

**LAPORAN
PENELITIAN DIPA**



**BIODIVERSITAS PLANKTON PADA BUDIDAYA
POLIKULTUR DI DESA SAWOHAN
KECAMATAN SEDATI KABUPATEN SIDOARJO**

Tim Peneliti :

Ir. Maria Agustini, MSi (Ketua) NIDN 0723086401

Ir. Sri Oetami Madyowati, M.Kes (Anggota) NIDN 0727016901

Dibiayai oleh Universitas Dr. Soetomo sesuai dengan Surat Keputusan
Rektor Universitas Dr. Soetomo Nomor : OU.453/B.1.05/XI/2016
tentang Hibah Penelitian DIPA Universitas Dr. Soetomo Tahun 2016,
tanggal 22 Nopember 2016

**UNIVERSITAS DR. SOETOMO
JUNI 2017**

**HALAMAN PENGESAHAN
PENELITIAN DIPA**

Judul Penelitian

Biodiversitas Plankton Pada Budidaya Polikultur Di Desa Sawohan Kecamatan Sedati Kabupaten Sidoarjo

Kode>Nama Rumpun Ilmu : 200/ Hewani
Kode/Sub Rumpun Ilmu : 230/Perikanan
Kode/Bidang Ilmu : 239/Budidaya Perairan

Peneliti

a. Nama Lengkap : Ir. Maria Agustini, M.Si.
b. NIDN : 0723086401
c. Jabatan Fungsional : Lektor
d. Pengalaman penelitian : terlampir dalam CV
e. Program Studi : Budidaya Perairan
f. Nomor HP : 081214001964
g. E-mail : mariaagustini2017@gmail.com

Anggota peneliti (1)

a. Nama lengkap : Ir. Sri Oetami Madyowati, M.Kes.
b. NIDN : 0727016901
c. Perguruan Tinggi : Universitas Dr. Soetomo

Lokasi Penelitian

: Laboratorium Perikanan Universitas Dr. Soetomo dan Lahan Tambak pembudidaya Polikultur di Desa Sawohan Kecamatan Sedati Kabupaten Sidoarjo
: Rp. 4.500.000,-

Biaya Penelitian

Surabaya, 19 Juni 2017

Mengetahui
Dekan Fakultas Pertanian

Ketua Peneliti

(Ir. Achmad Kusyairi, M.Si.)
NPP.90.01.1.074

(Ir. Maria Agustini, M.Si.)
NPP.89.01.1.052

Menyetujui
Ketua Lembaga Penelitian

(Dr. Sri Utami Ady, SE, MM)
NPP.94.01.1.170

“BIODIVERSITAS PLANKTON PADA BUDIDAYA POLIKULTUR DI DESA SAWOHAN KECAMATAN SEDATI KABUPATEN SIDOARJO”

Maria Agustini dan Sri Oetami Madyowati

**Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan, Fakultas
Pertanian, Universitas Dr. Soetomo**

RINGKASAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari 2017 sampai dengan April 2017. Lokasi penelitian di lahan tambak pembudidaya Polikultur di Desa Sawohan Kecamatan Sedati Kabupaten Sidoarjo.

Budidaya udang windu secara monokultur tak pernah lepas dirundung masalah penurunan bahkan kegagalan produksi. Guna mengatasi kendala tersebut, kini para petambak menerapkan budidaya udang windu secara polikultur, salah satu budidaya pembesaran bersamaan dengan ikan bandeng.

Budidaya polikultur ini cukup menguntungkan petambak, karena bisa panen dua komoditas sekaligus dalam satu siklus budidaya. Tak hanya bandeng dapat menciptakan riak air yang dapat berfungsi sebagai kincir alternatif untuk pemasok oksigen terlatur maupun untuk menghindari terjadinya stratifikasi (pelapisan) suhu dalam air. Secara biologis persyaratan parameter kualitas air untuk kehidupan udang dengan bandeng sama, keduanya tidak akan saling kanibal karena udang windu hidupnya didasar sedangkan bandeng di permukaan air. Dengan melakukan budidaya dengan sistem polikultur, diharapkan akan dapat meningkatkan produksi tambak yang seiring peningkatan pendapatan petani tambak.

