksi struktur dan fungsi ekosistem dengan komponen-komponen lain yang mempengaruhinya (sumber : Staples dan Cochrane 2003).

2.2. Komponen *Food Web* di Perairan

Food web sering diaplikasikan untuk menggambarkan posisi species atau individu dalam suatu rantai makanan. Hakanson dan Boulion (2003) menyatakan bahwa komponen *food web* pada ekosistem perairan terdiri dari dua komponen utama, yaitu (1) tiga produser primer yang terdiri dari fitoplankton, algae bentik, makrophyta, dan (2) lima produser sekunder yang terdiri dari zooplankton herbivor, zooplankton predator, zoobentos, ikan pemangsa, ikan predator dan satu dekomposer (saprophyta atau reduser), bakterioplankton. Sedangkan kelompok organisme lainnya, seperti fungi dan bakteri bentik tidak termasuk sebagai individu karena mereka mengalami perubahan terus menerus ke zoobentos.

Fitoplankton dalam ekosistem perairan menempati trophic level pertama karena perannya dalam proses mensuplai bahan pada *food web* planktonik, yang

dihasilkan sebagai senyawa organik yang menjadi sumber carbon dan energi terpenting bagi organisme di berbagai lingkungan perairan. Fitoplankton merupakan tumbuhan yang paling luas tersebar dan ditemukan di seluruh permukaan laut dan pada kedalaman sampai setebal lapisan eufotik. Fitoplankton menghasilkan karbon 10^{10} ton setiap tahun atau kira-kira 50% dari seluruh karbon yang dihasilkan oleh seluruh tumbuh-tumbuhan dan diperkirakan 50% produktivitas primer di laut dihasilkan oleh fitoplankton (Rost *et al.* 2003).

Zooplankton di dalam sistem kehidupan akuatik merupakan konsumen pertama yang memanfaatkan produksi primer yang dihasilkan oleh organisme fitoplankton. Keberadaan zooplankton di perairan banyak terkait dengan fitoplankton. Pada kondisi tertentu perubahan kualitatif dan kuantitatif pada fitoplankton akan dapat mempengaruhi secara langsung keberadaan zooplankton, terutama zooplankton herbivora (Wiadnyana 1999).

2.3. Analisis Model Ekosistem Dalam Pengelolaan Sumberdaya Ikan

Richardson (2003) menyatakan bahwa gangguan terhadap ekosistem perairan akan berdampak pada perubahan kelimpahan organisme baik fitoplankton maupun sumberdaya ikan yang bervariasi pada setiap trophic level dalam *food web*, selanjutnya akan berpengaruh pada web (jaringan) yang pada akhirnya akan memutuskan rantai makanan di perairan. Adanya aktivitas juga dapat merubah distribusi spasial dan kelimpahan ikan dan selanjutnya berpengaruh penting terhadap interaksi species dan struktur trophic pada umumnya (Garisson dan Lingk 2000 dalam Lopez *et al.* 2005). Oleh karena itu pengetahuan tentang evolusi spasial dan temporal komunitas ikan akan sangat membantu untuk memahami pengaruh aktivitas baik karena penangkapan maupun *anthropogenik* (Lopez *et al.*, 2005).

Model-model trofodinamika ekosistem menyediakan suatu peluang untuk dapat mengevaluasi status suatu ekosistem dan juga membuat penaksiran tentang ekosistem dibawah berbagai skenario penangkapan maupun pengaruh lainnya (Ross 1994; Trites 2003). Model *food web* memungkinkan suatu pengujian dari tingkah laku matriks ekosistem seperti perubahan aliran energi atau rata-rata trophic level, agar dapat dengan mudah diterjemahkan ke dalam *reference point* yang mudah dipahami (Poepperl 2003). Melalui pemodelan sistem memungkinkan untuk memperoleh suatu pemahaman menyangkut efek tidak langsung dan untuk

mengembangkan matriks ekosistem sebagai dasar dari poin-poin acuan yang diperlukan dalam pengelolaan khususnya multispecies (Stefansson 2003).

Dari berbagai literatur, terdapat 33 model terapan multispecies ekosistem laut. *ICES Working Group dalam* Robinson dan Frid (2003) mengategorikan model berdasarkan pengaruh penangkapan terhadap ekosistem menjadi tujuh kategori model seperti berikut:

- Model berdasarkan habitat, meliputi penjelasan bagaimana kegiatan penangkapan merubah total ukuran habitat.
- Model berdasarkan pada matrik komunitas. Model ini menggambarkan bagaimana matriks tingkat komunitas berubah sebagai respon terhadap penangkapan.
- Model *single-species* dengan variabel mangsa-pemangsa, yaitu reaksi umpan balik trophic searah pada model *single-species* dinamis akibat suatu gangguan perikanan.
- Model produksi multispecies, yang menunjukkan bagaimana penangkapan terhadap predator atau prey akan berpengaruh pada kelimpahan masing-masing.
- Model multispecies dinamik, dapat menggabungkan dinamika spasial atau struktur umur/ukuran populasi ke dalam perubahan dalam interaksi predator-prey oleh gangguan penangkapan.
- Model agregat ekosistem, bagian dari *food web* dan pembelanjaan energi, menggambarkan perubahan energi, carbon atau biomass fungsi agregat kelompok spesies.
- Model ekosistem dengan struktur umur ukuran. Berbeda dengan model agregat ekosistem dimana fungsi kelompok individu secara umum dikurangi agregat dan disini memiliki penyelesaian temporal terbesar dalam dinamika.

Berdasarkan penggolongan model aplikasi tersebut, Robinson dan Frid (2003) melakukan penilaian dan mendapatkan sembilan kelompok fungsional penting dalam pengkajian dampak ekologi dari kegiatan penangkapan. Sembilan kelompok fungsional tersebut adalah detritus, nutrien, produser primer, bentos, ikan target, ikan non target, elasmobranchi, seabirds, dan mamalia laut. Model-model tersebut juga dikaji dengan menambahkan beberapa faktor yang menjadi dasar aturan dalam ekosistem laut dan dalam penggolongan peranan prediksi proses ekologi (contoh simulasi, ruang, hasil perikanan atau kematian).

2.4. Status Pemanfaatan Sumberdaya Ikan Pelagis di Perairan Indonesia

Secara nasional ketersediaan sumberdaya ikan pelagis yang telah dieksploitasi belum menunjukkan adanya indikasi bahwa telah terjadi pemanfaatan sumberdaya secara penuh atau lebih. Hal ini dapat dilihat dari tingkat pemanfaatan secara nasional masih berada pada kisaran 50% (Tabel 2), akan tetapi distribusinya menurut perairan sangat tidak seimbang.

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa ikan pelagis besar yang berada di perairan Selat Malaka dan Laut Jawa telah berada pada fase tangkap lebih (over exploited) dan di Laut Sulawesi dan Samudra Pasifik telah berada pada fase tangkap penuh (full exploited) sedangkan di perairan lainnya masih perlu ditingkatkan. Sedangkan ikan pelagis kecil yang berada di perairan Laut Jawa dan Laut Banda telah berada pada fase over exploited dan di Selat Malaka telah berada pada fase tangkap penuh sedangkan di perairan lainnya masih perlu ditingkatkan. Hal yang sama dikemukakan pula oleh Budiono dan Atmini (2002) bahwa ikan pelagis kecil di perairan Selat Malaka dan Laut Jawa sudah mengalami over exploited.

Tabel 2. Estimasi potensi, produksi dan tingkat pemanfaatan sumberdaya ikan pelagis di perairan Indonesia

| No. | Kelompok Sumberdaya | Wilayah Pengelolaan Perikanan | | | | | | | | | Perairan Indonesia |
|-----|--------------------------------------|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| 1. | Ikan Pelagis besar : | | | | | | | | | | |
| | Potensi (10 ³ ton/tahun) | 27,67 | 66,08 | 55,00 | 193,60 | 104,12 | 106,51 | 175,26 | 50,86 | 386,26 | 1,165,362 |
| | Produksi (10 ³ ton/) | 35,27 | 35,16 | 137,82 | 85,10 | 29,10 | 37,46 | 153,43 | 34,55 | 188,28 | 736,17 |
| | Pemanfaatan (%) | >100 | 53,21 | >100 | 43,96 | 27,95 | 35,17 | 87,04 | 67,93 | 48,74 | 63,17 |
| 2. | Ikan Pelagis kecil : | | | | | | | | | | |
| | Potensi (10 ³ ton/tahun) | 147,30 | 621,50 | 340,00 | 605,44 | 132,00 | 379,44 | 384,75 | 486,66 | 526,57 | 3,605,66 |
| | Produksi (10 ³ ton/tahun) | 132,70 | 205,53 | 507,53 | 333,35 | 146,47 | 119,43 | 62,45 | 12,31 | 264,56 | 1,784,33 |
| | Pemanfaatan (%) | 90,15 | 33,07 | >100 | 55,06 | >100 | 31,48 | 16,23 | 2,63 | 50,21 | 49,49 |

Sumber : BRKP-DKP dan PJO LIPI (2001)

Catatan :

1. Selat Malaka, 2. Laut China Selatan, 3. Laut Jawa, 4. Selat Makasar dan Laut Flores, 5. Laut Banda, 6. Laut Seram dan Teluk Tomini, 7. Laut Sulawesi dan Samudra Pasifik, 8. Laut Arafura, 9. Samudra Hindia.

Status sumberdaya perikanan suatu perairan, menurut Hilborn dan Walters (1992) dalam Jennings *et al.* 2001 dapat di kelompokkan atas enam fase, yaitu uneksploitasi, fishery development, full eksploitasi, over eksploitasi, collops dan recovery. Selanjutnya Hilborn dan Walters menggambarkan proses perkembangan keenam fase tersebut sebagai berikut :

- Unexploitasi merupakan fase dimana belum ada pemanfaatan terhadap sumberdaya, dicirikan oleh masih tingginya kelimpahan jenis sumberdaya.
- Fishery development merupakan fase dimana nelayan yang baru mulai beroperasi (mulai usaha) dan pada fase ini nelayan tersebut akan mencari laba yang lebih besar.
- Full eksploitasi merupakan fase dimana nelayan yang mengambil sumberdaya perikanan penuh. Fase ini dicirikan oleh berkurangnya kelimpahan dan meningkatnya total hasil tangkapan dan selama fase ini untuk mengembalikan stok (regenerasi) kembali adalah cukup untuk memelihara stok ikan dari penangkapan.
- Over eksploitasi merupakan fase dimana nelayan yang mengambil sumberdaya perikanan dengan kapasitas penangkapan melebihi laju pengembalian stok (regenerasi) Pada fase ini untuk memperbaiki kembali dengan cara aktivitas penangkapan yang telah mencapai maksimum harus dihentikan. Dampak dari over eksploitasi ini adalah berkurangnya kelimpahan dan kemampuan pengembalian stok berkurang.
- Collapse merupakan fase jika upaya penangkapan tidak dikurangi maka perikanan akan terkuras yang dicirikan oleh tidak adanya hasil tangkapan.
- Recovery merupakan fase jika nelayan berusaha untuk meninggalkan kegiatan perikanan mereka, ini berarti mereka memperbaiki kembali stok biomasa dengan memilih mencari nafkah dengan memancing dan menghindari penggunaan motorisasi dan alat tangkap yang merusak.

Berdasarkan hasil penelitian berbasis biologi menurut spesies dengan kategori bernilai ekonomis tinggi atau berlimpah telah diupayakan secara bertahap untuk memberikan makna tingkat pemanfaatan dari sudut pandang aspek biologi. Analisis sementara telah memberikan indikator tentang adanya kecenderungan tekanan penangkapan semakin tinggi yang digambarkan oleh turunnya berat rata-rata hasil tangkapan per ekor, pergeseran modus sebaran ukuran panjang maupun pergeseran komposisi jenis ikan dengan semakin dominannya kelompok jenis ikan yang termasuk dalam “trophic level” yang lebih rendah (Nurhakim 2006). Kajian ini masih merupakan indikator yang masih perlu untuk ditelaah secara lebih mendalam dan diamati secara teratur dan terencana.

BAB III

TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1. Tujuan Penelitian

Penelitian ini mempunyai tujuan sebagai berikut :

1. Menentukan hubungan antara faktor-faktor oseanografi fisika dan kimia dengan dinamika fitoplankton dan zooplankton di perairan teluk Banten
2. Menentukan daya dukung lingkungan perairan teluk kaitannya dalam mendukung potensi populasi ikan pelagis yang dilakukan melalui dua pendekatan, yaitu :
 - a. Menghitung besarnya masukan nutrien yang masuk ke perairan teluk melalui aliran sungai,
 - b. Menghitung produktivitas perairan melalui pengukuran produktivitas primer fitoplankton dan produktivitas sekunder zooplankton
3. Menentukan status potensi dan menduga melalui simulasi pemodelan status pemanfaatan sumberdaya ikan pelagis kecil di perairan.

3.2. Manfaat Penelitian

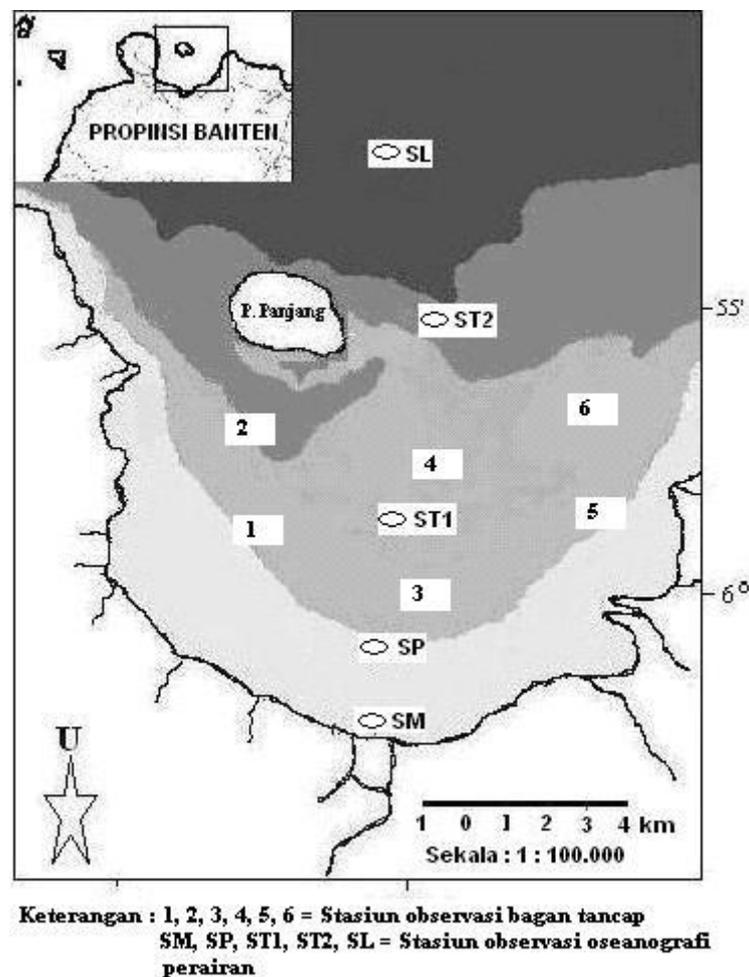
Manfaat secara ekologis dari penelitian adalah (1) dapat menduga sisa dan potensi ikan pelagis di perairan, dan (2) dapat menentukan jenis-jenis ikan pelagis yang hilang atau punah atau mengalami degradasi di perairan, serta (3) dapat mengetahui jenis-jenis ikan yang bukan jenis asli pada suatu perairan (menjadikan suatu perairan sebagai daerah untuk mencari makan dan pemijahan). Sedangkan manfaat secara kebijakan khususnya bagi para pengambil kebijakan untuk dapat menjadikan informasi ini sebagai dasar pengelolaan sumberdaya ikan pelagis agar dapat dimanfaatkan secara lestari dan berkelanjutan.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini rencananya akan dilaksanakan di daerah penangkapan ikan bagan tancap di perairan Teluk Banten, Propinsi Banten. Secara geografis lokasi penelitian berada pada koordinat $106^{\circ} 6' - 106^{\circ} 7'$ BT dan $55^{\circ} 6' - 55^{\circ} 8'$ LS. Peta lokasi penelitian disajikan pada Gambar 4.

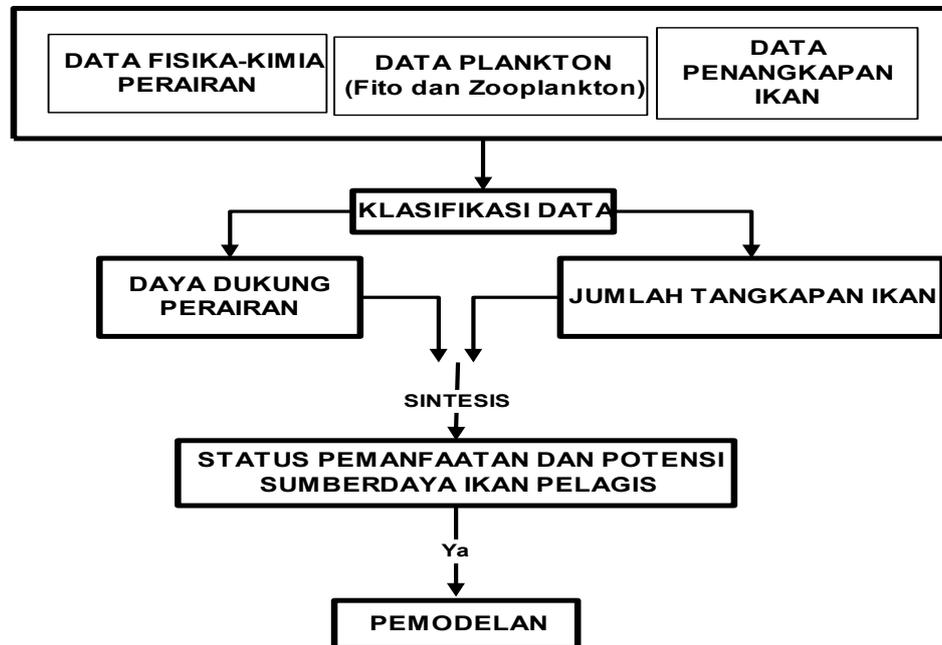


Gambar 4. Peta lokasi penelitian di perairan teluk Banten.

4.2. Tahapan Penelitian

Untuk mencapai tujuan jangka panjang dan target penelitian ini, maka akan dilakukan beberapa tahapan penelitian (Gambar 5). Pentahapan ini dilakukan dengan

maksud selain untuk mencapai seperti yang telah disebutkan di atas, juga sebagai salah satu cara termudah untuk mendapatkan informasi (data) sekaligus sebagai penjelasan atau jawaban dari tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini.



Gambar 5. Tahapan Pelaksanaan Penelitian.

4.3. Desain Penelitian

4.3.1. Penentuan Stasiun dan Titik Pengambilan Contoh

Untuk mencapai tujuan dalam penelitian ini, maka lokasi penelitian secara horisontal dipisahkan atas empat zona, yaitu zona muara sungai, zona pantai, tengah teluk, dan luar teluk. Pada setiap zona akan ditempatkan masing-masing satu stasiun (kecuali zona tengah terdiri atas dua stasiun yang satu mengarah dekat zona pantai dan satunya mengarah dekat zona luar teluk) (Gambar 6). Zonasi secara horisontal dimaksudkan karena fitoplankton dan zooplankton bervariasi pada setiap zona berkaitan dengan ketersediaan cahaya matahari dan nutrisi di ketiga zona tersebut.

pada bagian 4.3.1. Perekaman data dilakukan pada saat CTD mulai diturunkan (permukaan) dan selanjutnya direkam pada setiap interval 1 cm.