Peranan plankton di perairan sangat penting karena plankton merupakan pakan alami bagi ikan kecil dan hewan air lainnya. Plankton merupakan mata rantai utama dalam rantai makanan di perairan sehingga plankton mempunyai peranan sangat penting. Keberadaan plankton di tambak disamping berfungsi sebagai pakan udang dapat pula berperan sebagai salah satu dari parameter ekologis yang dapat menggambarkan kondisi suatu perairan. Menurut Dawes (1981), salah satu ciri khas organisme fitoplakton yang merupakan dasar mata rantai pakan di perairan. Oleh karena itu, kehadirannya disuatu perairan dapat menggambarkan karakteristik suatu perairan apakah berada dalam keadaan subur atau tidak. Reynolds *et al* (1984), mengemukakan bahwa kelimpahan plankton di suatu perairan dipengaruhi oleh beberapa parameter lingkungan dan karakteristik fisiologinya.

Komposisi dan kelimpahan plankton akan berubah pada berbagai tingkatan sebagai respons terhadap perubahan-perubahan kondisi lingkungan fisik, kimia, maupun biologi (Raynolds *et al*, 1984). Plankton terdiri atas fitoplankton yang merupakan produsen utama dan dapat menghasilkan makanannya sendiri dan merupakan makanan bagi hewan seperti zoo, ikan,

udang melalui proses fotosintesis dan zooplankton yang bersifat hewani dan beraneka ragam. Suatu perairan dikatakan subur apabila didalamnya banyak terdapat produsen primer yaitu fitoplankton baik kuantitas maupun kualitasnya.

Tujuan penelitian adalah mengetahui biodiversitas dan kelimpahan plankton pada budidaya Polikultur di Desa Sawohan Kecamatan Sedati Kabupaten Sidoarjo

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode survey dan data sekunder sebagai pendukung. Metoda penelitian survey dengan cara observasi langsung di lapangan yaitu pengamatan dan pencatatan sesuatu obyek dengan sistematika fenomena yang diselidiki. Data primer meliputi pengamatan, survei lapangan, dan pemeriksaan di laboratorium, sedangkan data sekunder dilakukan dengan cara wawancara dan menggunakan data dari instansi terkait. Proses pengambilan data primer meliputi : pengambilan sampel plankton dengan plankton net no.25, identifikasi dan klasifikasi plankton, biodiversitas, penghitungan kelimpahan plankton, pengukuran parameter kualitas air yang terdiri dari parameter fisik yaitu suhu dan kecerahan serta parameter kimia yaitu pH dan oksigen terlarut (DO).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa fitoplankton terdiri dari *Closterium* sp., *Navicula* sp. , *Thalassionema* sp. , *Bacillaria* sp., *Merismopedia* sp., *Oscillatoria* sp. Sedang zooplankton terdiri dari :*Balanus crenatus*, *Cyclops* sp., Nauplius Copepoda. Secara umum kelimpahan plankton berkisar antara $5,4 \times 10^6$ sampai dengan $534,8 \times 10^6$.

Pengukuran parameter kualitas air : suhu berkisar antara 24°C – 29°C, pH : 7, kecerahan berkisar antara 40 – 56 cm, DO berkisar antara 3,01- 3,24 ppm, salinitas 5 ppt.

Kata Kunci : Biodiversitas, Budidaya Polikultur, Plankton, Probiotik EM-4, Pupuk.

**“BIODIVERSITY PLANKTON ON POLYCULTURAL CULTIVATION
IN THE VILLAGE SAWOHAN SEDATI DISTRICT SIDOARJO
REGENCY ”**

**Maria Agustini and Sri Oetami Madyowati
Aquatic Aquaculture Study Program, Department of Fisheries, Faculty of
Agriculture, Dr. Soetomo University**

SUMMARY

The research was conducted in January 2017 until April 2017. The location of research on the farm ponds of farmers in Sawohan Village Sedati District Sidoarjo.

The cultivation of monoculture tiger prawns never loosened by problems of decline and even production failure. To overcome these obstacles, now the farmers apply the shrimp farming polyculture, one of the cultivation of enlargement along with milkfish.

Polikultur cultivation is quite profitable farmers, because it can harvest two commodities at once in a cycle of cultivation. Not only can milkfish create water ripples that can serve as an alternative mill for suppliers of oxygen terlatur or to avoid the occurrence of stratifikasi (coating) temperature in water. Biologically, the water quality parameter requirements for shrimp life with milkfish are the same, both will not be mutually cannibalistic because the shrimp is life based while the milkfish on the water surface. By conducting the cultivation with polyculture system, it is hoped that it will be able to increase the production of tambak which is in line with the increase of farmer's income.

The role of plankton in the waters is very important because plankton is a natural food for small fish and other aquatic animals. Plankton is the main link in the food chain in the waters so plankton has a very important role. The existence of plankton in the pond in addition to functioning as shrimp feed can also serve as one of the ecological parameters that can describe the condition of a waters. According to Dawes (1981), one of the hallmarks of the phytoplankton organisms which is the basis of the feed chain in the waters. Therefore, its presence in a waters can describe the characteristics of a water whether it is in a fertile state or not. Reynolds et al (1984), suggests that plankton abundance in a waters is influenced by some environmental parameters and physiological characteristics.

The composition and abundance of plankton will change at various levels in response to changes in physical, chemical, and biological conditions (Reynolds et al, 1984). Plankton consists of phytoplankton which is the main producer and can produce its own food and is a food for animals such as zoo, fish, shrimp through photosynthesis process and zooplankton which is animal

and diverse. A waters is said to be fertile if there are in fact many primary producers of phytoplankton both quantity and quality.

The aim of this research is to know the biodiversity and abundance of plankton in Polyculture cultivation in Sawohan Village, Sedati Sub-district, Sidoarjo Regency

The method used in this research is survey method and secondary data as supporting. Survey research methods with direct observation in the field of observation and recording of objects with systematic phenomena under investigation. Primary data includes observation, field survey, and laboratory examination, while secondary data is conducted by interview and using data from related institutions. The primary data collection process includes: plankton sampling with plankton net no.25, plankton identification and classification, biodiversity, calculation of plankton abundance, measurement of water quality parameters consisting of physical parameters ie temperature and brightness and chemical parameters ie pH and dissolved oxygen (DO).

The results showed that phytoplankton consisted of Closterium sp., Navicula sp. , Thalassionema sp. , Bacillaria sp., Merismopedia sp., Oscillatoria sp. Medium zooplankton consists of: Balanus crenatus, Cyclops sp., Nauplius Copepoda. In general, plankton abundance ranges from 5.4×10^6 to 534.8×10^6 .

Measurement of water quality parameters: temperatures ranging from 24oC - 29oC, pH: 7, brightness ranges from 40 to 56 cm, DO ranges from 3,01-3,24, salinity 5 ppt.

Keywords: Biodiversity, Polyculture, Plankton, Probiotic EM-4, Fertilizer.

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Panyayang, kami panjatkan puji syukur atas kehadiran-Nya, yang telah melimpahkan rahmat, karunia dan hidayah -Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan penyusunan laporan penelitian dengan judul “Biodiversitas Plankton Pada Budidaya Polikultur Di Desa Sawohan Kecamatan Sedati Kabupaten Sidoarjo” dengan baik.

Kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu

sehingga laporan penelitian ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Kami menyadari bahwa dalam penyusunan laporan penelitian ini jauh dari sempurna, baik dari segi penyusunan, bahasan, maupun penulisannya. Oleh karena itu kami mengharapkan kritik dan saran dari para pembaca yang sifatnya membangun sangat kami harapkan demi kesempurnaan makalah ini

Akhir kata kami mengharapkan semoga laporan penelitian ini dapat membantu untuk menambah pengetahuan dan pengalaman bagi para pembaca, serta memberikan informasi bagi masyarakat dan bermanfaat untuk pengembangan wawasan dan peningkatan ilmu pengetahuan bagi kita semua.

Surabaya, 19 Juni 2017

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	ii
RINGKASAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
I. PENDAHULUAN	1
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN.....	32
IV. METODE PENELITIAN	33
V. HASIL DAN PEMBAHASAN	38
VI. SIMPULAN DAN SARAN	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN	53

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Kriteria kualitas air untuk budidaya di tambak.....	9
Tabel 2. Pengukuran Parameter Kualitas Air.....	49

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Morfologi Ikan Bandeng (<i>Chanos –chanos</i>)	5
Gambar 2. Morfologi Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i>)	6
Gambar 3. Morfologi Udang Vannamei (<i>Litopenaeus vannamei</i>)	7
Gambar 4. <i>Chlorella.sp</i>	16
Gambar 5. <i>Ephitemia zebra</i> sebagai contoh dari diatome.....	18
Gambar 6. <i>Peridinium sp</i>	19
Gambar 7. <i>Euglena viridis</i>	19
Gambar 8. <i>Oscillatoria sp.dan Chroococcus sp</i>	20