Pengukuran Nutrien

Masukan Nutrien. Contoh air diambil 1 liter pada stasiun muara sungai. Air contoh dimasukkan ke dalam botol sampel polyetilen kapasitas 1 liter. Contoh air dimasukkan dalam box ice. Sebelum analisis lanjutan di laboratorium terlebih dahulu dilakukan filtrasi yaitu contoh air laut disaring dengan filter nukleopore (diameter 47 mm dan porositas 0,45 μm) yang dibantu dengan menggunakan pompa vakum melewati suatu glass microfibre filter. Setelah konsentrasi nutrien (ammonia-nitrogen, nitrat-nitrogen, nitrit-nitrogen, ortofosfat dan silikat), selanjutnya dilanjutkan dengan menghitung loading nutrien di perairan. Model yang digunakan untuk menghitung besarnya loading nutrient ke perairan dengan menggunakan formula sebagai berikut (Dolan *et al.* 1981 dalam Livingston 2003) :

$$\bar{u}_y = u_x \frac{m_y}{m_x} \left(\frac{1 + \frac{1}{n} \frac{S_{xy}}{m_x m_y}}{1 + \frac{1}{n} \frac{S_{x^2}}{m_x^2}} \right)$$

dimana : \bar{u}_y = estimasi loading, u_x = rata-rata harian masukan dalam setahun, m_y = rata-rata loading harian setiap hari pada konsentrasi weredetermined, m_x = rata-rata flow harian pada hari dimana konsentrasi weredetermined,

$$S_{xy} = \frac{1}{(n-1)} \sum_{i=1}^n x_i y_i - n m_x m_y$$

$$S_{x^2} = \frac{1}{(n-1)} \sum_{i=1}^n x_i^2 - n m_x^2$$

dimana : n = jumlah hari dimana konsentrasi determined, x_i = individu masukan yang diukur, y_i = loading harian setiap hari pada konsentrasi weredetermined.

Konsentrasi nutrien. Pada zona luar teluk, contoh air diambil sebanyak 3 liter pada kedalaman 0 meter, 5 meter, 10 meter, 15 meter, 20 meter dan 25 meter. Pada zona tengah teluk contoh air yang diambil antara 2 – 3 liter pada kedalaman 0 meter, 5 meter, 10 meter, dan 15 meter. Sedangkan pada zona pantai contoh air diambil

sebanyak 1 liter pada kedalaman 0 meter dan 5 meter. Contoh air diambil dengan menggunakan *Van Dorn* kapasitas 5 liter.

Pengukuran Intensitas Cahaya

Pengukuran intensitas cahaya juga dilakukan pada berbagai kedalaman yang dapat menembus kolom air dilakukan dengan menggunakan Lux Meter. Kedalaman yang akan diukur nilai intensitas cahaya yakni pada kedalaman 0 meter, 5 meter, 10 meter, 15 meter, 20 meter dan 25 meter. Zona tengah teluk dilakukan pada kedalaman 0 meter, 5 meter, 10 meter, 15 meter. Zona pantai dilakukan pada kedalaman 0 meter, dan 5 meter. Prinsip pengukuran dengan alat ini adalah pada saat diturunkan ke kolom air, sensor yang terdapat pada alat ini akan merekam intensitas cahaya pada setiap lapisan kolom air sampai pada kedalaman yang akan diukur intensitas cahayanya.

Pengukuran Produktivitas Perairan

Produktivitas primer fitoplankton. Produktivitas primer ditentukan berdasarkan laju fotosintesis fitoplankton. Parameter ini ditentukan lewat suatu eksperimen dengan metode botol gelap dan botol terang. Dengan melakukan pengukuran selama 12 jam maka produktivitas primer harian dapat diketahui. Percobaan juga dilakukan pada berbagai musim untuk melihat perbedaan harian intensitas cahaya, paling tidak dilakukan pada 4 musim. Untuk melihat perbedaan produktivitas primer berdasarkan kedalaman maka inkubasi juga dilakukan pada berbagai kedalaman. Inkubasi di zona luar teluk dilakukan pada kedalaman 0 meter, 5 meter, 10 meter, 15 meter, 20 meter dan 25 meter. Zona tengah teluk dilakukan pada kedalaman 0 meter, 5 meter, 10 meter, 15 meter. Zona pantai dilakukan pada kedalaman 0 meter, dan 5 meter. Untuk melihat perbedaan laju produksi berdasarkan perbedaan komposisi dan kelimpahan fitoplankton pada setiap percobaan dilakukan identifikasi jenis dan kelimpahan fitoplankton. Dari hasil itu maka laju produksi dapat diketahui dan didekati berdasarkan taxa atau genera dominan yang ada. Dalam waktu yang bersamaan dengan pengukuran klorofil-a pada berbagai komposisi dan kelimpahan fitoplankton maka koreksi terhadap laju produksi per biomassa klorofil-a secara umum dapat dilakukan atau menemukan konstanta untuk konversi laju produksi per satuan biomassa klorofil-a per taxa dominan. Hal ini bertujuan untuk mendekati perubahan laju produksi berdasarkan perubahan komposisi fitoplankton dalam perairan.

Dari penjelasan di atas maka direncanakan akan dilakukan percobaan pengukuran produktivitas primer ini pada berbagai kondisi yang berbeda selama setahun yaitu berdasarkan perbedaan kondisi lingkungan meliputi: konsentrasi nutrisi, cahaya, komposisi dan kelimpahan fitoplankton, suhu, salinitas, kedalaman, dan kecepatan arus. Percobaan ini dilakukan pada stasiun observasi. Dengan pengukuran komposisi dan kelimpahan fitoplankton, kandungan klorofil-a dan semua parameter lingkungan pada stasiun observasi maka selanjutnya dapat dihitung produktivitas primer harian pada berbagai kedalaman diseluruh wilayah penelitian, sehingga total produksi harian ($\text{mgC/m}^3/\text{hari}$) dari seluruh volume air yang dimodelkan dapat dihitung.

Nilai kandungan oksigen terlarut pada botol terang dan botol gelap setelah diinkubasi dihitung dengan menggunakan formula sebagai berikut :

$$\text{mg } O_2/L = \frac{(\text{ml titran})(\text{Normalitas thiosulfat})(8)(1000)}{(\text{ml sampel}) \frac{(\text{ml BOD} - \text{ml reagen terpakai})}{(\text{ml botol BOD})}}$$

Catatan : Normalitas thiosulfat 0.013 N
 Reagent terpakai 4 ml (1 ml MnSO_4 dan $\text{NaOH} + \text{KI}$ da 2 ml H_2SO_4 ,
 untuk volume botol BOD 300 ml).

Selanjutnya menghitung produktivitas primer fitoplankton dengan nilai oksigen terlarut dikonversi kedalam satuan $\text{mgC/m}^3/\text{jam}$ (Umayal dan Cuvin 1988) sebagai berikut :

Produktivitas primer bersih dihitung dengan menggunakan formula berikut :

$$\text{NPP} = \frac{(O_2(BT)) - (O_2(BA)) \times 1000 \times 0,375}{PQ(t)}$$

Produktivitas primer kotor dihitung dengan menggunakan formula berikut :

$$\text{GPP} = \frac{(O_2(BT)) - (O_2(BG)) \times (1000) \times 0,375}{PQ(t)}$$

dimana :

NPP = Produktivitas primer bersih ($\text{mg C/m}^3/\text{jam}$)

GPP = Produktivitas primer kotor ($\text{mgC/m}^3/\text{jam}$)

- O_2BT = Oksigen pada botol terang (BT) setelah inkubasi (mg/l)
 O_2BG = Oksigen pada botol gelap setelah inkubasi (mg/l)
 O_2BA = Oksigen pada botol inisial (BI) (mg/l)
 PQ = Photosintetic Quotien = 1,2; dengan asumsi bahwa hasil metabolisme sebagian besar didominasi oleh fitoplankton
 t = Waktu inkubasi (jam)
 1000 = Konversi liter menjadi m^3
 0,375 = Koefisien konversi oksigen menjadi carbon (=12/32)
 Catatan : PQ merupakan perbandingan O_2 yang dihasilkan dengan CO_2 yang digunakan melalui proses fotosintesis. Nilai PQ berkisar 1.1–1.3 (Ryther 1965 dalam Lalli dan Parsons 1993).

Produktivitas sekunder zooplankton. Berat kering zooplankton dikonversi kedalaman biomassa karbon dengan mengalikan faktor 0.4, sehingga produksi sekunder dapat dihitung dengan menggunakan formula hubungan ketergantungan temperatur Huntley dan Lopez (Huntley dan Lopez 1992 dalam Murrell dan Lores 2004) sebagai berikut :

$$P = B \times 0.0445 e^{0.111 \times T}$$

dimana : P = produksi zooplankton ($\mu gC/l/hari$), B = biomassa zooplankton ($\mu gC/l$), dan T = adalah temperatur perairan ($^{\circ}C$).

Pengukuran Klorofil-a

Air sampel yang digunakan untuk mengukur konsentrasi klorofil-a diambil dari kedalaman yang akan ditentukan kemudian. Jumlah contoh air yang diambil 1 liter untuk zona pantai, 2 liter untuk zona tengah teluk dan 3 liter untuk zona luar teluk. Kemudian contoh air tersebut dimasukkan dalam botol polyetilen yang dibungkus dengan plastik hitam dan dimasukkan dalam box ice. Air sampel tersebut kemudian disaring dengan kertas WHATMAN HAWP berpori $0,45 \mu m$ (diameter 47 mm). Proses penyaringan dibantu dengan pompa tekan-hisap dengan daya hisap tidak lebih dari 50 cmHg. Menjelang selesai penyaringan, kertas dibilas dengan larutan magnesium karbonat, kemudian dibungkus aluminium foil lalu disimpan dalam lemari es selama 24 jam sampai ekstraksi dikerjakan.

Proses ekstraksi dilakukan dengan jalan mengendapkan contoh dalam tabung dengan menggunakan larutan aseton 90%. Endapan kemudian disentrifuge dengan putaran 4000 rpm selama 30 menit, lalu diukur eksitensinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 750-450 nm. Konsentrasi klorofil-a dihitung dengan menggunakan formula menurut APHA (2005), sebagai berikut :

$$Chl a \left(\frac{mg}{m^3} \right) = \frac{26.7 (664_b - 665_a) \times V_1}{V_2 \times l}$$

dimana : V_1 = Volume yang dieksrak (l)

V_2 = Volume sampel (m^3)

664_b = Abs. pada 664 nm-abs. pada 750 nm, sebelum pengasaman

665_a = Abs. Pada 665 nm-abs. Pada 750 nm, setelah pengasaman

l = Panjang kuvet (cm).

Pengukuran Kelimpahan dan Laju Pertumbuhan

Untuk pengukuran kelimpahan jenis fitoplankton dan zooplankton, contoh air laut diambil pada setiap zona dengan kedalaman seperti yang telah diuraikan pada bagian 4.3.1 (Gambar 7c). Contoh air laut diambil sebanyak 25 liter dengan menggunakan van dorn kapasitas 5 liter dan dimasukkan kedalam botol sampel lalu diawetkan dengan larutan lugol pekat 1 ml/100 ml, untuk diidentifikasi. Identifikasi jenis fitoplankton dilakukan dengan menggunakan literatur dari Yamaji (1979), Mizuno (1993), dan Tomas (1997). Kelimpahan fitoplankton dihitung dengan menggunakan metode sensus (penyapuan) di atas *Sedwick Rafter Cell* (SRC) (APHA 2005), dengan rumus sebagai berikut:

$$N = n \times \frac{V_t}{V_{cg}} \times \frac{1}{V_d}$$

dimana : N = Kelimpahan fitoplankton (sel/l)

n = Jumlah sel yang teramati

V_t = Volume air tersaring (ml)

V_{cg} = Volume *Sedwick Rafter Cell* (ml)

V_d = Volume air yang disaring (l).

Pengukuran laju pertumbuhan komunitas fitoplankton dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Fogg 1975; Parsons *et al.* 1984; Lalli dan Parsons 1995; Miller 2004; Boyd *et al.* 2005; Millero 2006) :

$$\mu_1 = \frac{\log_e(N_o + \Delta N) - \log_e(N_o)}{t}$$

dimana :

μ_1 = pertumbuhan komunitas fitoplankton (jam)

N_o = dinyatakan sebagai total standing stok karbon fitoplankton (mg C/m³) sebagai pengganti jumlah sel

ΔN = diukur dalam unit karbon fotosintesis (mg C/m³/jam) dengan menggunakan persamaan (3.4)

t = lama waktu inkubasi (jam)

Sedangkan untuk mengetahui waktu doubling (generasi) dapat hitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Riley dan Chester 1971; Parsons *et al.* 1984; Lalli dan Parsons 1995; Millero 2006) :

$$d = \frac{\log_e 2}{\mu_1}$$

dimana :

d = waktu doubling (generasi per hari)

μ_1 = laju pertumbuhan fitoplankton yang diketahui dari persamaan

Pengukuran Potensi Ikan Pelagis

Dalam menentukan komponen *food web level* ditentukan dengan cara membedah isi lambung ikan yang tertangkap dengan bagan. Analisa isi lambung dilakukan dengan cara mengambil ikan pada 6 unit bagan sebanyak 30 ekor dari setiap jenis ikan pada berbagai ukuran pada setiap minggu. Sampel diawetkan kemudian di bawa ke laboratorium untuk dianalisa. Metode yang digunakan dalam analisis isi lambung ini adalah metode gravimetrik, yaitu dengan mengidentifikasi dan menimbang berat setiap fraksi jenis makanan. Identifikasi isi lambung untuk ikan

planktivorous (pemakan plankton) dilakukan dengan cara mengencerkan isi lambung kemudian diidentifikasi di bawah mikroskop preparat.

Untuk menggambarkan dinamika *food web* maka data-data hasil analisa digunakan untuk membuat beberapa sub model pada setiap *food web level*. Struktur dan ukuran setiap sub *food web level* terdiri *fitoplankton, zooplankton, ikan planktivor (pemakan plankton), ikan karnivor dan ikan karnivor*. Pada prinsipnya sub model dinamik pada masing-masing *food web* ini dihitung dan dimodelkan berdasarkan perubahan akibat *penambahan dan pengurangan* biomassa setiap *food web level* berdasarkan perubahan waktu. Untuk membuat masing-masing sub model digunakan alat bantu program *Stella 4.02*.

Setelah melakukan analisa makanan alami, selanjutnya adalah menentukan komponen-komponen penting dalam *food web level* setiap jenis ikan yang tertangkap dengan menggunakan software *TrophLab2K*. Penentuan *food web level* suatu spesies ikan ditentukan berdasarkan komposisi makanan masing-masing fraksi makanannya (*food item*) yang diperoleh dari hasil analisa isi lambung (Pauly *et al.* 2000). Nilai *food web* suatu jenis ikan adalah 1 (satu) ditambah dengan rata-rata *food web level* jenis makanannya, sehingga untuk ikan yang makanannya terdiri dari berbagai *food web* dapat dinyatakan dengan formula sebagai berikut :

$$\text{troph} = 1 + \sum_{j=1}^G \text{DC}_{ij} \cdot \text{troph}_j$$

dimana DC_{ij} adalah fraksi mangsa ke-I dalam makanan konsumen ke-I; troph_j adalah jenjang trophic ke-j dan G adalah jumlah group atau kelompok makanan dari i. Dalam perhitungan *food web level* ini mengacu pada konvensi Internasional Program Biologi pada tahun 60-an yang menyepakati produser primer (fitoplankton) dan detritus (termasuk bakteri) dikategorikan dalam *food web level* 1 sementara zooplankton dalam *food web level* 2.

Dengan menggunakan *TrophLab2K*, selain menghitung trophic level, untuk ikan-ikan karnivor (pemakan segala) yang makan berbagai jenis mangsa dengan trophic level beragam dapat pula dihitung Omnivor Indeks (OI) yang dihitung dari varians (ragam) *food web level* suatu kelompok makanan dengan formula sebagai berikut :

$$OI = \sum_{j=i}^G (\text{troph}_j - \text{troph}_i)^2 \cdot DC_{ij}$$

Omnivor Indeks bernilai 0 kalau semua makanan berasal dari trophic level yang sama dan OI meningkat dengan meningkatnya variasi jenjang trofik jenis makan. Akar dari OI merupakan suatu standar error (s.e) yaitu $s.e. = \sqrt{OI}$ (Christensen dan Pauly 1992).

Pengukuran Status Pemanfaatan Ikan Pelagis

Untuk menentukan status pemanfaatan dan potensi sumberdaya ikan pelagis dengan pendekatan *food web* dilakukan dengan cara sederhana dan berpodaman pada 2 (dua) faktor yang mengontrol komponen *food web level* di ekosistem perairan laut (Cury *et al.* 2003). Kedua faktor pengontrol tersebut dapat diuraikan sebagai berikut :

- Kontrol *bottom-up* dengan menyederhanakan 4 (empat) *food web level* di ekosistem perairan laut. Lingkungan perairan yang sedikit lebih baik, akan mengontrol penurunan fitoplankton, yang pada akhirnya akan berdampak negatif pada kelimpahan zooplankton. Kontrol terhadap berkurangnya kelimpahan zooplankton juga akan menyebabkan penurunan kelimpahan ikan pemangsa (prey), yang akan menyebabkan penurunan jumlah kelimpahan predator.
- Kontrol *top-down* dengan menyederhanakan 4 (empat) *food web level* di ekosistem perairan laut. Penurunan ukuran populasi predator top (atas) akan mengurangi predasi pada prey, disebabkan karena penurunan ukuran populasi zooplankton. Penurunan kelimpahan zooplankton yang berukuran kecil menyebabkan tekanan grazing pada fitoplankton, konsekuensinya akan menjadi lebih melimpah.

Menentukan status pemanfaatan sumberdaya ikan pelagis melalui kontrol *bottom-up* terjadinya berbagai gangguan atau degradasi pada komponen ekosistem (sumberdaya ikan) diawali dengan terganggunya lingkungan perairan yang menyebabkan berkurang atau hilangnya produser utama (fitoplankton) di perairan. Sedangkan kontrol *top-down* bisa disebabkan oleh tekanan penangkapan yang menyebabkan ikan predator menjadi berkurang. Konsekuensi dari kedua faktor ini adalah sama-sama mengganggu struktur dan fungsi ekosistem laut sehingga diversitas, stabilitas dan produktivitas menjadi terganggu pula. Dengan cara ini dapat diketahui *food web level* mana yang menyebabkan terputusnya rantai makanan di perairan.