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 . Gambar EM-4	53
Lampiran 2 . Gambar Raja Bandeng.....	54
Lampiran 3 . Perairan Berwarna Hijau.....	55
Lampiran 3 . Perairan Berwarna Hijau Tua.....	56

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang :

Wilayah pesisir merupakan kawasan yang mempunyai karakteristik tertentu dan subur, sehingga memiliki daya tarik yang besar sebagai tujuan wisata dan pengembangan kegiatan perikanan serta tujuan lain yang menghasilkan banyak keuntungan finansial. Kegiatan perikanan di wilayah pesisir adalah usaha perikanan budidaya di tambak tradisional, seperti polikultur untuk udang, ikan bandeng dan atau udang dan ikan bandeng (Dahuri *et al* dalam Murachman *et al*, 1996). Pembudidayaan ikan merupakan kegiatan memelihara, membesarkan dan memanen hasilnya dalam lingkungan yang terkontrol. Pembudidayaan ikan dapat dilakukan secara polikultur yaitu pembudidayaan ikan lebih dari satu jenis secara terpadu. Bentuk budidaya polikultur ini ramah terhadap lingkungan.

Budidaya udang windu secara monokultur tak pernah lepas dirundung masalah penurunan bahkan kegagalan produksi. Guna mengatasi kendala tersebut, kini para petambak menerapkan budidaya udang windu secara polikultur, salah satu budidaya pembesaran bersamaan dengan ikan bandeng.

Budidaya polikultur ini cukup menguntungkan petambak, karena bisa panen dua komoditas sekaligus dalam satu siklus budidaya. Tak hanya bandeng dapat menciptakan riak air yang dapat berfungsi sebagai kincir alternatif untuk pemasok oksigen terlatur maupun untuk menghindari terjadinya stratifikasi (pelapisan) suhu dalam air. Secara biologis persyaratan parameter kualitas air untuk kehidupan udang dengan bandeng sama, keduanya tidak akan saling kanibal karena udang windu hidupnya didasar sedangkan bandeng di permukaan air.

Tahapan produksi pada polikultur bandeng dan windu sama halnya dengan budidaya udang windu pada umumnya, dengan perbedaan pada komposisi pada tebar udang dan ikan bandeng. Keuntungan bisa lebih dimaksimalkan dengan peningkatan padat tebar udang windu tetapi harus memperhatikan kesuburan tambak karena pemberian pakan dilakukan pada bulan ke dua. Komposisi padat tebar udang akan lebih tinggi dibandingkan ikan bandeng karena karakteristik ikan bandeng yang aktif mencari makan sehingga bisa mengganggu konsumsi udang windu. Selain itu rentang waktu penebaran

juga diatur dengan penebaran udang windu lebih awal dan 1-2 minggu kemudian penebaran bandeng ke dalam tambak. Pemupukan dilakukan sesuai dengan kondisi kesuburan kolam, bila pakan alami bandeng (klekap) mulai berkurang, maka pupuk ditambahkan untuk mempertahankan populasi klekap dalam tambak. Pemanenan dapat dilakukan dengan menilai laju pertumbuhan kedua komoditas tersebut. Pemanenan bisa dilakukan secara bertahap maupun sekaligus tergantung dari harga komoditas tersebut di pasar.

Salah satu masalah yang dihadapi pada sistem polikultur adalah penentuan kombinasi spesies ikan yang paling efektif dalam memanfaatkan makanan alami yang tersedia di kolam. Untuk dapat memanfaatkan makanan alami yang terdapat di kolam secara efektif, tentu saja kombinasi spesies komoditas tersebut harus dapat hidup bersama tanpa menimbulkan persaingan untuk mendapatkan makanan atau ruang gerak. Untuk mendapatkan kombinasi spesies komoditas yang efektif sebaiknya dilakukan beberapa kali percobaan dan penyempurnaan secara terus menerus dari kombinasi spesies yang ada (Afrianto dan Liviawaty, 1998).