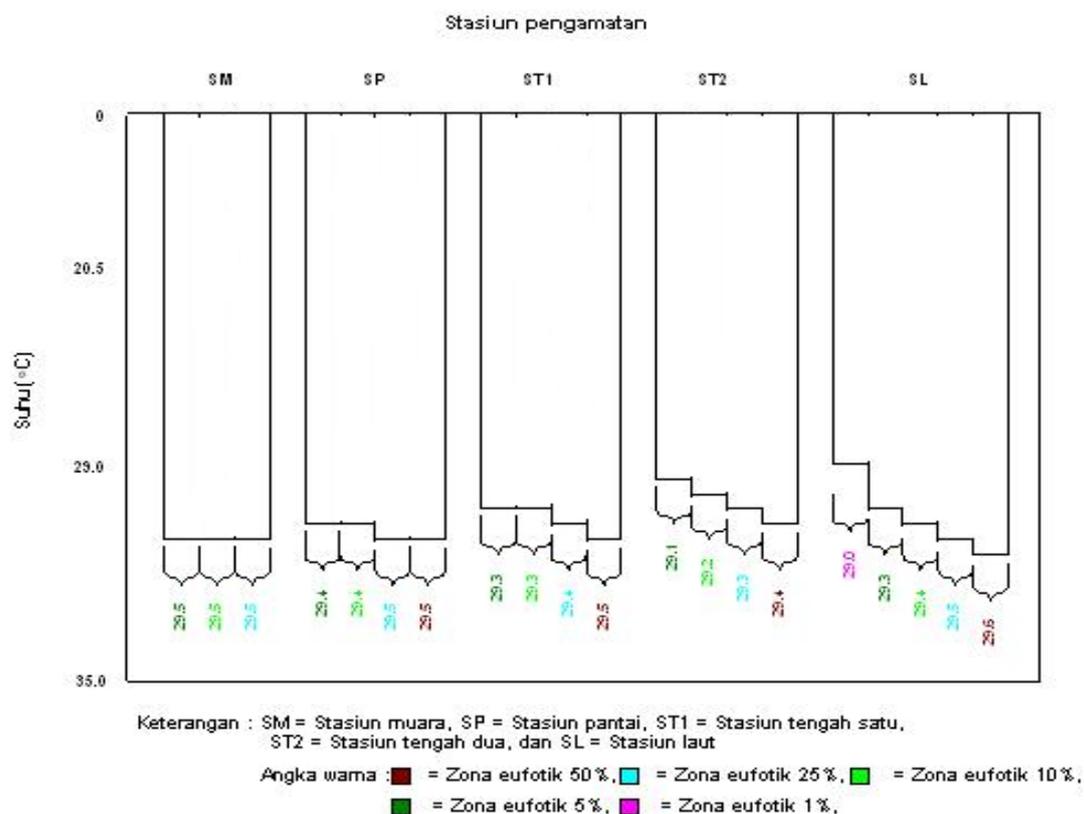
Selain dengan cara tersebut, untuk mengetahui status dan potensi sumberdaya ikan yang kompleks digunakan pendekatan ekosistem salah satunya dengan menggunakan software *STELLA 4.02* yang digunakan sebagai alat untuk mengkaji sumberdaya perikanan dalam ekosistem.

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Suhu

Suhu perairan di zona eufotik perairan teluk Banten relatif sama di kelima stasiun penelitian yang berkisar dari 28.51–29.97°C (Lampiran 1). Hal yang sama terlihat pula dari distribusi rata-rata suhu di zona eufotik relatif sama pada kelima stasiun penelitian (Gambar 7). Walaupun demikian kisaran suhu yang diperoleh pada penelitian ini relatif lebih tinggi dari suhu air laut rata-rata laut Jawa yang nilainya sebesar 27.93°C dengan kisaran 27.60–28.60°C (Wyrтки 1961). Perubahan suhu selama penelitian lebih kecil dari 2°C sebagai ciri dari perairan laut tropik dangkal (Lalli dan Parsons 1993).



Gambar 7. Profil distribusi rata-rata suhu di zona eufotik perairan teluk Banten.

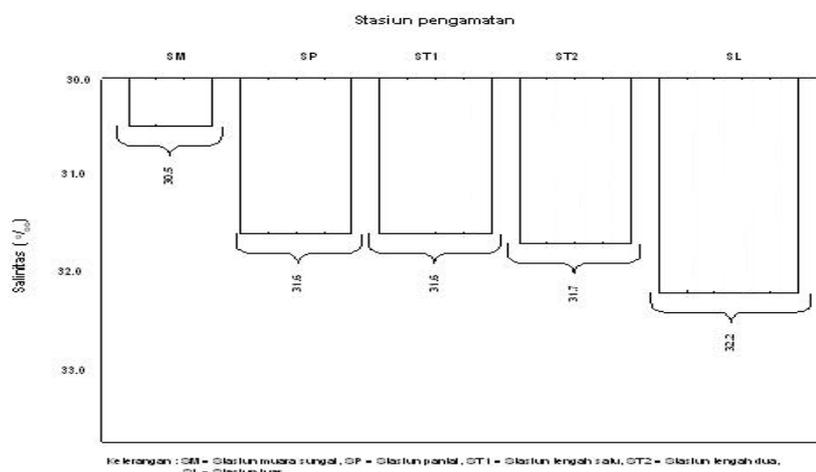
Rata-rata distribusi suhu di stasiun muara sungai pada zona eufotik 10, 5, dan 1% terlihat lebih tinggi dibandingkan dengan kelima stasiun lainnya. Hal ini disebabkan oleh dua hal, yaitu (1) aliran air sungai yang masuk pada saat air surut,

dimana suhu muara sungai lebih tinggi dibanding suhu air laut (Montari *et al.* 1998), dan (2) transfer panas permukaan air laut pada siang hari (Wong *et al.* 2002), dimana posisi intensitas cahaya 10%, 5%, dan 1% dari cahaya permukaan berada pada kedalaman 0.1, 0.2 dan 1 m sehingga menyebabkan SM lebih besar menerima energi cahaya matahari. Walaupun demikian, secara keseluruhan kisaran nilai suhu yang diperoleh pada penelitian ini masih termasuk dalam suhu optimum bagi pertumbuhan fitoplankton. Hal ini berkaitan dengan pernyataan Effendi (2003) bahwa kisaran suhu yang optimum bagi pertumbuhan fitoplankton di perairan adalah berkisar dari 20–30°C.

5.2. Salinitas

Salinitas di zona eufotik perairan teluk Banten pada semua stasiun penelitian bervariasi dari 29.5-32.5‰ (Lampiran 2). Hal yang sama terlihat pula dari distribusi rata-rata salinitas selama penelitian menunjukkan pola yang bervariasi (Gambar 8). Bila dilihat dari distribusi dan fluktuasi salinitas selama penelitian menunjukkan bahwa massa air di zona eufotik perairan teluk Banten khususnya pada SM, SP, ST1, dan ST2 tergolong kedalam massa air pantai dengan salinitas kurang dari 32.0‰ (Wyrtki 1961; Lalli dan Parsons 1995). Sedangkan pada stasiun luar teluk (SL) termasuk kedalam massa air dengan salinitas air laut, dimana salinitas air laut berkisar dari 32-39‰ dengan rata-rata 35‰ (Lalli dan Parsons 1995).

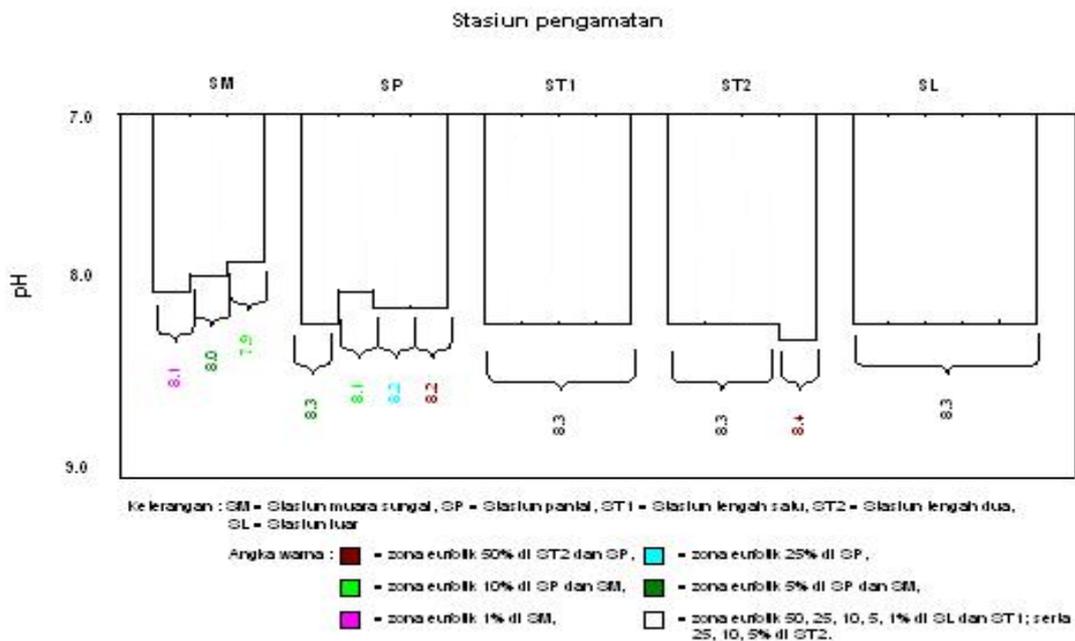
Walaupun demikian, kisaran nilai salinitas yang diperoleh selama penelitian masih merupakan nilai yang sesuai untuk pertumbuhan dan perkembangan fitoplankton. Hal disebabkan nilai salinitas di atas 20‰ memungkinkan fitoplankton dapat bertahan hidup, memperbanyak diri, dan aktif melakukan proses fotosintesis (Sachlan 1982).



Gambar 8. Profil distribusi rata-rata salinitas di zona eufotik perairan teluk Banten.

5.3. pH

Nilai pH di semua stasiun penelitian berkisar dari 7.24–8.77 (Lampiran 3). Sedangkan pola distribusi pH di zona eufotik terlihat cenderung bervariasi pada beberapa stasiun penelitian (Gambar 9). Bila dilihat dari distribusi rata-rata pH di zona eufotik terlihat di ST1, ST2, dan SL nilai pH terlihat nilainya lebih tinggi dengan kecenderungan merata dibandingkan dengan SM dan SP yang relatif lebih rendah dan bervariasi (Gambar 10). Hal ini kemungkinan disebabkan pada stasiun ST1, ST2, dan SL mendapat pengaruh dari air laut. Sedangkan pada SM dan SP mendapat pengaruh air tawar yang masuk melalui sungai, sehingga nilai pH yang diperoleh selain nilainya lebih rendah juga terlihat cenderung lebih bervariasi.



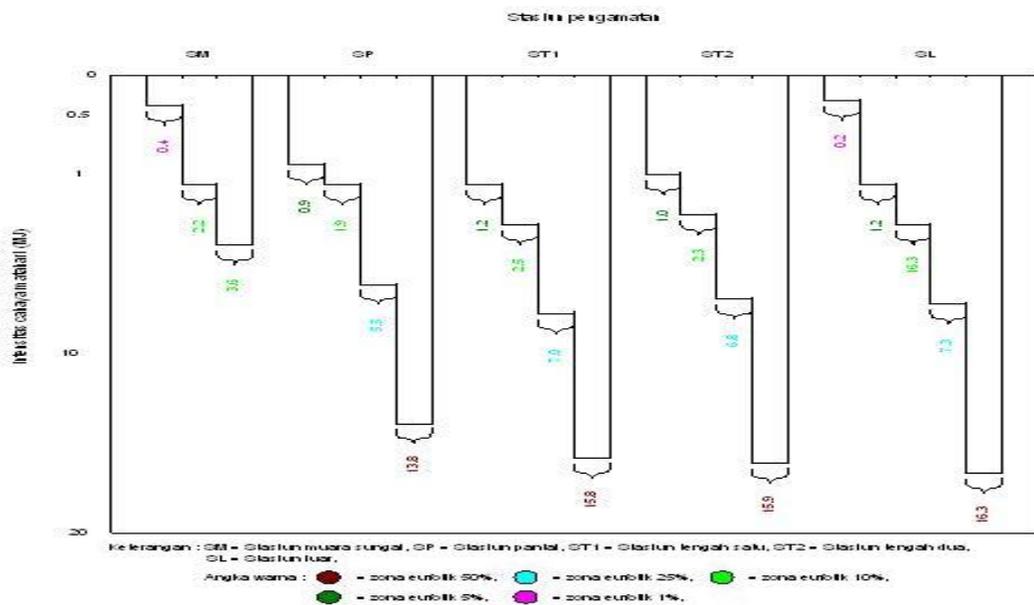
Gambar 9. Profil distribusi rata-rata pH di zona eufotik perairan teluk Banten.

Walaupun demikian, nilai pH yang didapatkan pada penelitian ini masih dalam batas yang diperlukan untuk pertumbuhan fitoplankton. Nilai pH yang optimal untuk pertumbuhan dan perkembangan diatom berkisar dari 8.0–9.0 (Ray dan Rao 1964). Selain itu, nilai pH yang peroleh ini masih merupakan kisaran nilai pH di perairan laut Indonesia yang mempunyai kisaran dari 6.0–8.5 (Romimohtarto 1991). Sedangkan perairan laut tropis memiliki nilai pH yang berkisar dari 7.5–8.4 (Nybakken 1988).

5.4. Intensitas Cahaya Matahari

Intensitas cahaya matahari di kolom air (50%, 25%, 10%, 5%, dan 1% dari cahaya permukaan) di perairan teluk Banten berkisar dari 0.0162 - 18.882 MJ (Lampiran 4). Besarnya nilai intensitas cahaya matahari di kolom air sangat tergantung dari cahaya matahari di permukaan laut. Nilai intensitas cahaya matahari yang mencapai permukaan laut berbeda-beda dari waktu ke waktu. Perbedaan nilai intensitas cahaya matahari terutama disebabkan oleh kondisi perawanan. Hal ini berkaitan dengan pernyataan Parsons *et al.* (1984) bahwa cakupan awan di udara akan mempengaruhi intensitas cahaya matahari yang mencapai permukaan laut.

Fenomena seperti ini tentu akan berpengaruh pula pada distribusi cahaya matahari di kolom air. Distribusi cahaya matahari di kolom air akan mengalami peredupan (Gambar 10). Peredupan ini disebabkan oleh bahan-bahan yang ada dalam perairan baik berupa bahan organik maupun partikel-partikel tersuspensi termasuk di dalamnya organisme planktonik dan molekul-molekul air itu sendiri. Hal ini berhubungan dengan pernyataan Wyatt dan Jackson (1989) bahwa distribusi cahaya di kolom air tergantung pada kandungan dan kelompok partikel tersuspensi, seperti tipe partikel termasuk ukuran, bentuk dan struktur internal.

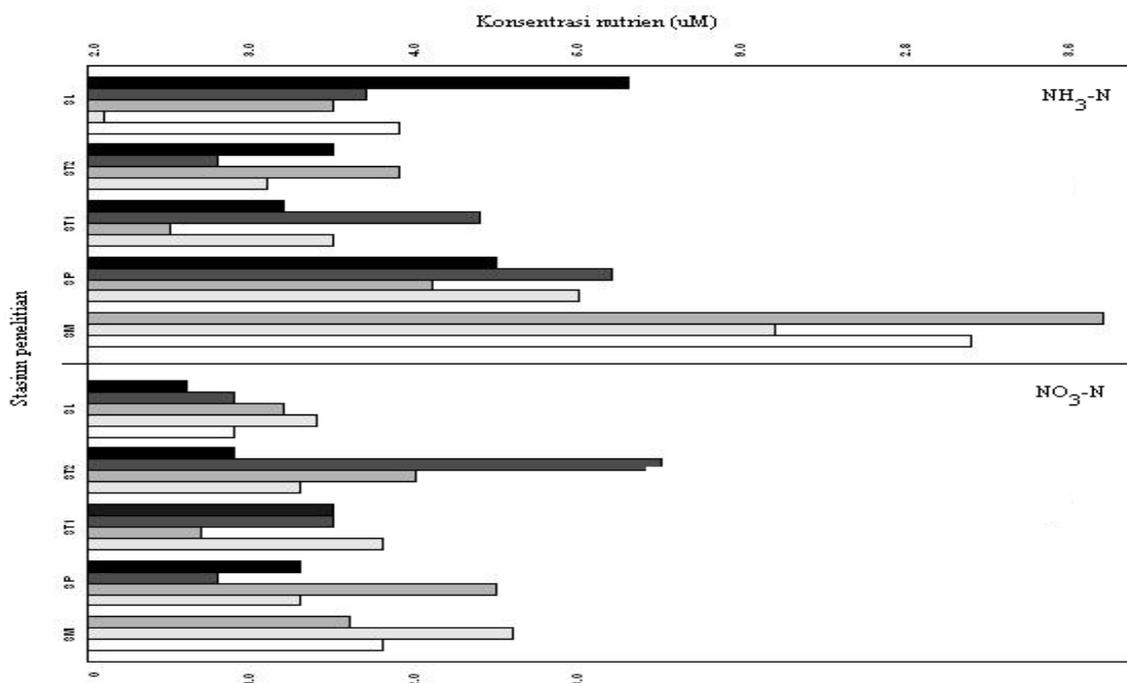


Gambar 10. Profil distribusi rata-rata intensitas cahaya matahari di zona eufotik

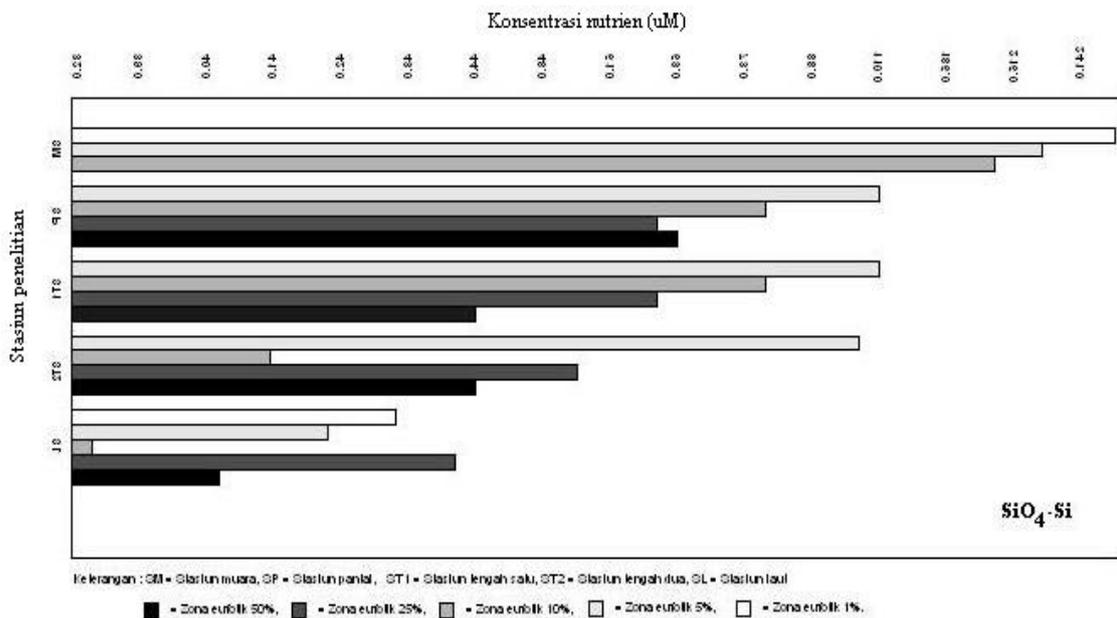
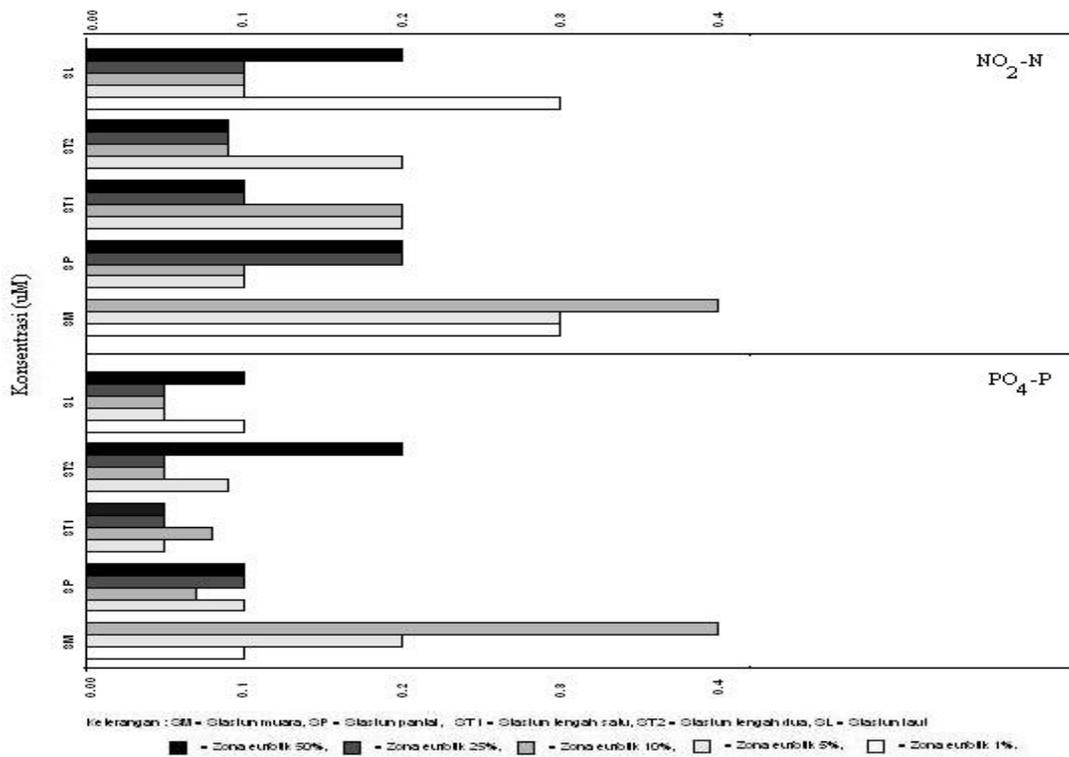
5.5. Masukan dan Konsentrasi Nutrien

Masukan nutrien (loading nutrien) ammonia, nitrat, nitrit, ortofosfat, dan silikat yang terukur selama penelitian secara berturut-turut adalah 36.6, 0.02, 0.0001, 6.2×10^{-5} , dan 7588.5 kg/hari. Nilai ini menunjukkan bahwa sungai ciBanten memberikan kontribusi yang sangat besar bagi ketersediaan nutrien terutama ammonia dan silikat di perairan teluk Banten. Sedangkan nutrien lainnya seperti nitrat, nitrit, dan ortofosfat hanya terdapat dalam jumlah yang rendah. Hal ini disebabkan karena unsur-unsur ini dimanfaatkan oleh fitoplankton secara cepat untuk pertumbuhannya. Hal ini dapat dilihat dari tingginya kelimpahan fitoplankton di stasiun muara sungai selama penelitian (Gambar 12; Lampiran 7, 8, dan 9).

Kisaran konsentrasi nutrien di zona eufotik pada kelima stasiun penelitian berkisar dari 0.29-16.68 μM untuk $\text{NH}_3\text{-N}$, 0.02-16.00 μM untuk $\text{NO}_3\text{-N}$, 0.04-0.96 μM untuk $\text{NO}_2\text{-N}$, 0.05-2.09 μM untuk $\text{PO}_4\text{-P}$, dan 6.85-440.55 μM untuk $\text{SiO}_2\text{-Si}$ (Lampiran 5). Sedangkan distribusi rata-rata nutrien pada setiap stasiun di zona eufotik terlihat sangat bervariasi pada setiap stasiun penelitian (Gambar 11). Distribusi masing-masing nutrien baik ammonia-nitrogen, nitrat-nitrogen, nitrit-nitrogen, ortofosfat, dan silikat terlihat lebih tinggi pada stasiun muara sungai dibanding stasiun lainnya. Hal ini disebabkan karena sumber utama nutrien di perairan sebagian besar berasal dari daratan. Sedangkan sumber dari laut itu sendiri umumnya dalam jumlah yang relatif sangat rendah.



Gambar 11. Profil distribusi rata-rata nutrien di zona eufotik perairan teluk Banten.



Lanjutan Gambar 11.

Walaupun demikian, konsentrasi nitrat yang didapatkan, bila dilihat dari ketersediaannya di perairan masih berada dalam batas keseimbangan, dimana konsentrasi NO₃ di zona eufotik sebesar 0.03 µg-at/l (Goldman dan Glibert 1983). Sedangkan konsentrasi ortofosfat yang didapatkan pada pengamatan ini tergolong

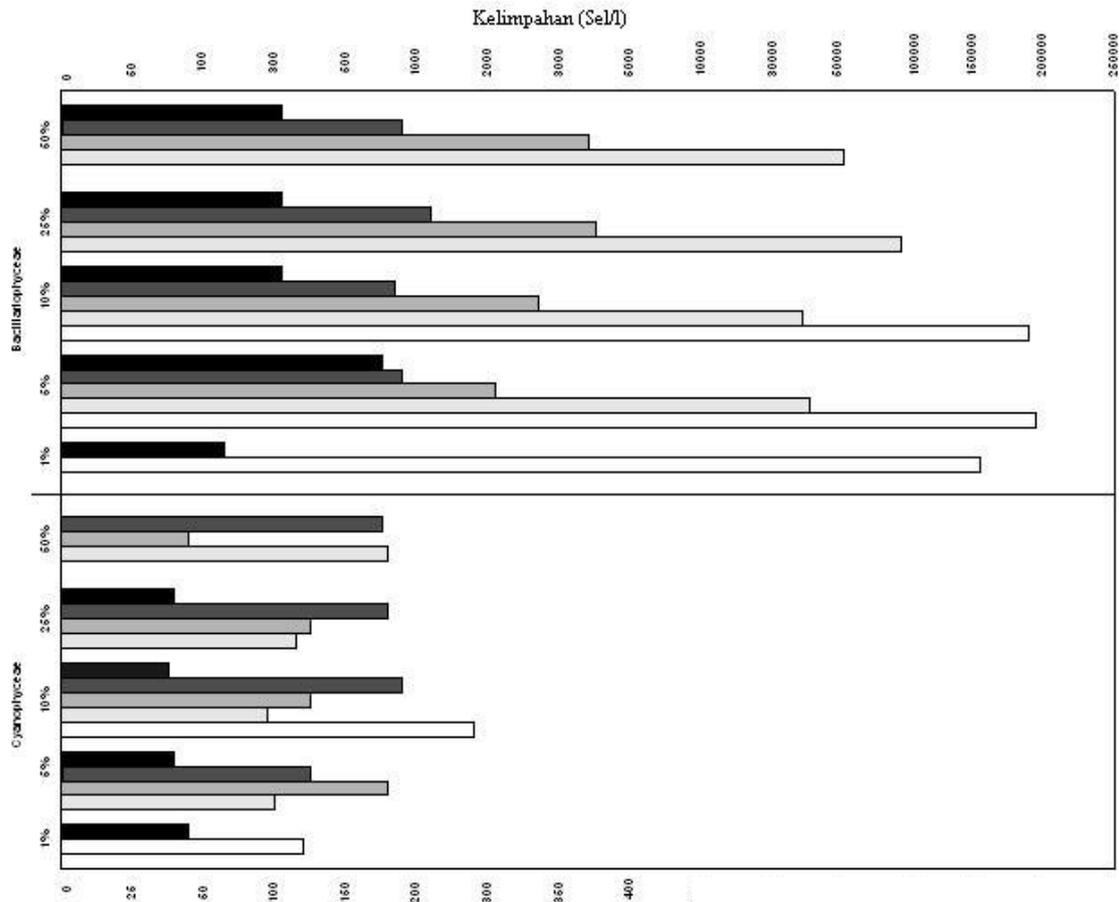
rendah. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh pemanfaatan oleh fitoplankton dan fosfat umumnya rendah pada perairan laut. Disamping itu, silikat yang didapatkan pada penelitian ini masih berada pada konsentrasi yang sesuai untuk pertumbuhan diatom. Diatom tidak dapat berkembang dengan baik pada konsentrasi silikat yang lebih kecil dari 0.5 mg at Si/l (Effendi 2003).

5.6. Biomassa Fitoplankton

5.6.1. Kelimpahan Fitoplankton

Kelimpahan sel fitoplankton di zona eufotik selama penelitian di perairan teluk Banten berkisar dari 55-298.250 sel/l untuk Bacillariophyceae, 25-1750 sel/l untuk Cyanophyceae, dan 20-11.388 sel/l untuk Dinophyceae (Lampiran 7, 8, dan 9). Sedangkan distribusi rata-rata sel fitoplankton di zona eufotik terlihat sangat bervariasi untuk ketiga kelompok fitoplankton tersebut (Gambar 12) dengan kecenderungan konsentrasinya lebih tinggi pada stasiun muara sungai. Bacillariophyceae merupakan kelompok dengan 29 genera, Dinophyceae 7 genera, dan Cyanophyceae 1 genera (Lampiran 7, 8, dan 9).

Genera fitoplankton dari kelas Bacillariophyceae yang dominan ditemukan terdiri dari *Chaetoceros* sp, *Bacteriastrum* sp, *Guinardia* sp, *Rhizosolenia* sp, *Leptocylindrus* sp, dan *Thalassiosira* sp. Sedangkan dari kelas Dinophyceae adalah *Peridinium* sp, *Ceratium* sp, dan *Noctiluca* sp. Melimpahnya genera fitoplankton dari Bacillariophyceae dan Dinophyceae di setiap zona eufotik disebabkan karena fitoplankton dari kedua kelas ini merupakan anggota utama fitoplankton yang terdapat di seluruh bagian perairan laut, baik perairan pantai maupun perairan oseanik (Arinardi et al. 1997).



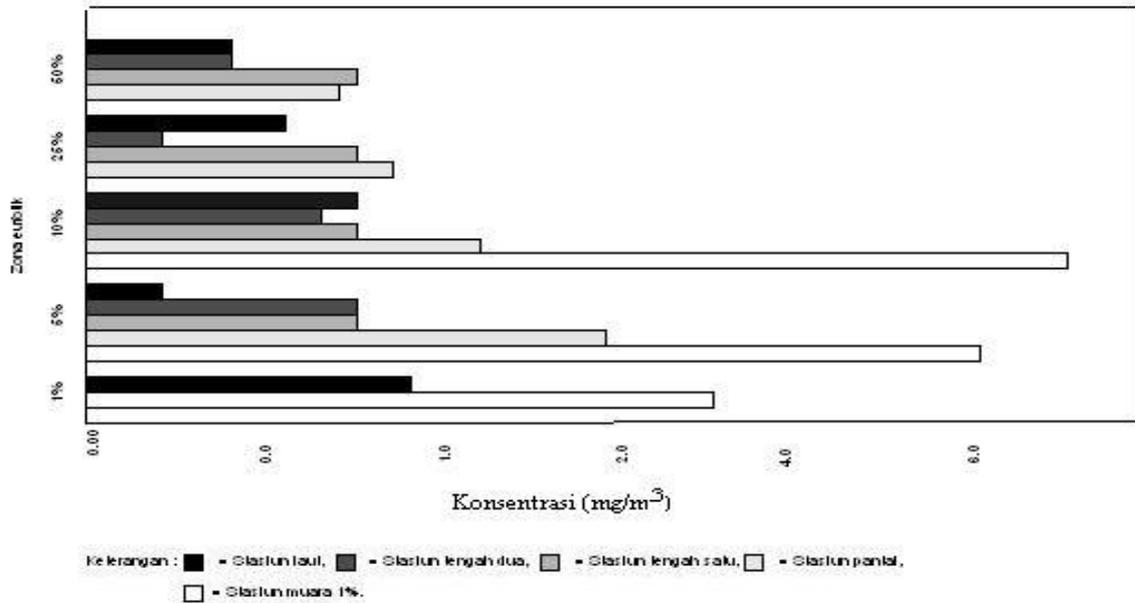
Gambar 12. Profil distribusi rata-rata kelimpahan fitoplankton di zona eufotik perairan teluk Banten.

5.6.2. Klorofil-a

Konsentrasi klorofil-a di zona eufotik perairan teluk Banten selama penelitian berkisar dari 0.26-33.64 mg chl-a/m³ (Lampiran 10 dan 11). Sedangkan distribusi rata-rata klorofil-a di zona eufotik cenderung bervariasi dengan kecenderungan konsentrasi yang tinggi terdapat pada stasiun zona muara sungai sampai tengah satu (Gambar 13). Dari Gambar 13 terlihat bahwa nilai konsentrasi klorofil-a yang tertinggi terdapat pada zona eufotik 1% dan 5% dari cahaya permukaan. Secara kuantitatif terlihat bahwa nilai konsentrasi klorofil-a yang tinggi umumnya ditemukan pada stasiun dan zona eufotik yang memiliki konsentrasi nutrisi tinggi. Sebaliknya konsentrasi klorofil-a yang rendah ditemukan juga pada stasiun dan zona eufotik yang memiliki konsentrasi nutrisi rendah.

Walaupun demikian, konsentrasi yang diperoleh pada penelitian ini dapat dikatakan relatif sama dengan konsentrasi nutrisi di perairan selat Sunda yang berkisar dari 1-3.5 mg chl-a/m³ (Amri 2002). Bila dilihat pada beberapa stasiun dan zona eufotik menunjukkan sebagai indikator terjadinya pertumbuhan fitoplankton secara

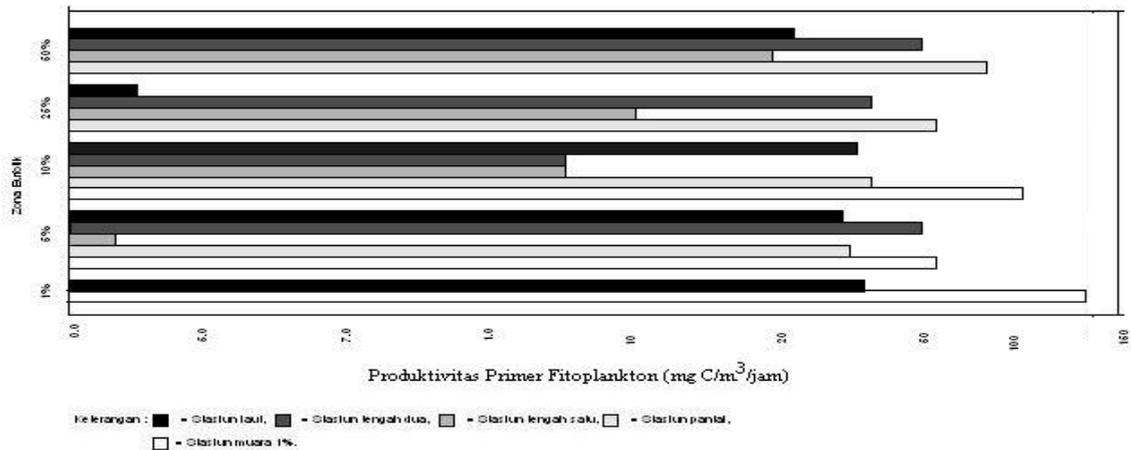
optimal. Hal ini berhubungan dengan pernyataan Bell (1992) bahwa bila konsentrasi klorofil-a mencapai $0.5 \text{ mg chlo-a/m}^3$ menunjukkan telah terjadinya eutrifikasi. Hal ini diperkuat oleh pernyataan Goes *et al.* (2004) bahwa bila konsentrasi klorofil-a di perairan lebih besar dari 1 mg chlo-a/m^3 menunjukkan sebagai indikator terjadinya musim pertumbuhan fitoplankton.



Gambar 13. Profil distribusi rata-rata klorofil-a di zona eufotik perairan teluk Banten.

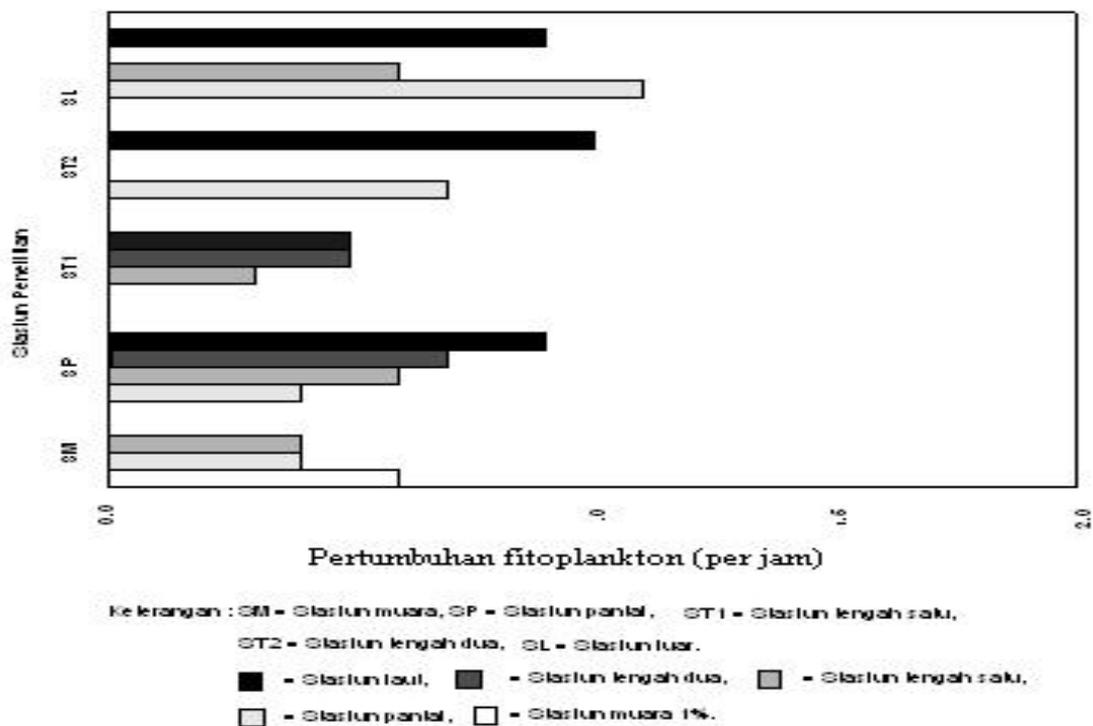
5.6.3. Produktivitas Primer dan Pertumbuhan Fitoplankton

Nilai total produktivitas primer fitoplankton di zona eufotik selama penelitian di perairan teluk Banten adalah sebesar $3315 \text{ mg C/m}^3/\text{jam}$ dengan rata-rata sebesar $92 \text{ mg C/m}^3/\text{jam}$ (Lampiran 12, 13 dan 14). Sedangkan distribusi rata-rata nilai produktivitas primer fitoplankton di zona eufotik cenderung merata dengan tingkat variasi yang tidak terlalu menyolok pada hampir semua zona eufotik (Gambar 14). Hal ini menunjukkan bahwa secara kuantitatif cahaya dan nutrisi memberikan kontribusi yang sama pada produktivitas primer fitoplankton di perairan teluk Banten.