Menurut Murtidjo (2002), ikan bandeng (*Chanos chanos* Forskal) merupakan salah satu sumber protein hewani yang sangat penting. Ikan bandeng memiliki nilai protein hewani yang lebih tinggi dibandingkan dengan protein yang berasal dari tumbuh-tumbuhan. Sebab, protein hewani mengandung asam-asam yang lengkap dan susunan asam aminonya mendekati susunan asam amino yang ada dalam tubuh manusia. Udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) merupakan salah satu komoditas ekspor unggulan Kementerian Kelautan dan Perikanan yang diharapkan mengalami peningkatan produksi sebesar 209% dalam kurun waktu 2009-2014 dari 201% target total peningkatan produksi udang Indonesia. Peningkatan produksi udang vannamei diharapkan mencapai 16% pertahunnya. Udang vannamei dipilih karena memiliki beberapa kelebihan diantaranya banyak diminati oleh pasar lokal maupun internasional, lebih tahan terhadap penyakit jika dibandingkan dengan jenis udang putih lainnya, pertumbuhan relatif lebih cepat dan memiliki toleransi cukup besar terhadap perubahan lingkungan (Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya, 2009).

Udang Windu dan ikan bandeng salah satu komoditi perikanan yang mempunyai nilai ekonomis tinggi. Perkembangan produksinya di Indonesia

sejak tahun 1980 sampai 2006 mengalami fluktuasi produksi yang cukup besar, dimana kondisi harga tidak stabil yang disebabkan oleh tidak adanya harga dasar ikan bandeng, lain dengan udang windu, harga udang windu pada periode terakhir sempat mendapatkan harga yang tinggi. Dengan harga ikan bandeng yang rendah dapat ditutupi oleh harga udang windu dengan mencari alternatif sistem budidaya melalui polykultur udang Windu dan ikan bandeng di tambak.

Sistem budidaya tambak dengan pola polikultur dapat meningkatkan produksi perunit areal tambak apabila dipelihara dengan kombinasi penebaran yang optimal. (Samonte et al., 1991). Penelitian Kusnendar E dan Sudjiharno (1984) menunjukkan bahwa ikan bandeng dapat dibudidayakan bersama udang windu ditambak karena ikan bandeng mudah beradaptasi di tambak dan toleransi tinggi terhadap penyakit dan tidak bersifat kanibalisme.

Dengan melakukan budidaya dengan sistem polikultur, diharapkan akan dapat meningkatkan produksi tambak yang seiring peningkatan pendapatan petani tambak.

Peranan plankton di perairan sangat penting karena plankton merupakan pakan alami bagi ikan kecil dan hewan air lainnya. Plankton merupakan mata rantai utaa dalam rantai makanan di perairan plankton dalam suatu perairan mempunyai peranan sangat penting. Keberadaan plankton di tambak disamping berfungsi sebagai pakan udang dapat pula berperan sebagai salah satu ari parameter ekologis yang dapat menggambarkan kondisi suatu perairan. Menurut Dawes (1981), salah satu ciri khas organisme fitoplakton yang merupakan dasar mata rantai pakan di perairan. Oleh karena itu, kehadirannya disuatu perairan dapat menggambarkan karakteristik suatu perairan apakah bera dalam keadaan subur atau tidak. Raynolds *et al* (1984), mengemukakan bahwa kelimpahan plankton di suatu perairan dipengaruhi oleh beberapa parameter lingkungan dan karakteristik fisiologinya.

Komposisi dan kelimpahan plankton akan berubah pada berbagai tingkatan sebagai respons terhadap perubahan-perubahan kondisi lingkungan fisik, kimia, maupun biologi (Raynolds et al, 1984). Plankton terdiri atas fitoplankton yang merupakan produsen utama dan dapat menghasilkan makanannya sendiri dan merupakan makanan bagi hewan seperti zoo, ikan, udang mellalui proses fotosintesis dan zooplankton yang bersifat hewani dan

beraneka ragam. Fitoplankton adalah makanan yang terpenting dalam perikanan darat yang merupakan makanan primer. Suatu perairan dikatakan subur apabila didalamnya banyak terdapat produsen primer yaitu fitoplankton baik kuantitas maupun kualitasnya.

1.2. Perumusan Masalah :

Untuk mencapai tujuan dari penelitian ini, maka permasalahan dirumuskan sebagai berikut :

- Bagaimanakah biodiversitas dan kelimpahan plankton pada budidaya Polikultur di Desa Sawohan Kecamatan Sedati Kabupaten Sidoarjo
- Bagaimana kondisi kualitas air pada budidaya Polikultur di Desa Sawohan Kecamatan Sedati Kabupaten Sidoarjo

1.3. Lingkup Kegiatan Penelitian

Ruang Lingkup kegiatan penelitian adalah plankton yang terdapat pada tambak budidaya Polikultur di Desa Sawohan Kecamatan Sedati Kabupaten Sidoarjo terdiri atas :

1. Identifikasi dan klasifikasi jenis plankton
2. Biodiversitas dan kelimpahan plankton
3. Faktor-faktor fisik dan kimia perairan di tambak budidaya Polikultur di Desa Sawohan Kecamatan Sedati Kabupaten Sidoarjo (meliputi suhu, kecerahan, DO, dan pH air)

II . TINJAUAN PUSTAKA

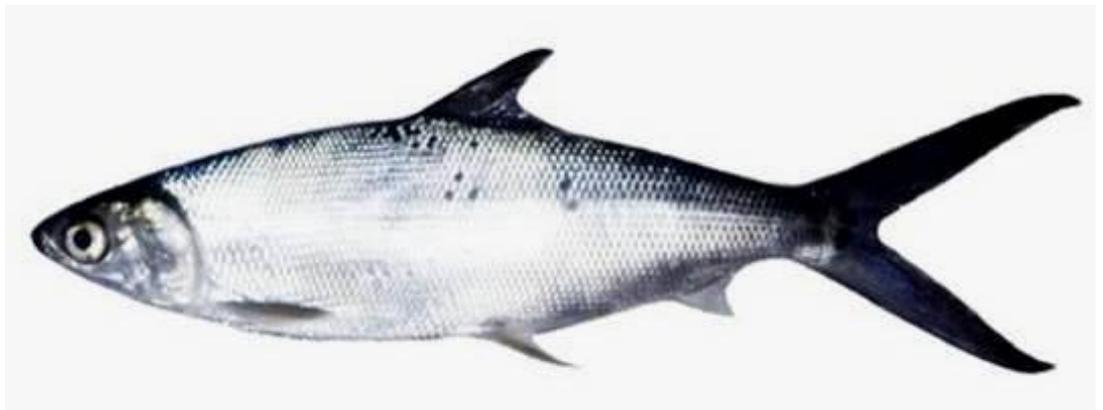
2.1. Klasifikasi Ikan Bandeng

Ikan bandeng merupakan satu satunya species yang masih ada dalam suku chanidae. Dalam bahasa Bugis dan Makassar dikenal sebagai ikan bolu, dan dalam bahasa Inggris disebut milkfish.

Ikan bandeng adalah ikan yang sering dijumpai di Indonesia. Ikan bandeng ini termasuk ikan yang sering dibudidayakan oleh orang Indonesia . Bandeng adalah ikan pangan populer di Asia Tenggara. Ikan ini merupakan satu-satunya species yang masih ada dalam familia chanidae.

Kingdom	: Animalia
Kelas	: Actinopterygii
Ordo	: Gonorynchiformes
Famili	: Chanidae
Genus	: Chanos
Species	: <i>Chanos - chanos</i>

Gambar 1. Morfologi Ikan Bandeng (Chanos –chanos)



(<http://jual-ikan-bandeng.blogspot.co.id/>)

2.2. Klasifikasi udang Windu

Klasifikasi udang windu (*Penaeus monodon*) berdasarkan Saanin (1984), sebagai berikut :

Filum	: Arthropoda
Kelas	: Malacostraca

Ordo : Decapoda
Famili : Penaeidae
Genus : Penaeus
Species : *Penaeus monodon*

Gambar 2. Morfologi Udang Windu (*Penaeus monodon*)



<http://probisnis.net/bisnis-budidaya-udang-windu-di-tambak/>

Giant tiger atau *Penaeus monodon* di Indonesia disebut Udang Windu. Udang Windu saat ini tidak berkembang lagi karena terserang berbagai macam penyakit udang diantaranya yang ganas adalah white spot atau virus bintik putih.

Dilihat dari luar tubuh udang terdiri dari dua bagian yaitu bagian depan dan bagian belakang. Bagian depan disebut bagian kepala yang sebenarnya terdiri dari bagian kepala dan dada yang menyatu itu dinamakan kepala-dada (cephalothorax) serta bagian perut (abdomen) terdapat ekor dibagian belakangnya.