Gambar 14. Profil distribusi rata-rata nilai produktivitas primer fitoplankton di zona eufotik perairan teluk Banten.

Sedangkan rata-rata laju pertumbuhan fitoplankton di zona eufotik perairan teluk Banten selama penelitian berkisar dari 0.3-0.6 per jam dan relatif merata pada semua stasiun dan zona eufotik. Laju pertumbuhan fitoplankton dengan kisaran nilai ini tergolong cepat (Lalli dan Parsons 1994). Tingginya laju pertumbuhan fitoplankton disebabkan karena disokong oleh intensitas cahaya yang sangat mendukung pertumbuhan fitoplankton (Gambar 10) dan nutrisi (Gambar 11; Lampiran 5) yang dapat dimanfaatkan secara optimal. Distribusi pertumbuhan fitoplankton pada setiap stasiun dan zona eufotik selama penelitian disajikan pada Gambar 15.

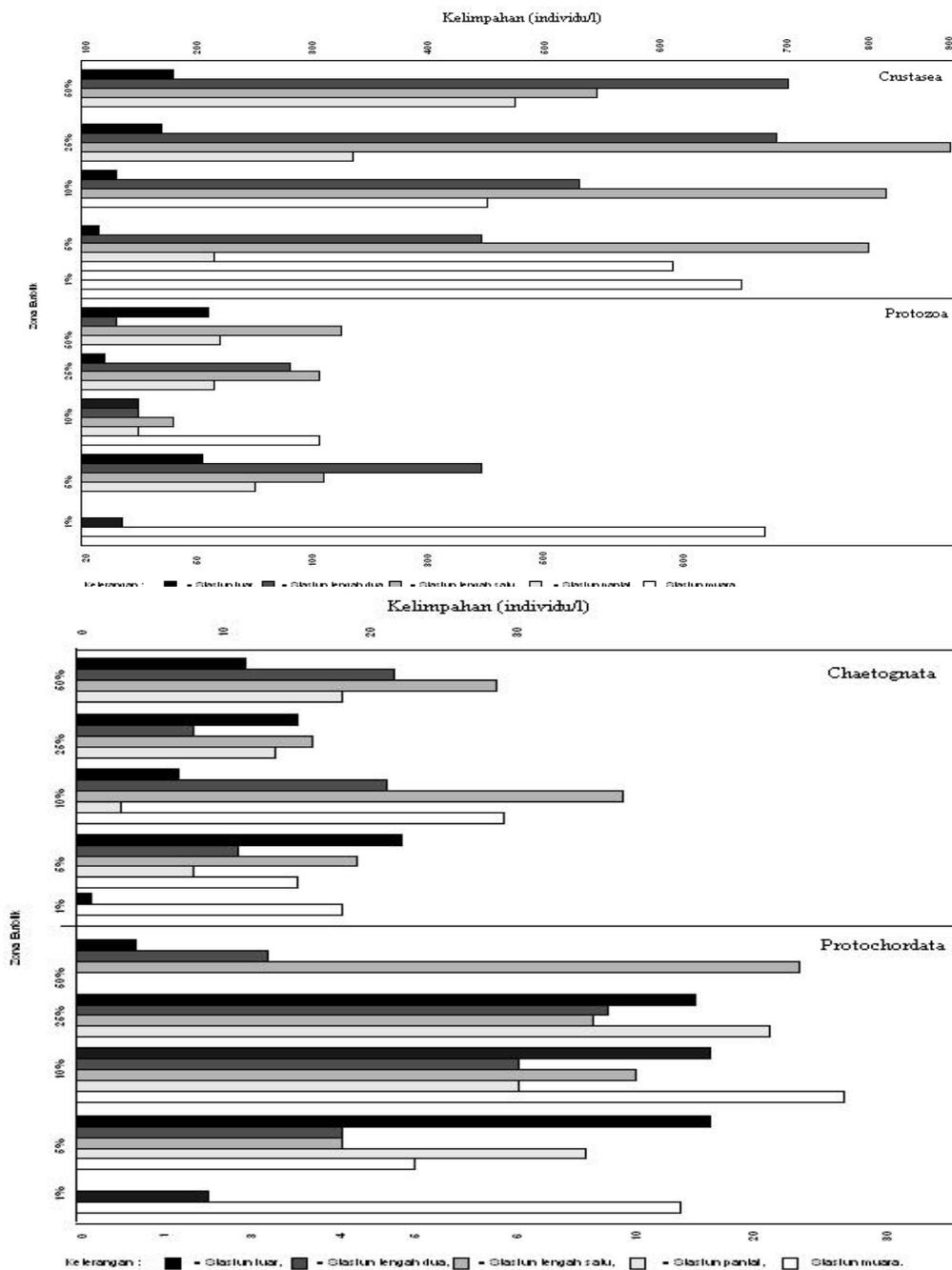


Gambar 15. Profil distribusi pertumbuhan fitoplankton di zona eufotik perairan teluk Banten.

5.7. Biomassa Zooplankton

5.7.1. Kelimpahan Zooplankton

Zooplankton yang ditemukan di zona eufotik perairan teluk Banten terdiri atas lima kelompok, yaitu crustasea, protozoa, chaetognata, protochordata, dan coelenterata. Kisaran kelimpahan masing-masing kelompok tersebut secara berturut-turut berkisar dari 15-1571 individu/liter, 5-2331 individu/liter, 8-55 individu/liter, 5-39 individu/liter, dan 3-20 individu/liter. Sedangkan distribusi masing-masing



Gambar 16. Profil distribusi rata-rata zooplankton di zona eufotik perairan teluk Banten.

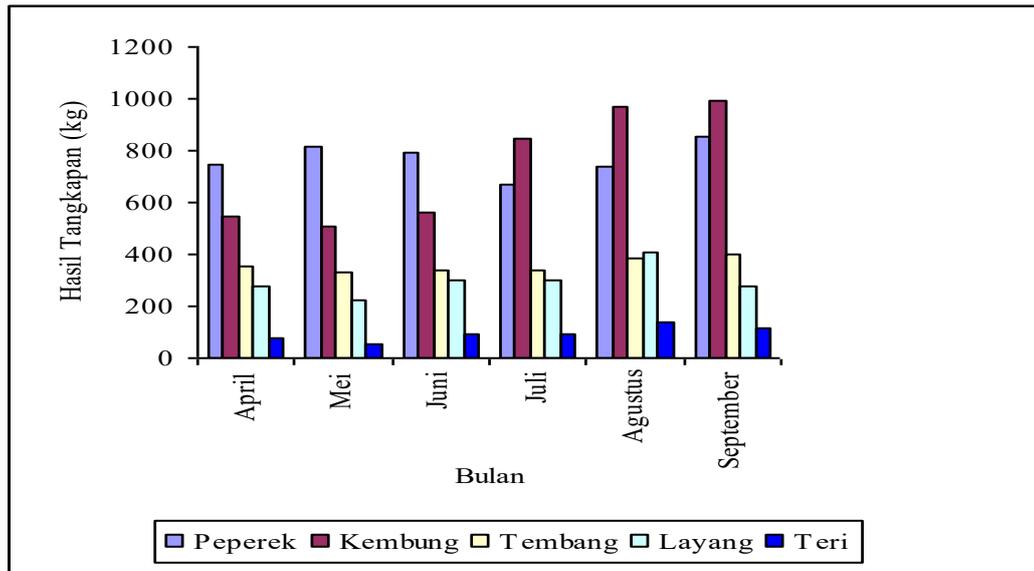
5.7.2. Produktivitas Sekunder Zooplankton

Produktivitas sekunder zooplankton di zona eufotik perairan teluk Banten selama penelitian berkisar dari 0.01-0.35 $\mu\text{g C/l/hari}$. Distribusi nilai produktivitas sekunder zooplankton di zona eufotik relatif sama atau homogen pada semua stasiun penelitian. Walaupun demikian, terdapat juga kecenderungan bahwa pada zona eufotik 10% pertumbuhan zooplankton lebih rendah dibandingkan dengan zona eufotik 5, 10, 25, dan 50% yang umumnya sebesar 0.35 $\mu\text{g C/l/hari}$. Hal ini menunjukkan bahwa secara kuantitatif pertumbuhan zooplankton sangat tergantung pada intensitas cahaya matahari di kolom air (Gambar 10 dan Lampiran 4). Disamping itu, pertumbuhan zooplankton mengikuti variasi kelimpahan fitoplankton (Gambar 12; Lampiran 7, 8, dan 9).

5.8. Biomassa Ikan

5.8.1. Efisiensi Ekologis

Untuk mengetahui efisiensi ekologis ikan pelagis di perairan, maka terlebih dahulu harus mengetahui jumlah kelompok ikan pelagis yang terangkap. Kelompok ikan yang tertangkap pada penelitian ini termasuk dari kelompok ikan pelagis kecil. Jenis ikan pelagis kecil yang terangkap terdiri dari ikan peperek (*Leognathus* sp), ikan kembung (*Rastrelliger* sp), ikan layang (*Decapterus* sp), ikan tembang (*Sardinella* sp), dan ikan teri (*Stolephorus* sp). Jumlah total ikan pelagis kecil yang tertangkap adalah sebesar 0.015 ton per satu hektar. Dari jumlah ini terlihat distribusi ikan pelagis sangat bervariasi dengan jumlah tertinggi terjadi pada bulan Agustus dan September dibandingkan dengan bulan-bulan sebelumnya yang relatif rendah (Gambar 17).



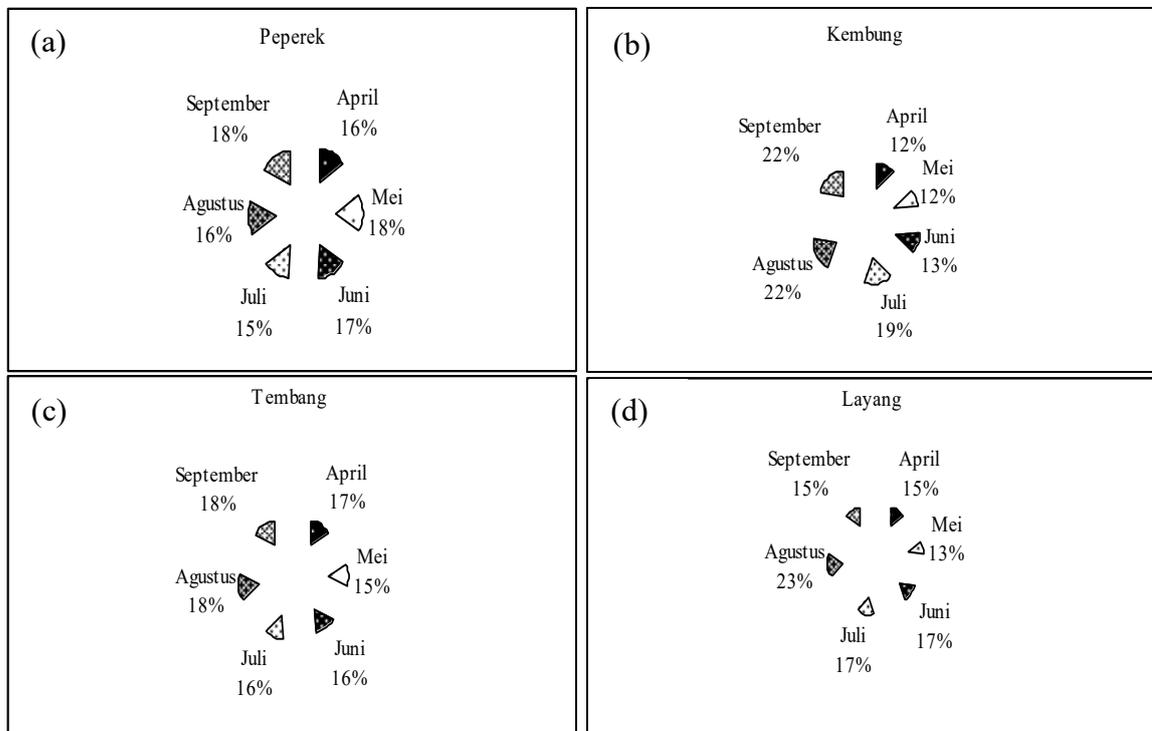
Gambar 17. Hasil tangkapan ikan (kg) dengan bagan tancap di perairan teluk Banten.

Perbedaan laju tangkap seperti yang disajikan pada Gambar 17 disinyalir disebabkan oleh perubahan kondisi cuaca selama musim penangkapan. Pada bulan April sampai Juni di perairan teluk Banten sedang berlangsung musim peralihan I (hujan ke kemarau). Pada musim ini kecenderungan hari hujan dan cerah bisa dapat dikatakan berimbang dan umumnya dicirikan oleh kondisi cuaca tidak menentu dengan angin dan ombak yang masih rata-rata cepat dan tinggi. Sedangkan pada bulan Juli sampai Agustus sedang berlangsung musim kemarau dengan kecenderungan cerah sepanjang waktu dan dicirikan oleh kondisi cuaca yang relatif tenang. Kondisi dengan fenomena seperti inilah yang menyebabkan terjadinya perbedaan laju tangkap (jumlah ikan) yang tertangkap setiap bulannya di perairan teluk Banten.

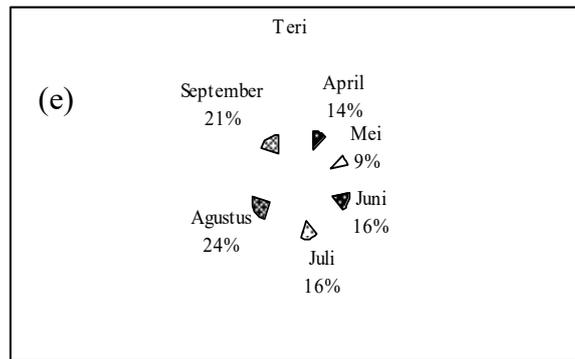
Selanjutnya untuk mengetahui nilai efisiensi ekologis dari jumlah total ikan (berat basah) yang dinyatakan dalam ton dikonversi menjadi gram. Dari jumlah total ikan dalam gram nanti akan diperoleh jumlah total ikan dalam gram berat basah per satu hektar. Dari berat basah akan dikonversi menjadi berat kering yang selanjutnya dikonversi lagi menjadi karbon sehingga akan diperoleh berat ikan yang dinyatakan dalam gram karbon per satu hektar per enam bulan penangkapan. Sehingga diperoleh efisiensi ekologis ikan pelagis di perairan teluk Banten sebesar 12%.

5.8.2. Jaring Makanan

Terdapat dua hal penting yang selalu berkaitan dengan jaring makanan di perairan, yaitu (1) menentukan jenis makanan yang dimakan oleh ikan di perairan, dan (2) menentukan trophic level. Untuk kepentingan ini terlebih dahulu mengetahui persentase komposisi ikan yang tertangkap di perairan (Gambar 18). Dari Gambar 18 terlihat terdapat dua jenis ikan yang dominan tertangkap, yaitu ikan peperek dan kembung. Ikan peperek dominan pada bulan April sampai Juni dan ikan kembung pada bulan Juli sampai September. Secara berurutan persentase tertangkapnya ikan-ikan ini adalah sebesar 18%, dan 22%.

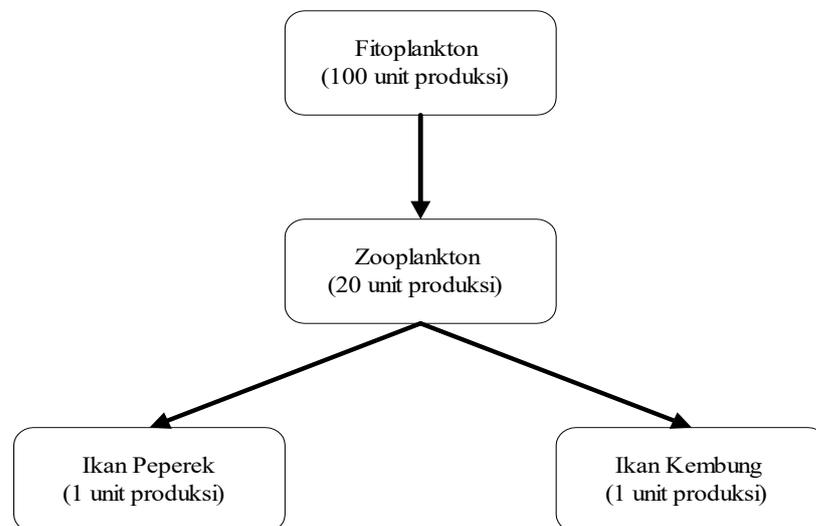


Gambar 18. Komposisi jenis ikan pelagis kecil yang tertangkap dengan bagan tancap di perairan teluk Banten.



Lanjutan Gambar 18.

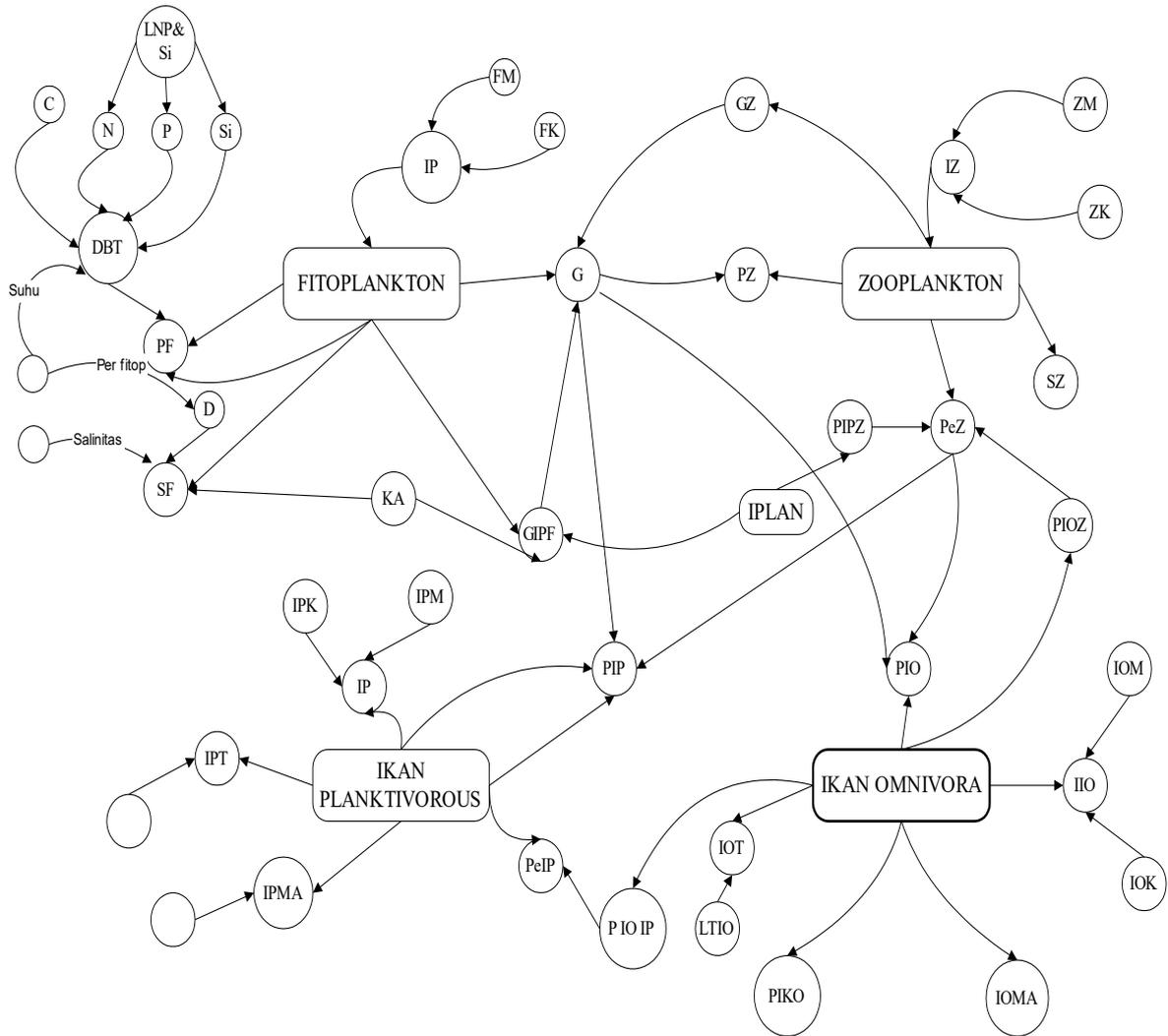
Berdasarkan komposisi ikan tertangkap, maka ikan peperek, dan kembung yang akan dianalisis isi lambungnya. Sedangkan tiga jenis ikan lainnya, seperti ikan tembang, layang dan teri tidak dianalisis karena jenis ikan ini tertangkap dalam volume yang rendah. Dari hasil analisis isi lambung akan diketahui trophic level rata-rata berdasarkan jenis makanannya dengan menggunakan perangkat lunak *TrophLab2K* (Gambar 19). Hasil analisis dengan software menunjukkan bahwa trophic level ikan pelagis kecil di perairan teluk Banten adalah 3 trophic level.



Gambar 19. Transfer energi dalam jaring makanan ikan pelagis yang dominan di perairan teluk Banten.

5.9. Menentukan Status Potensi dan Pemanfaatan Ikan Pelagis Kecil

Untuk menentukan status potensi dan pemanfaatan ikan pelagis kecil secara in situ di perairan teluk Banten diperlukan suatu model yang dapat menggambarkan keterkaitan antara berbagai komponen di perairan. Gambar 20 merupakan model yang menggambarkan keterkaitan antara trophic level dan transfer energi dalam jaring makan ikan pelagis kecil di perairan teluk Banten. Pada model ini terdapat empat komponen utama yaitu fitoplankton, zooplankton, ikan planktivora dan ikan omnivora. Fitoplankton merupakan komponen dasar sebagai produsen primer berada pada posisi trophic level terendah dan ikan omnivora merupakan komponen pada jenjang trophic level paling atas. Setiap komponen ini merupakan sub-model yang dirangkaikan berdasarkan hubungan pemangsaan dari antar komponen dalam model.



Keterangan : = Variabel target, biomassa, = Variabel penentu, \longrightarrow = Input

C = Cahaya, LNP&Si = Masukan N, P, dan Si, N = Nitrogen, P = Fosfat, Si = Silikat,
 DBT = Doubling time fitoplankton, IP = Inpu fitoplankton, FM = Fitoplankton masuk,
 FK = Fitoplankton keluar, PF = Pertumbuhan fitoplankton, D = Kelimpahan fitoplankton,
 SF = Fitoplankton tenggelam, G = Grazing, PZ = Pertumbuhan zooplankton,
 GZ = Grazing zooplankton, IZ = Input zooplankton, ZM = Zooplankton masuk,
 ZK = Zooplankton keluar, SZ = Zooplankton tenggelam, PeZ = Predasi zooplankton,
 PIPZ = Predasi ikan planktivorous pada zooplankton, IPLAN = Ikan planktivorous,
 GIPF = Grazing ikan planktivorous pada fitoplankton, IP = Input ikan pelagis, IPM = Ikan pelagis masuk,
 IPK = Ikan pelagis keluar, PIP = Pertumbuhan ikan pelagis, PeIP = Predasi ikan pelagis,
 PIOIP = Predasi ikan omnivor pada ikan pelagis kecil, IPT = Ikan pelagis tertangkap,
 IPMA = Ikan pelagis mati alami, PIOZ = Predasi ikan omnivora pada zooplankton,
 PIO = Pertumbuhan ikan omnivora, IIO = Input ikan omnivora, IOM = Ikan omnivora masuk,
 IOK = Ikan omnivora keluar, IOT = Ikan omnivora tertangkap, LTIO = Laju tangkap ikan omnivora,
 PIKO = Predasi ikan karnivora pada omnivora ?, IOMA = Ikan omnivora mati alami.

Gambar 20. Model transfer energi dalam jaringan makanan di perairan teluk Banten.

Model seperti pada Gambar 20 merupakan suatu model yang menggambarkan kondisi ikan pelagis kecil yang sebenarnya ketika hidup di alam atau perairan laut. Model ini mengkombinasikan antara proses biologis dan proses fisik. Proses biologis

yang terjadi pada setiap komponen merupakan suatu proses yang kejadiannya dipengaruhi oleh proses fisik yang terus terjadi membentuk dinamika dan interaksi antar komponen dari waktu ke waktu. Proses biologis yang terjadi pada setiap komponen membentuk transfer materi melalui proses pemangsaan yang membentuk jaring makanan. Fitoplankton dimakan oleh zooplankton, zooplankton dimakan oleh ikan planktivora dan omnivora. Sehingga dengan model seperti ini dapat diketahui potensi ikan pelagis kecil di perairan teluk Banten sebesar 0.47 gram per satu hektar per enam bulan. Artinya setelah dilakukan penangkapan atau pemanfaatan sebanyak 0.015 ton (13.69 kg atau 13693 gram) maka sisa ikan pelagis kecil di perairan teluk Banten adalah sebesar 0.47 gram per satu hektar per enam bulan.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Fitoplankton sebagai faktor kunci dalam suatu jaring makanan (food web) di perairan teluk Banten sangat merespon dengan baik parameter oseanografi fisik dan kimia seperti intensitas cahaya matahari, suhu, salinitas, pH, dan nutrien, khususnya pada bagian tengah atau lokasi yang dijadikan sebagai stasiun observasi bagan. Hal ini terlihat dari respon pertumbuhan fitoplankton yang termasuk tinggi yang berkisar dari 0.3-0.6 per jam. Namun pada lokasi ini dijumpai kelimpahan fitoplankton yang rendah yang berkisar dari 36.257-99.979 sel/l. Rendahnya kelimpahan ini terutama disebabkan oleh pemangsaan zooplankton yang sangat intensif. Hal ini terlihat dari nilai produksi sekunder zooplankton yang berkisar dari 0.01-0.35 $\mu\text{g C/l/hari}$. Walaupun demikian, kelimpahan zooplankton di lokasi ini termasuk rendah yang berkisar dari 18.705-22.312 individu/l. Rendahnya kelimpahan zooplankton kemungkinan disebabkan oleh pemanfaatan oleh ikan pelagis kecil. Dikatakan demikian karena potensi ikan pelagis kecil yang tertangkap oleh bagan tancap sebesar 0.015 ton dan tersisa di perairan sebesar 0.47 gram per satu hektar per enam bulan.

6.2. Saran

Untuk suatu pemodelan yang baik khususnya dalam menduga potensi dan pemanfaatan ikan pelagis kecil dengan baik khususnya di perairan teluk Banten setidaknya diperlukan penelitian atau pengumpulan data series selama kurang satu tahun. Sehingga diharapkan pula dengan data ini akan diketahui pula penyebab berkurangnya sumberdaya ikan pelagis kecil dapat diketahui, apakah karena penangkapan atau faktor lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aertebjerg, G., J. Carstensen, K.D.J. Hansen, K. Nygaard, B. Rygg, K. Sørensen, G. Severinse, S. Casartelli, W. Schrimpf, C. Schiller, and J. N. Druon. 2001. Eutrophication in europ's coastal waters. *Topic Report 7*. European Environment Agency. Copenhagen.
- APHA (American Public Health Association). 2005. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 21th Edition. APHA, AWWA (American Water Works Association), and WPCF (Water Pollution Control Federation), Washington.
- Arinardi, O.H., A.B. Sutomo, S.A. Yusuf, Trimaningsih, E. Asnaryanti dan S.H. Riyono. 1997. *Kisaran Kelimpahan dan Komposisi Plankton Predominan di Perairan Kawasan Timur Indonesia*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta.
- Bell, P.R.F.1992. Eutrophication and coral reefs - some examples in the Great Barrier Reef lagoon. *Water Research*. 26 : 553-568.
- Boyd, P.W., R. Strzepek, S. Takeda, G. Jackson, C.S. Wong, R.M. McKay, C. Law, H. Kiyosawa, H. Saito, N. Sherry, K. Johnson, J. Gower, and N. Ramaiah. 2005. The evolution and termination of an iron-induced mesoscale bloom in the northeast subarctic Pacific. *Limnol. Oceanogr.* 50(6): 1872-1886.
- Christensen, V. dan D. Pauly. 1992. *Trophic Model of Aquatic Ecosystem*. ICLARM, Manila.
- Cury P., L. Shannon and Y.J. Shin. 2003. The Functioning of Marine Ecosystems: a Fisheries Perspective. In *Responsible Fisheries in the Marine Ecosystem*. Sinclair, M and G. Valdimarsson (eds.). Published by Food and Agriculture Organization of the United Nations and CABI. pp. 103-123.
- Cloern, J.E. 2001. Our evolving conceptual model of the coastal eutrophication problem. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 210: 223-253.
- Damar, A., F. Colijn and K-J. Hesse. 2005. Nutrient and phytoplankton dynamics in Indonesian tropical waters: the eutrophication status of Jakarta, Lampung and Semangka bays. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* In Press.
- Effendi, 2003. *Telaahan Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Fogg, G.E. 1975. Primary Productivity. In *Chemical Oceanography*. J.P. Riley and G. Skirrow. (eds.), 2: 386-453.
- Gocke, K, and J. Lenz. 2004. A new 'turbulence incubator' for measuring primary production in non-stratified waters. *J. Plank. Res.* 26(3): 357-369.

- Goes, J.I., K. Sasaoka, H.D.R. Gomes, S.I. Saitoh and T. Saino. 2004. A comparison of the seasonality and interannual variability of phytoplankton biomass and production in the western and eastern gyres of the subarctic pacific using multi-sensor satellite data. *J. Oceanog.* 60 : 75–91.
- Goldman, J.C. and P.M. Glibert. 1983. Kinetics of Inorganic Nitrogen Uptake by Phytoplankton. In *Nitrogen in the Marine Environment*. Carpenter, E.J., and Capone, D.G. (eds.). Academic Press, New York. pp 233–274.
- Hakanson, L., and V.V. Boulion. 2003. Modelling production and biomasses of zoobenthos in lakes. *Aqu. Ecol.* 37: 277–306.
- Jennings, J., M.J. Kaiser, and J.D. Reynolds. 2001. *Marine Fisheries Ecology*. Blackwell Science, USA.
- Lalli, C.M. dan Parsons, T.R. 1993. *Biological Oceanography An Introduction*. Pergamon Press Ltd, Oxford.
- Livingston, R.J. 2003. *Trophic Organisation in Coastal Systems*. CRC Press. Boca Raton, Florida.
- Lopez, S.A, D. Mouillot, D. Chi, and J.R. Miranda. 2005. Ecological indicators based on fish biomass distribution along trophic levels: an application to the terminos coastal lagoon. *J. Mar. Scie.* 62: 453.
- Miller, C.B. 2004. *Biological Oceanography*. Blackwell Science, USA.
- Millero, F.J. 2006. *Chemical Oceanography*. CRC Press Taylor and Francis Group, Boca Raton
- Mizuno, T. 1993. *Illustrations of the Freshwater Plankton of Japan*. Hoikusha Publishing Co.. Ltd., Japan.
- Montani, S., P. Magni, M. Shimamoto, N. Abe, and K. Okutani., 1998, The effect of a tidal cycle an the dynamics of nutrients in a tidal estuary in the Seto Inland Sea, Japan. *J. Oceanogr.*, 54, 65-76.
- Murrell, M.C. and Emile M. Loes. 2004. Phytoplankton and zooplankton seasonal dynamics in a subtropical estuary: importance of cyanobacteria. *J. Plank. Res.* 26(3): 371-382.
- Nurhakim, S. 2006. *Peran lembaga riset DKP dalam mewujudkan perikanan tangkap yang bertanggung jawab*. Makalah Dipresentasikan dalam Seminar Nasional Perikanan Tangkap. Bogor, 10-11 Agustus.
- Nybakken, J.W., 1988. *Marine Biology an Ecological Approach*. Harper Collins Publisher.
- Parsons, T.R., M. Takahashi, and B. Hargrave. 1984. *Biological Oceanographic Processes*. Third Edition. Pergamon Press, Oxford.

- Pauly, D., V. Christensen, R. Froese dan M.L. Palomares. 2000. Fishing down aquatic food webs. *Amer. Scie.* 88 (Jan.-Feb.): 46-51.
- Poepperl, R. 2003. A quantitative food web model for the macroinvertebrate community of a northern German lowland stream. *Inter. Rev. Hydrobiol.* 88 (5) : 433–452.
- Rabalais, N.N. 1999. Changes in Mississipis River Nutrient Fluxes and Consequences for the Northern Gulf of Mexico Coastal Ecosystem. LOICZ NEWSLETTER, No. 13, December 1999. Land-Ocean interactions in the coastal yone. Louisiana Universities Marine Consortium 8124 Hwy.56, Chauvin, USA.
- Ray, P., N.O.S. Rao. 1964. Density of Fresh water diatom in relations to some physico chemical condition of water. *Indi. J. Fis.* 11(1):479–484.
- Richardson, K. 2003. Anthropogenically Induced Changes in the Environment: Effect on Fisheries. In *Responsible Fisheries in the Marine Ecosystem*. Sinclair, M and G. Valdimarsson (eds.). Published by Food and Agriculture Organization of the United Nations and CABI. pp. 275-289.
- Riley, J.P. and R. Chester. 1971. *Introduction to Marine Chemistry*. Academic Press, London and New York.
- Robinson, L.A. and C.L.J.Frid. 2003. Dynamic ecosystem models and the evaluation of ecosystem effects of fishing: can we make meaningful predictions? *Aqu. Cons. Mar. Fresh. Ecol.* 13 : 5 –20.
- Romimohtarto, K. 1991. *Kualitas air dalam budidaya laut*. Makalah Disampaikan dalam Seafarming Workshop Report, Bandar Lampung.
- Rost, B., U. Riebesell, and S. Burkhardt. 2003. Carbon acquisition of bloom-forming marine phytoplankton. *Limnol. Oceanogr.* 48(1): 55–67.
- Ross, E. 1994. “Food Web and Trophic Pyramid”. Plant Physiology Website. http://koning.ecsu.ctstateu.edu/plant_biology/trophic.html
- Sachlan, M. 1982. *Planktonologi*. Direktorat Jenderal Perikanan, Departemen Pertanian, Jakarta.
- Staples, D., and K. Cochrane. 2003. The Ecosystem Approach to Fisheries. Issues, Terminology, Principles, Intutional Foundation, Implementation and Outlook. *Fisheries Technical Paper.* 443. FAO.
- Stefansson, G. 2003. Multi-species and Ecosystem Models in a Management Context. In *Responsible Fisheries in the Marine Ecosystem*. Sinclair, M and G. Valdimarsson (eds.) Published by Food and Agriculture Organization of the United Nations and CABI. pp. 275-289.

- Trites, A.W. 2003. Food Webs in the Ocean: Who Eats Whom and How Much?. In *Responsible Fisheries in the Marine Ecosystem*. Sinclair, M and G. Valdimarsson (eds.) Published by Food and Agriculture Organization of the United Nations and CABI. pp. 275-289.
- Tomas, C.R. 1997. *Identifying Marine Phytoplankton*. Academic Press, USA.
- Umaly, R.C. and L.A. Cuvin. 1988. *Limnology : Laboratory and Field Guide Physico-Chemical Factors, Biology Factors*. National Book Store Publ., Manila.
- Wiadnyana, N.N. 1999. Kelimpahan zooplankton dan kesuburan perairan pesisir Dobo, Maluku Tenggara. *J. Il.II. Per. dan Perik. Indo*. VI(2): 45-51.
- Widjaja, F. 2002. *Factors and processes affecting degree of eutrophication*. Paper Presented at the Southeast Asian Regional Centre for Tropical Biology (SEAMEO BIOTROP) in Cooperation with MAB UNESCO and ASEAN Foundation acknowledge in the Third Regional Training Course on Eutrophication in Lakes and Reservoirs. Bogor. August 20-30.
- Wong, C.S., N.A.D. Waser, Y. Nojiri, Wm.K. Johnson, F.A. Whitney, J.S.C. Page, and J. Zeng, 2002, Seasonal and interannual variability in the distribution of surface nutrients dissolved inorganic carbon in the northern north pacific: influence of El Nino. *J. Oceanogr.*, 58, 227-243.
- Wyatt, P.J. and C. Jackson. 1989. Discrimination of Phytoplankton via Light-Scattering Properties. *Limnol. Oceanogr.*, 34 (1) : 96–112.
- Wyrski, K. 1961. *Physical Oceanography of the Southeast Asian Waters*. La Jolla, California, Neyenesch Printers, San Diego.
- Yamaji, C.S. 1979. *Illustrations of the Marine Plankton of Japan*. Hoikusha Publ. Co. Ltd, Japan.