2.3. Klasifikasi Udang vaname

Klasifikasi udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*) menurut ilmu taksonomi sebagai berikut :

Kingdom : Animalia
Sub Kingdom : Metazoa
Filum : Arthropoda
Kelas : Crustacea
Sub Kelas : Eumalacostraca

Super ordo	: Eucarida
Ordo	: Decapoda
Sub Ordo	: Dendrobrachiata
Famili	: Penaeidae
Genus	: Litopenaeus
Species	: <i>Litopenaeus vannamei</i>

Gambar 3. Morfologi Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*)



(<http://industri.kontan.co.id/news/impor-udang-vaname>)

Tubuh udang vanname dibentuk oleh dua cabang exopodite dan endopodit. Vannamei memiliki tubuh berbuku-buku dan aktifitas berganti kulit luar atau exoskeleton secara periodic (moulting). Bagian chepalothorax udang vannamei sudah mengalami modifikasi sehingga dapat digunakan untuk keperluan sebagai berikut :

- Makan, bergerak dan membenamkan diri dalam lumpur (burrowing).
- Menopang insang karena struktur insang mirip bulu unggas
- Organ sensor, seperti pada antenna dan antenula

Kepala (chepalotorax) udang vannamei terdiri dari antenula, antenna, mandibula, dan dua pasang maxillae. Kepala udang vannamei juga dilengkapi dengan tiga pasang maxilleped dan lima pasang kaki jalan (perio-poda). Maxilleped sudah mengalami modifikasi dan berfungsi sebagai organ untuk

makan. Bentuk periopoda beruas-ruas yang berujung di bagian dactylus. Dactylus ada yang berbentuk capit (kaki 1,2 dan 3) dan tanpa capit kaki 4 dan 5. Perut (abdomen) terdiri dari enam ruas. Pada bagian abdomen terdapat lima pasang kaki renang dan sepasang uropoda (sirip ekor) yang berbentuk kipas bersama-sama telson. Udang vannamei mempunyai carapace yang transparan, sehingga warna dari perkembangan ovarinya jelas terlihat.

2.4. Pemicu Pertumbuhan Plankton

Pupuk organik adalah pupuk yang terbuat dari bahan-bahan organik seperti sisa sayuran, kotoran ternak, dan sebagainya. Pembusukan dari bahan-bahan organik menyebabkan perubahan sifat fisik dari bentuk sebelumnya. Berdasarkan bentuknya, pupuk organik dibedakan menjadi dua, yaitu pupuk cair dan pupuk padat (Hadisuwito, 2012). Pupuk organik cair adalah pupuk yang kandungan bahan kimianya dapat memberikan hara yang sesuai dengan kebutuhan (Taufika, 2011).

Pupuk organik cair berasal dari penguraian bahan organik seperti daun tanaman dan kotoran hewan. Pupuk organik cair mempunyai kelebihan antara lain mengandung dan mampu menyediakan unsur hara lengkap yang dibutuhkan untuk pertumbuhan memperbaiki struktur tanah, memperbaiki kehidupan mikroorganisme dalam tanah dan mudah digunakan (Hadisuwito, 2012) dan (Soenandar *et al*, 2010).

Keunggulan dari pupuk organik cair adalah dapat menyehatkan lingkungan, revitalisasi produktivitas tanah, menekan biaya, dan meningkatkan kualitas produk (Hadisuwito, 2012). Keunggulan lain pupuk organik cair adalah mampu memperbaiki struktur tanah, menaikkan daya serap tanah terhadap air, menaikkan kondisi kehidupan di dalam tanah.

2.5. Budidaya Polikultur :

Polikultur dua jenis komoditas seperti udang dan ikan, maupun tiga jenis—udang, ikan, dan rumput laut—sudah banyak diterapkan oleh para pembudidaya. Tujuannya untuk menjaga keseimbangan lingkungan, mengurangi munculnya kasus penyakit, mencegah kerugian, serta menambah pendapatan.

Jika komoditas utamanya udang, hasil panen berupa ikan dan rumput laut menjadi tambahannya.