Lampiran 1. Distribusi suhu (°C) di zona eufotik perairan teluk Banten

| Periode | Zona Eufotik (%) | Stasiun Penelitian | | | | |
|---------|------------------|--------------------|-------|--------|-------|-------|
| | | SM | SP | ST1 | ST2 | SL |
| I | 10 | 28.97 | - | - | - | - |
| | 5 | 28.96 | - | - | - | - |
| | 1 | 28.94 | - | - | - | - |
| | 50 | - | 28.95 | 28.92 | 28.91 | 28.97 |
| | 25 | - | 28.90 | 28.85 | 28.81 | 28.94 |
| | 10 | - | 28.85 | 28.75 | 28.69 | 28.92 |
| | 5 | - | 28.80 | C28.68 | 28.60 | 28.89 |
| | 1 | - | - | - | - | 28.51 |
| II | 10 | 29.90 | - | - | - | - |
| | 5 | 29.88 | - | - | - | - |
| | 1 | 29.86 | - | - | - | - |
| | 50 | - | 29.86 | 29.84 | 29.82 | 29.81 |
| | 25 | - | 29.82 | 29.76 | 29.73 | 29.71 |
| | 10 | - | 29.76 | 29.67 | 29.61 | 29.57 |
| | 5 | - | 29.72 | 29.59 | 29.51 | 29.46 |
| | 1 | - | - | - | - | 29.22 |
| III | 10 | 29.96 | - | - | - | - |
| | 5 | 29.97 | - | - | - | - |
| | 1 | 29.95 | - | - | - | - |
| | 50 | - | 29.95 | 29.93 | 29.91 | 29.9 |
| | 25 | - | 29.91 | 29.85 | 29.82 | 29.8 |
| | 10 | - | 29.85 | 29.76 | 29.7 | 29.66 |
| | 5 | - | 29.81 | 29.68 | 29.6 | 29.55 |
| | 1 | - | - | - | - | 29.31 |

Lampiran 2. Distribusi salinitas (%) di zona eufotik perairan teluk Banten

| Periode | Zona Eufotik | Stasiun Penelitian | | | | |
|---------|--------------|--------------------|------|------|------|------|
| | | SM | SP | ST1 | ST2 | SL |
| Ke | (%) | | | | | |
| I | 10 | 31.7 | - | - | - | - |
| | 5 | 31.7 | - | - | - | - |
| | 1 | 31.7 | - | - | - | - |
| | 50 | - | 32.2 | 32.4 | 32.4 | 32.4 |
| | 25 | - | 32.2 | 32.4 | 32.4 | 32.4 |
| | 10 | - | 32.2 | 32.4 | 32.4 | 32.4 |
| | 5 | - | 32.2 | 32.4 | 32.4 | 32.4 |
| | 1 | - | - | - | - | 32.5 |
| II | 10 | 29.5 | - | - | - | - |
| | 5 | 29.5 | - | - | - | - |
| | 1 | 29.5 | - | - | - | - |
| | 50 | - | 31.2 | 31.2 | 31.2 | 31.2 |
| | 25 | - | 31.2 | 31.2 | 31.2 | 31.2 |
| | 10 | - | 31.2 | 31.2 | 31.2 | 31.2 |
| | 5 | - | 31.2 | 31.2 | 31.2 | 31.2 |
| | 1 | - | - | - | - | 31.2 |
| III | 10 | 30.5 | - | - | - | - |
| | 5 | 30.5 | - | - | - | - |
| | 1 | 30.5 | - | - | - | - |
| | 50 | - | 31.5 | 31.5 | 31.5 | 32.5 |
| | 25 | - | 31.5 | 31.5 | 31.5 | 32.5 |
| | 10 | - | 31.5 | 31.5 | 31.5 | 32.5 |
| | 5 | - | 31.5 | 31.5 | 31.5 | 32.5 |
| | 1 | - | - | - | - | 32.5 |

Lampiran 3. Distribusi pH di zona eufotik perairan teluk Banten

| Periode | Zona Eufotik (%) | Stasiun Penelitian | | | | |
|---------|------------------|--------------------|------|------|------|------|
| | | SM | SP | ST1 | ST2 | SL |
| I | 10 | 8.22 | - | - | - | - |
| | 5 | 8.72 | - | - | - | - |
| | 1 | 8.35 | - | - | - | - |
| | 50 | - | 8.54 | 8.46 | 8.67 | 8.63 |
| | 25 | - | 8.38 | 8.43 | 8.66 | 8.67 |
| | 10 | - | 8.52 | 8.79 | 8.66 | 8.72 |
| | 5 | - | 8.50 | 8.62 | 8.67 | 8.74 |
| | 1 | - | - | - | - | 8.77 |
| II | 10 | 8.41 | - | - | - | - |
| | 5 | 8.28 | - | - | - | - |
| | 1 | 8.42 | - | - | - | - |
| | 50 | - | 8.52 | 8.51 | 8.74 | 8.58 |
| | 25 | - | 8.49 | 8.57 | 8.69 | 8.64 |
| | 10 | - | 8.44 | 8.62 | 8.53 | 8.44 |
| | 5 | - | 8.57 | 8.68 | 8.66 | 8.67 |
| | 1 | - | - | - | - | 8.55 |
| III | 10 | 8.25 | - | - | - | - |
| | 5 | 8.33 | - | - | - | - |
| | 1 | 8.37 | - | - | - | - |
| | 50 | - | 8.23 | 8.30 | 8.33 | 8.32 |
| | 25 | - | 8.33 | 8.43 | 8.43 | 8.26 |
| | 10 | - | 8.36 | 8.25 | 8.32 | 8.32 |
| | 5 | - | 8.36 | 8.20 | 8.25 | 8.24 |
| 1 | - | - | - | - | 8.06 | |

Lampiran 4. Intensitas cahaya permukaan di perairan teluk Banten

| Waktu (Jam) | Intensitas Cahaya Matahari (MJ/m ²) | | |
|----------------------------|--|------------|-------------|
| | Periode I | Periode II | Periode III |
| 06:00 | 2.813 | 1.635 | 3.363 |
| 07:00 | 18.935 | 24.176 | 12.096 |
| 08:00 | 28.381 | 48.988 | 23.465 |
| 09:00 | 70.271 | 66.036 | 31.421 |
| 10:00 | 64.481 | 68.761 | 81.785 |
| 11:00 | 88.235 | 70.588 | 49.601 |
| 12:00 | 43.626 | 84.325 | 85.973 |
| 13:00 | 38.215 | 72.571 | 74.658 |
| 14:00 | 31.873 | 21.705 | 61.161 |
| 15:00 | 10.431 | 4.268 | 37.981 |
| 16:00 | 22.763 | 13.151 | 16.321 |
| 17:00 | 4.315 | 3.848 | 3.086 |
| 18:00 | 0.21 | 0.02 | 0.02 |
| Total (MJ/m ²) | 424.549 | 480.072 | 480.931 |

Lampiran 5. Intensitas cahaya matahari pada lapisan permukaan di perairan teluk Banten

| Waktu (Jam) | Intensitas Cahaya Matahari (MJ/m ²) | | |
|----------------------------|---|------------|-------------|
| | Periode I | Periode II | Periode III |
| 06:00 | 2.531 | 1.471 | 3.026 |
| 07:00 | 17.041 | 21.758 | 10.886 |
| 08:00 | 25.542 | 44.089 | 21.118 |
| 09:00 | 63.243 | 59.432 | 28.278 |
| 10:00 | 58.032 | 61.884 | 73.606 |
| 11:00 | 79.411 | 63.529 | 44.641 |
| 12:00 | 39.263 | 75.892 | 77.375 |
| 13:00 | 34.393 | 65.313 | 67.192 |
| 14:00 | 28.685 | 19.534 | 55.044 |
| 15:00 | 9.387 | 3.841 | 34.182 |
| 16:00 | 20.486 | 11.835 | 14.688 |
| 17:00 | 3.883 | 3.463 | 2.777 |
| 18:00 | 0.189 | 0.018 | 0.018 |
| Total (MJ/m ²) | 382.086 | 432.059 | 432.831 |

Lampiran 6. Konsentrasi nutrisi di zona eufotik perairan teluk Banten.

| Stasiun | Periode Ke- | Zona Eufotik (%) | Nutrien ($\mu\text{M/l}$) | | | | |
|---------|-------------|------------------|-----------------------------|-------|-------|-------|---------|
| | | | NH3-N | NO3-N | NO2-N | PO4-P | SiO2-Si |
| SM | I | 10 | 13.62 | 3.467 | 0.737 | 0.189 | 431.601 |
| | | 5 | 2.818 | 3.435 | 0.967 | 0.053 | 301.553 |
| | | 1 | 12.62 | 6.224 | 0.373 | 0.053 | 440.549 |
| | II | 10 | 7.313 | 0.016 | 0.109 | 0.053 | 179.856 |
| | | 5 | 1.63 | 0.629 | 0.109 | 0.053 | 183.435 |
| | | 1 | 22.86 | 0.081 | 0.326 | 0.053 | 405.353 |
| | III | 10 | 9.686 | 2.071 | 0.13 | 0.053 | 109.165 |
| | | 5 | 6.439 | 3.277 | 0.109 | 0.053 | 88.882 |
| | | 1 | 5.877 | 1.449 | 0.109 | 0.053 | 52.4924 |
| SP | I | 50 | 0.294 | 2.661 | 0.163 | 0.495 | 101.111 |
| | | 25 | 1.996 | 0.016 | 0.201 | 0.053 | 83.8113 |
| | | 10 | 2.701 | 0.048 | 0.086 | 0.053 | 103.199 |
| | | 5 | 6.928 | 3.354 | 0.163 | 0.358 | 105.884 |
| | II | 50 | 2.442 | 1.645 | 0.782 | 0.053 | 87.0924 |
| | | 25 | 1.505 | 1.016 | 0.739 | 0.263 | 84.4079 |
| | | 10 | 6.126 | 4.676 | 0.109 | 0.053 | 85.3027 |
| | | 5 | 2.13 | 1.064 | 0.109 | 0.063 | 95.4441 |
| | III | 50 | 3.129 | 2.499 | 0.109 | 0.053 | 34.8941 |
| | | 25 | 2.379 | 1.877 | 0.109 | 0.053 | 29.5251 |
| | | 10 | 5.939 | 7.321 | 0.217 | 0.053 | 113.341 |
| | | 5 | 4.066 | 1.566 | 0.109 | 0.053 | 29.2268 |
| ST1 | I | 50 | 2.466 | 2.032 | 0.048 | 0.053 | 62.6337 |
| | | 25 | 0.528 | 4.402 | 0.067 | 0.053 | 54.8786 |
| | | 10 | 0.587 | 1.564 | 0.105 | 0.053 | 40.5613 |
| | | 5 | 2.701 | 1.919 | 0.086 | 0.053 | 132.729 |
| | II | 50 | 5.814 | 1.612 | 0.109 | 0.053 | 82.6182 |
| | | 25 | 11.62 | 0.516 | 0.109 | 0.053 | 87.3906 |
| | | 10 | 4.565 | 0.21 | 0.804 | 0.274 | 246.073 |
| | | 5 | 5.752 | 0.016 | 0.63 | 0.053 | 176.575 |
| | III | 50 | 4.753 | 3.704 | 0.109 | 0.053 | 18.7872 |
| | | 25 | 4.753 | 2.499 | 0.109 | 0.053 | 23.5596 |
| | | 10 | 2.941 | 1.332 | 0.152 | 0.053 | 19.9803 |
| | | 5 | 3.816 | 1.566 | 0.13 | 0.053 | 35.1924 |
| ST2 | I | 50 | 5.166 | 0.709 | 0.029 | 0.095 | 52.7906 |
| | | 25 | 0.998 | 2.306 | 0.144 | 0.053 | 38.7717 |
| | | 10 | 1.468 | 7.901 | 0.086 | 0.053 | 41.1579 |
| | | 5 | 1.468 | 1.564 | 0.086 | 0.053 | 50.1061 |
| | II | 50 | 1.568 | 0.709 | 0.109 | 0.053 | 78.4424 |
| | | 25 | 2.13 | 0.822 | 0.109 | 0.053 | 105.287 |
| | | 10 | 9.686 | 0.016 | 0.109 | 0.074 | 82.3199 |
| | | 5 | 3.441 | 0.597 | 0.696 | 0.326 | 92.7596 |
| | III | 50 | 3.441 | 2.499 | 0.109 | 0.053 | 17.2958 |
| | | 25 | 2.442 | 15.95 | 0.109 | 0.053 | 14.6113 |
| | | 10 | 2.817 | 2.304 | 0.196 | 0.053 | 25.3493 |
| | | 5 | 4.19 | 2.304 | 0.109 | 0.053 | 34.5958 |

Lampiran 6. Lanjutan

| Stasiun | Periode Ke- | Zona Eufotik (%) | Nutrien ($\mu\text{M/l}$) | | | | |
|---------|-------------|------------------|-----------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------|
| | | | NH ₃ -N | NO ₃ -N | NO ₂ -N | PO ₄ -P | SiO ₂ -Si |
| SL | I | 50 | 1.292 | 1.612 | 0.067 | 0.053 | 36.6837 |
| | | 25 | 0.998 | 1.177 | 0.105 | 0.053 | 42.0527 |
| | | 10 | 0.294 | 1.064 | 0.105 | 0.053 | 39.6665 |
| | | 5 | 0.294 | 0.081 | 0.105 | 0.053 | 31.9113 |
| | | 1 | 3.992 | 2.225 | 0.814 | 0.274 | 68.0027 |
| | II | 50 | 12.93 | 0.016 | 0.739 | 0.537 | 99.3217 |
| | | 25 | 4.19 | 0.016 | 0.109 | 0.053 | 91.2682 |
| | | 10 | 10.62 | 2.338 | 0.109 | 0.053 | 93.6544 |
| | | 5 | 7.063 | 6.385 | 0.109 | 0.053 | 108.866 |
| | | 1 | 4.003 | 0.016 | 0.804 | 0.274 | 68.0027 |
| | III | 50 | 7.375 | 1.371 | 0.109 | 0.053 | 6.85615 |
| | | 25 | 6.813 | 2.11 | 0.109 | 0.053 | 18.1906 |
| | | 10 | 2.13 | 1.721 | 0.13 | 0.053 | 20.8751 |
| | | 5 | 4.877 | 1.06 | 0.109 | 0.053 | 15.5061 |
| | | 1 | 4.378 | 1.449 | 0.109 | 0.053 | 22.963 |

Lampiran 7. Kelimpahan fitoplankton (Sel/l) pada periode I di zona eufotik perairan teluk Banten

| No. | Jenis Fitoplankton | ST1 | | | | ST2 | | | |
|-----|---------------------------|------------------|------|------|------|------------------|------|------|------|
| | | Zona eufotik (%) | | | | Zona eufotik (%) | | | |
| | | 50 | 25 | 10 | 5 | 50 | 25 | 10 | 5 |
| | BACILLARIOPHYCEAE | | | | | | | | |
| 1 | <i>Leptocylindrus</i> sp | 335 | 380 | 450 | 575 | 80 | 205 | 45 | 60 |
| 2 | <i>Guinardia</i> sp | 445 | 2520 | 1845 | 540 | 190 | 605 | 490 | 670 |
| 3 | <i>Chaetoceros</i> sp | 505 | 1055 | 1440 | 1120 | 765 | 820 | 695 | 720 |
| 4 | <i>Bacteriastrium</i> sp | 30 | 15 | 35 | 40 | 15 | 50 | 0 | 15 |
| 5 | <i>Nitzschia</i> sp | 335 | 250 | 80 | 105 | 0 | 15 | 125 | 45 |
| 6 | <i>Thalassiosira</i> sp | 25 | 30 | 180 | 25 | 25 | 50 | 30 | 35 |
| 7 | <i>Rhizosolenia</i> sp | 275 | 520 | 535 | 390 | 125 | 140 | 80 | 105 |
| 8 | <i>Ditylum</i> sp | 5 | 10 | 0 | 5 | 0 | 5 | 0 | 30 |
| 9 | <i>Bidulphia</i> sp | 20 | 0 | 40 | 20 | 5 | 10 | 10 | 25 |
| 10 | <i>Pleurosigma</i> sp | 20 | 5 | 0 | 15 | 5 | 10 | | 5 |
| 11 | <i>Lauderia</i> sp | 15 | 0 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | <i>Navicula</i> sp | 10 | 0 | 15 | 35 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| 13 | <i>Hemidiscus</i> sp | 20 | 45 | 50 | 45 | 0 | 45 | 15 | 185 |
| 14 | <i>Coscinidiscus</i> sp | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 | 15 | 0 | 30 |
| 15 | <i>Skeletonema</i> sp | 135 | 165 | 0 | 80 | 0 | 25 | 0 | 0 |
| 16 | <i>Thalassiothrix</i> sp | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 15 | 20 | 0 |
| 17 | <i>Gyrosigma</i> sp | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18 | <i>Chimachosphenia</i> sp | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| 19 | <i>Hemiaulus</i> sp | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 |
| 20 | <i>Amphora</i> sp | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| 21 | <i>Amphiprora</i> sp | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22 | <i>Thalassionema</i> sp | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| 23 | <i>Fragilaria</i> sp | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24 | <i>Surirella</i> sp | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 | <i>Bacillaria</i> sp | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 | <i>Achnantes</i> sp | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 27 | <i>Diploneis</i> sp | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 28 | <i>Eucampia</i> sp | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 29 | <i>Corethron</i> sp | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Sub Total | 2175 | 4995 | 4680 | 3040 | 1215 | 2010 | 1515 | 1945 |
| | CYANOPHYCEAE | | | | | | | | |
| 1 | <i>Trichodesmium</i> sp | 205 | 82 | 205 | 41 | 123 | 41 | 82 | 0 |
| | Sub Total | 205 | 82 | 205 | 41 | 123 | 41 | 82 | 0 |
| | DINOPHYCEAE | | | | | | | | |
| 1 | <i>Peridinium</i> sp | 170 | 130 | 140 | 85 | 35 | 65 | 80 | 80 |
| 2 | <i>Ceratium</i> sp | 15 | 10 | 60 | 5 | 15 | 25 | 35 | 10 |
| 3 | <i>Dinophysis</i> sp | 5 | 0 | 10 | 0 | 10 | 20 | 25 | 25 |
| 4 | <i>Noctiluca</i> sp | 10 | 10 | 50 | 10 | 25 | 15 | 5 | 90 |
| 5 | <i>Prorocentrum</i> sp | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | <i>Gymnodinium</i> sp | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| | Sub Total | 200 | 150 | 260 | 100 | 90 | 125 | 145 | 205 |
| | Kelimpahan | 2580 | 5227 | 5145 | 3181 | 1428 | 2176 | 1742 | 2150 |

Lampiran 8. Kelimpahan fitoplankton (Sel/l) pada periode II di zona eufotik perairan teluk Banten

| No. | Jenis Fitoplankton | ST1 | | | | ST2 | | | |
|-----|---------------------------|------------------|------|------|-----|------------------|------|------|-----|
| | | Zona eufotik (%) | | | | Zona eufotik (%) | | | |
| | | 50 | 25 | 10 | 5 | 50 | 25 | 10 | 5 |
| | BACILLARIOPHYCEAE | | | | | | | | |
| 1 | <i>Leptocylindrus</i> sp | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | <i>Guinardia</i> sp | 5 | 0 | 125 | 65 | 0 | 0 | 45 | 10 |
| 3 | <i>Chaetoceros</i> sp | 590 | 605 | 545 | 90 | 555 | 710 | 295 | 240 |
| 4 | <i>Bacteriastrium</i> sp | 855 | 240 | 140 | 110 | 140 | 145 | 45 | 45 |
| 5 | <i>Nitzschia</i> sp | 50 | 150 | 140 | 10 | 10 | 5 | 85 | 10 |
| 6 | <i>Thalassiosira</i> sp | 15 | 100 | 30 | 20 | 30 | 30 | 35 | 35 |
| 7 | <i>Rhizosolenia</i> sp | 30 | 55 | 50 | 25 | 20 | 100 | 55 | 15 |
| 8 | <i>Ditylum</i> sp | 0 | 10 | 0 | 5 | 10 | 5 | 0 | 5 |
| 9 | <i>Bidulphia</i> sp | 10 | 15 | 10 | 20 | 5 | 5 | 15 | 75 |
| 10 | <i>Pleurosigma</i> sp | 5 | 0 | 10 | 20 | 0 | 10 | 50 | 10 |
| 11 | <i>Lauderia</i> sp | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 35 | 15 | 0 |
| 12 | <i>Navicula</i> sp | 0 | 10 | 10 | 10 | 0 | 0 | 0 | 30 |
| 13 | <i>Hemidiscus</i> sp | 15 | 5 | 0 | 10 | 10 | 0 | 5 | 10 |
| 14 | <i>Coscinidiscus</i> sp | 20 | 5 | 30 | 30 | 45 | 65 | 105 | 75 |
| 15 | <i>Skeletonema</i> sp | 0 | 140 | 85 | 30 | 175 | 0 | 0 | 15 |
| 16 | <i>Thalassiothrix</i> sp | 0 | 0 | 20 | 0 | 90 | 85 | 55 | 35 |
| 17 | <i>Gyrosigma</i> sp | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18 | <i>Chimachosphenia</i> sp | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 |
| 19 | <i>Hemiaulus</i> sp | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 60 | 20 |
| 20 | <i>Amphora</i> sp | 0 | 0 | 10 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21 | <i>Amphiprora</i> sp | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22 | <i>Thalassionema</i> sp | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 10 | 10 |
| 23 | <i>Fragilaria</i> sp | 0 | 10 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| 24 | <i>Surirella</i> sp | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 5 | 0 | 5 |
| 25 | <i>Bacillaria</i> sp | 0 | 0 | 65 | 35 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 | <i>Achnantes</i> sp | 0 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 27 | <i>Diploneis</i> sp | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 |
| 28 | <i>Eucampia</i> sp | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 29 | <i>Corethron</i> sp | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Sub Total | 1600 | 1375 | 1320 | 490 | 1095 | 1230 | 880 | 650 |
| | CYANOPHYCEAE | | | | | | | | |
| 1 | <i>Trichodesmium</i> sp | 0 | 220 | 0 | 215 | 295 | 225 | 215 | 215 |
| | Sub Total | 0 | 220 | 0 | 215 | 295 | 225 | 215 | 215 |
| | DINOPHYCEAE | | | | | | | | |
| 1 | <i>Peridinium</i> sp | 155 | 95 | 30 | 10 | 15 | 70 | 40 | 15 |
| 2 | <i>Ceratium</i> sp | 0 | 5 | 10 | 10 | 0 | 5 | 0 | 5 |
| 3 | <i>Dinophysis</i> sp | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | <i>Noctiluca</i> sp | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | <i>Prorocentrum</i> sp | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | <i>Gymnodinium</i> sp | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Sub Total | 155 | 100 | 50 | 30 | 15 | 75 | 40 | 20 |
| | Kelimpahan | 1755 | 1695 | 1370 | 735 | 1405 | 1530 | 1135 | 885 |

Lampiran 9. Kelimpahan fitoplankton (Sel/l) pada periode III di zona eufotik perairan teluk Banten

| No. | Jenis Fitoplankton | ST1 | | | | ST2 | | | |
|-----|---------------------------|------------------|------|------|------|------------------|------|------|------|
| | | Zona eufotik (%) | | | | Zona eufotik (%) | | | |
| | | 50 | 25 | 10 | 5 | 50 | 25 | 10 | 5 |
| | BACILLARIOPHYCEAE | | | | | | | | |
| 1 | <i>Leptocylindrus</i> sp | 485 | 440 | 60 | 60 | 10 | 5 | 0 | 0 |
| 2 | <i>Guinardia</i> sp | 10 | 0 | 10 | 5 | 10 | 0 | 55 | 90 |
| 3 | <i>Chaetoceros</i> sp | 3920 | 2195 | 1350 | 1430 | 480 | 800 | 340 | 400 |
| 4 | <i>Bacteriastrium</i> sp | 595 | 820 | 1680 | 800 | 230 | 185 | 250 | 85 |
| 5 | <i>Nitzschia</i> sp | 70 | 80 | 35 | 135 | 40 | 10 | 30 | 75 |
| 6 | <i>Thalassiosira</i> sp | 15 | 125 | 70 | 35 | 35 | 15 | 50 | 45 |
| 7 | <i>Rhizosolenia</i> sp | 655 | 845 | 400 | 695 | 120 | 15 | 40 | 60 |
| 8 | <i>Ditylum</i> sp | 10 | 0 | 10 | 25 | 5 | 0 | 5 | 5 |
| 9 | <i>Bidulphia</i> sp | 55 | 20 | 35 | 60 | 35 | 15 | 25 | 55 |
| 10 | <i>Pleurosigma</i> sp | 10 | 20 | 15 | 35 | 0 | 0 | 5 | 20 |
| 11 | <i>Lauderia</i> sp | 20 | 80 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | <i>Navicula</i> sp | 10 | 5 | 10 | 10 | 10 | 0 | 0 | 5 |
| 13 | <i>Hemidiscus</i> sp | 10 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 25 |
| 14 | <i>Coscinodiscus</i> sp | 20 | 5 | 10 | 10 | 5 | 10 | 0 | 5 |
| 15 | <i>Skeletonema</i> sp | 0 | 50 | 30 | 50 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16 | <i>Thalassiothrix</i> sp | 5 | 35 | 50 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17 | <i>Gyrosigma</i> sp | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18 | <i>Chimachosphenia</i> sp | 20 | 5 | 20 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19 | <i>Hemiaulus</i> sp | 35 | 30 | 20 | 25 | 35 | 75 | 25 | 10 |
| 20 | <i>Amphora</i> sp | 0 | 5 | 5 | 5 | 0 | 5 | 0 | 10 |
| 21 | <i>Amphiprora</i> sp | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 |
| 22 | <i>Thalassionema</i> sp | 20 | 25 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 |
| 23 | <i>Fragilaria</i> sp | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24 | <i>Surirella</i> sp | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 | <i>Bacillaria</i> sp | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 | <i>Achnantes</i> sp | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 27 | <i>Diploneis</i> sp | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 28 | <i>Eucampia</i> sp | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 5 | 30 | 0 |
| 29 | <i>Corethron</i> sp | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| | Sub Total | 5965 | 4785 | 3810 | 3405 | 1030 | 1145 | 860 | 895 |
| | CYANOPHYCEAE | | | | | | | | |
| 1 | <i>Trichodesmium</i> sp | 0 | 205 | 210 | 205 | 240 | 225 | 230 | 205 |
| | Sub Total | 0 | 205 | 210 | 205 | 240 | 225 | 230 | 205 |
| | DINOPHYCEAE | | | | | | | | |
| 1 | <i>Peridinium</i> sp | 1305 | 2620 | 865 | 850 | 155 | 95 | 140 | 130 |
| 2 | <i>Ceratium</i> sp | 95 | 45 | 30 | 45 | 55 | 10 | 130 | 45 |
| 3 | <i>Dinophysis</i> sp | 185 | 110 | 40 | 25 | 15 | 5 | 20 | 65 |
| 4 | <i>Noctiluca</i> sp | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | <i>Prorocentrum</i> sp | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 |
| 6 | <i>Gymnodinium</i> sp | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| | Sub Total | 1585 | 2775 | 935 | 925 | 230 | 110 | 295 | 245 |
| | Kelimpahan | 7550 | 7765 | 4955 | 4535 | 1500 | 1480 | 1385 | 1345 |

Lampiran 10. Panjang gelombang pengukuran klorofil-a periode I di zona eufotik perairan teluk Banten

| Stasiun | Zona eufotik (%) | Nilai | | | | |
|---------|------------------|----------|-------|-------|-------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | | | | | |
| | | Non HCL | | | | |
| SM | 10 | 0.006 | 0.199 | 0.202 | 0.063 | 0.055 |
| | 5 | 0.006 | 0.129 | 0.131 | 0.046 | 0.035 |
| | 1 | 0.004 | 0.190 | 0.231 | 0.062 | 0.055 |
| | | | HCL | | | |
| | 10 | 0.114 | 0.299 | 0.299 | 0.204 | 0.208 |
| | 5 | 0.007 | 0.111 | 0.111 | 0.04 | 0.032 |
| | 1 | 0.004 | 0.191 | 0.18 | 0.058 | 0.052 |
| | | Non HCL | | | | |
| SP | 50 | (-0.000) | 0.007 | 0.008 | 0.002 | 0.003 |
| | 25 | 0.002 | 0.012 | 0.012 | 0.004 | 0.005 |
| | 10 | 0.002 | 0.018 | 0.019 | 0.008 | 0.008 |
| | 5 | 0.002 | 0.017 | 0.018 | 0.007 | 0.007 |
| | | | HCL | | | |
| | 50 | 0.001 | 0.009 | 0.009 | 0.006 | 0.008 |
| | 25 | 0.001 | 0.012 | 0.012 | 0.008 | 0.010 |
| | 10 | 0.003 | 0.019 | 0.019 | 0.012 | 0.014 |
| | 5 | 0.003 | 0.019 | 0.019 | 0.011 | 0.013 |
| | | Non HCL | | | | |
| ST1 | 50 | 0.002 | 0.006 | 0.006 | 0.005 | 0.006 |
| | 25 | 0.000 | 0.004 | 0.004 | 0.002 | 0.002 |
| | 10 | 0.002 | 0.016 | 0.016 | 0.007 | 0.006 |
| | 5 | 0.002 | 0.012 | 0.012 | 0.005 | 0.005 |
| | | | HCL | | | |
| | 50 | 0.002 | 0.006 | 0.006 | 0.005 | 0.007 |
| | 25 | 0.001 | 0.006 | 0.006 | 0.005 | 0.006 |
| | 10 | 0.006 | 0.020 | 0.020 | 0.014 | 0.015 |
| | 5 | 0.008 | 0.021 | 0.021 | 0.017 | 0.019 |
| | | Non HCL | | | | |
| ST2 | 50 | 0.002 | 0.006 | 0.006 | 0.003 | 0.004 |
| | 25 | 0.001 | 0.005 | 0.005 | 0.002 | 0.003 |
| | 10 | 0.007 | 0.016 | 0.016 | 0.012 | 0.012 |
| | 5 | 0.001 | 0.013 | 0.013 | 0.006 | 0.006 |
| | | | HCL | | | |
| | 50 | 0.002 | 0.008 | 0.008 | 0.008 | 0.010 |
| | 25 | 0.017 | 0.028 | 0.028 | 0.029 | 0.034 |
| | 10 | 0.005 | 0.015 | 0.015 | 0.012 | 0.014 |
| | 5 | 0.001 | 0.014 | 0.014 | 0.008 | 0.009 |
| | | Non HCL | | | | |
| SL | 50 | 0.001 | 0.011 | 0.011 | 0.05 | 0.005 |
| | 25 | 0.000 | 0.004 | 0.004 | 0.002 | 0.003 |
| | 10 | 0.001 | 0.006 | 0.007 | 0.004 | 0.004 |
| | 5 | 0.004 | 0.012 | 0.012 | 0.007 | 0.007 |
| | 1 | 0.004 | 0.007 | 0.006 | 0.007 | 0.003 |

Lampiran 10. Lanjutan

| Stasiun | Zona eufotik (%) | Nilai | | | | |
|---------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | | | | | |
| | | HCL | | | | |
| SL | 50 | 0.013 | 0.030 | 0.030 | 0.028 | 0.033 |
| | 25 | 0.015 | 0.028 | 0.028 | 0.033 | 0.039 |
| | 10 | 0.001 | 0.007 | 0.007 | 0.005 | 0.007 |
| | 5 | 0.004 | 0.013 | 0.013 | 0.009 | 0.010 |
| | 1 | 0.004 | 0.028 | 0.007 | 0.005 | 0.005 |

Lampiran 11. Panjang gelombang pengukuran klorofil-a periode II di zona eufotik perairan teluk Banten

| Stasiun | Zona eufotik (%) | Nilai | | | | |
|---------|------------------|----------|-------|-------|-------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | | | | | |
| SM | | Non HCL | | | | |
| | 10 | 0.004 | 0.025 | 0.025 | 0.012 | 0.011 |
| | 5 | 0.009 | 0.141 | 0.142 | 0.053 | 0.041 |
| | 1 | 0.007 | 0.120 | 0.121 | 0.044 | 0.035 |
| | 10 | | HCI | | | |
| | 5 | 0.004 | 0.024 | 0.024 | 0.012 | 0.010 |
| | 1 | 0.013 | 0.139 | 0.141 | 0.056 | 0.045 |
| | | 0.006 | 0.130 | 0.132 | 0.046 | 0.035 |
| SP | | Non HCL | | | | |
| | 50 | 0.006 | 0.017 | 0.017 | 0.010 | 0.010 |
| | 25 | 0.006 | 0.014 | 0.014 | 0.010 | 0.010 |
| | 10 | 0.006 | 0.019 | 0.02 | 0.012 | 0.012 |
| | 5 | 0.009 | 0.036 | 0.036 | 0.020 | 0.018 |
| | | HCL | | | | |
| | | 0.006 | 0.017 | 0.017 | 0.010 | 0.011 |
| | | 0.006 | 0.014 | 0.014 | 0.010 | 0.010 |
| | | 0.005 | 0.018 | 0.018 | 0.010 | 0.010 |
| | 0.007 | 0.034 | 0.034 | 0.018 | 0.016 | |
| ST1 | | Non HCL | | | | |
| | 50 | 0.006 | 0.017 | 0.017 | 0.011 | 0.011 |
| | 25 | 0.006 | 0.015 | 0.016 | 0.010 | 0.010 |
| | 10 | 0.004 | 0.019 | 0.019 | 0.010 | 0.009 |
| | 5 | 0.002 | 0.015 | 0.016 | 0.006 | 0.006 |
| | | HCL | | | | |
| | 50 | 0.007 | 0.018 | 0.018 | 0.012 | 0.012 |
| | 25 | 0.005 | 0.013 | 0.014 | 0.009 | 0.009 |
| | 10 | 0.004 | 0.018 | 0.018 | 0.010 | 0.008 |
| | 5 | 0.001 | 0.012 | 0.012 | 0.005 | 0.004 |
| ST2 | | Non HCL | | | | |
| | 50 | 0.007 | 0.020 | 0.020 | 0.012 | 0.013 |
| | 25 | 0.003 | 0.018 | 0.018 | 0.009 | 0.008 |
| | 10 | 0.005 | 0.026 | 0.027 | 0.013 | 0.011 |
| | 5 | 0.011 | 0.034 | 0.034 | 0.022 | 0.021 |
| | | HCL | | | | |
| | 50 | 0.013 | 0.028 | 0.029 | 0.022 | 0.023 |
| | 25 | 0.002 | 0.016 | 0.016 | 0.008 | 0.006 |
| | 10 | 0.004 | 0.022 | 0.022 | 0.010 | 0.008 |
| 5 | 0.008 | 0.024 | 0.024 | 0.016 | 0.016 | |
| SL | | Non HCL | | | | |
| | 50 | 0.003 | 0.017 | 0.017 | 0.009 | 0.008 |
| | 25 | 0.000 | 0.022 | 0.023 | 0.010 | 0.006 |
| | 10 | 0.002 | 0.050 | 0.051 | 0.026 | 0.016 |
| | 5 | (-0.000) | 0.021 | 0.021 | 0.009 | 0.006 |
| | 1 | 0.000 | 0.010 | 0.010 | 0.005 | 0.003 |

Lampiran 11. Lanjutan

| Stasiun | Zona eufotik (%) | Nilai | | | | |
|---------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | | | | | |
| | | HCL | | | | |
| SL | 50 | 0.004 | 0.016 | 0.016 | 0.009 | 0.008 |
| | 25 | 0.000 | 0.021 | 0.021 | 0.010 | 0.006 |
| | 10 | 0.003 | 0.045 | 0.045 | 0.023 | 0.014 |
| | 5 | 0.000 | 0.020 | 0.020 | 0.008 | 0.005 |
| | 1 | 0.000 | 0.010 | 0.010 | 0.004 | 0.003 |

Lampiran 12. Kandungan oksigen terlarut periode I di zona eufotik perairan teluk Banten

| Stasiun | Zona eufotik (%) | Kandungan oksigen terlarut (ppm) | | |
|---------|------------------|----------------------------------|------|------|
| | | BI | BT | BG |
| SM | 10 | 3.00 | 4.81 | 2.48 |
| | 5 | 2.82 | 4.00 | 2.54 |
| | 1 | 2.38 | 7.15 | 2.42 |
| SP | 50 | 2.90 | 4.45 | 3.66 |
| | 25 | 2.92 | 4.22 | 3.59 |
| | 15 | 2.82 | 4.16 | 3.10 |
| | 5 | 2.80 | 3.98 | 2.55 |
| ST1 | 50 | 2.71 | 2.91 | 3.53 |
| | 25 | 2.79 | 2.93 | 3.55 |
| | 10 | 2.86 | 2.79 | 3.35 |
| | 5 | 2.68 | 2.77 | 3.00 |
| ST2 | 50 | 2.70 | 2.75 | 5.57 |
| | 25 | 2.80 | 2.79 | 5.70 |
| | 10 | 2.90 | 2.91 | 5.56 |
| | 5 | 2.85 | 2.93 | 5.36 |
| SL | 50 | 2.75 | 3.82 | 2.40 |
| | 25 | 2.62 | 2.72 | 2.56 |
| | 10 | 2.75 | 2.75 | 3.59 |
| | 5 | 2.67 | 2.85 | 5.16 |
| | 1 | 1.00 | 3.46 | 3.53 |

Lampiran 13. Kandungan oksigen terlarut periode II di zona eufotik perairan teluk Banten

| Stasiun | Zona eufotik (%) | Kandungan oksigen terlarut (ppm) | | |
|---------|------------------|----------------------------------|------|------|
| | | BI | BT | BG |
| | | | | |
| SM | 10 | 2.76 | 3.00 | 2.80 |
| | 5 | 2.55 | 3.40 | 2.60 |
| | 1 | 2.88 | 4.71 | 2.78 |
| SP | 50 | 3.32 | 5.13 | 3.60 |
| | 25 | 3.35 | 3.85 | 3.50 |
| | 15 | 2.76 | 3.43 | 2.79 |
| | 5 | 2.34 | 3.00 | 2.67 |
| ST1 | 50 | 3.31 | 3.80 | 5.65 |
| | 25 | 3.31 | 3.79 | 3.59 |
| | 10 | 3.26 | 3.57 | 3.28 |
| | 5 | 2.90 | 3.23 | 3.25 |
| ST2 | 50 | 3.69 | 6.00 | 4.85 |
| | 25 | 3.88 | 6.00 | 5.86 |
| | 10 | 3.68 | 3.60 | 5.54 |
| | 5 | 3.70 | 5.83 | 5.29 |
| SL | 50 | 3.74 | 3.82 | 3.80 |
| | 25 | 3.82 | 4.10 | 3.70 |
| | 10 | 3.73 | 5.89 | 4.73 |
| | 5 | 3.90 | 5.58 | 5.34 |
| | 1 | 3.68 | 3.49 | 3.50 |

Lampiran 14. Kandungan oksigen terlarut periode III di zona eufotik perairan teluk Banten

| Stasiun | Zona eufotik (%) | Kandungan oksigen terlarut (ppm) | | |
|---------|------------------|----------------------------------|------|------|
| | | BI | BT | BG |
| SM | 10 | 2.58 | 3.78 | 2.56 |
| | 5 | 2.26 | 3.08 | 2.58 |
| | 1 | 2.58 | 2.91 | 2.54 |
| SP | 50 | 3.13 | 3.59 | 2.85 |
| | 25 | 3.00 | 3.16 | 2.88 |
| | 15 | 2.76 | 2.93 | 2.91 |
| | 5 | 2.72 | 2.87 | 2.82 |
| ST1 | 50 | 2.97 | 3.15 | 2.70 |
| | 25 | 3.00 | 3.00 | 2.72 |
| | 10 | 3.00 | 2.93 | 2.85 |
| | 5 | 2.98 | 2.69 | 2.99 |
| ST2 | 50 | 2.99 | 3.14 | 2.84 |
| | 25 | 3.00 | 3.00 | 2.89 |
| | 10 | 2.96 | 3.00 | 2.98 |
| | 5 | 3.10 | 3.00 | 2.95 |
| SL | 50 | 3.15 | 3.22 | 3.00 |
| | 25 | 3.00 | 3.00 | 3.00 |
| | 10 | 3.00 | 3.00 | 3.00 |
| | 5 | 3.00 | 3.00 | 3.00 |
| | 1 | 3.00 | 2.99 | 2.86 |