Ada beberapa pola polikultur, antara udang, ikan, dan rumput laut. Pola pertama, udang windu *Penaeus monodon*, ikan bandeng *Chanos chanos*, dan rumput laut *Gracilaria* sp. Secara umum, pola ini dilakukan oleh pembudidaya tradisional. Pola kedua, udang windu (*Penaeus monodon*) dan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) atau ikan bandeng (*Chanos chanos*). Komoditas utama berupa udang, sedangkan komoditas lain sebagai penyeimbang. Pola ketiga, ikan nila atau bandeng menjadi komoditas utama. Sementara udang sebagai penyeimbang. Pola kedua dan ketiga tersebut sudah dilakukan oleh para pembudidaya, tetapi penyebarannya masih sangat terbatas.

Suksesnya budidaya sistem polikultur ditunjang dengan kondisi kualitas air yang baik. Kriteria kualitas air untuk budidaya di tambak menurut Balai budidaya Takalar dapat dilihat pada Tabel Kriteria.

Tabel 1. Kriteria kualitas air untuk budidaya di tambak (BBAP Takalar)

Parameter Ukur	Kisaran Nilai Optimum
Salinitas	0 – 15 ppt
Suhu	25 – 32 °C
Oksigen terlarut (DO)	3,0 – 8,0 ppm
CO ₂	5,0 – 12 ppm
pH	6,5 – 9,0
Kesadahan	50 – 150 ppm

Sistem budidaya ikan secara polikultur jika dilaksanakan sesuai dengan prinsip-prinsip budidaya ikan dapat memberikan keuntungan bagi petani ikan antara lain :

- Makanan alamiah seperti fitoplankton dan zooplankton yang tersedia di kolam dapat dimanfaatkan oleh ikan secara efektif sehingga tidak ada lagi makanan yang terbuang sia-sia.
- Penggunaan lahan menjadi efisien karena dengan luas lahan yang sama dapat dipelihara jenis ikan yang lebih banyak.

- Secara keseluruhan produksi kolam akan meningkat karena jumlah ikan yang dipelihara dalam satu kolam lebih banyak.
- Produksi tiap jenis ikan akan lebih tinggi bila dibandingkan dengan hasil pemeliharaan monokultur.
- Kepadatan pada sistem polikultur sama atau lebih rendah bila dibandingkan dengan monokultur.

2.6. Kombinasi Polikultur :

a) Polikultur kombinasi ikan yang berbeda dalam kebiasaan makan

Ikan-ikan yang ditebarkan di kolam terdiri dari beberapa jenis yang berbeda dalam kebiasaan makan. Kombinasi ini dimaksudkan untuk memanfaatkan makanan yang sifatnya alamiah di dalam kolam secara efektif dan efisien.

Sebaiknya dipilih kombinasi jenis ikan yang mempunyai daerah operasi mencari makanan di permukaan, pertengahan dan di dasar kolam. Hal ini dimaksudkan supaya seluruh makanan yang bersifat alamiah di kolam dapat dimanfaatkan dan tidak terjadi persaingan untuk mendapatkan makanan dan ruang gerak antara jenis ikan tersebut.

b) Polikultur kombinasi ikan yang berbeda ukuran

Kombinasi ini, ikan yang ditebarkan terdiri dari satu jenis tetapi mempunyai ukuran yang berbeda. Ini dilakukan karena setiap ukuran ikan mempunyai jenis makanan yang berbeda meskipun ikan tersebut berasal dari satu jenis yang sama, contohnya adalah ikan mas (*Cyprinus carpio*). Ikan mas yang berukuran kecil biasa hidup di permukaan air dan makan plankton, sedangkan ikan yang berukuran besar lebih menyukai hidup di dasar perairan dan mencari makanan dengan cara mengaduk-aduk dasar kolam. Cara memanen dari kombinasi ukuran ikan yang berbeda ukuran ini dilakukan secara bertahap dengan menangkap ikan yang lebih besar dahulu dan kemudian di taburi benih ikan berukuran lebih kecil.

2.7. Plankton

Istilah plankton pertama kali diperkenalkan oleh Victor Hensen pada tahun 1887, yang berarti pengembara. Plankton merupakan sekelompok biota di dalam ekosistem akuatik (baik tumbuhan maupun hewan) yang hidup mengapung secara pasif, sehingga sangat dipengaruhi oleh arus yang lemah sekalipun (Arinardi, 1997).

Menurut Hutabarat dan Evans (1985), plankton adalah suatu organisme yang terpenting dalam ekologi laut. Kemudian dikatakan bahwa bahwa plankton merupakan salah satu organisme yang berukuran kecil dimana hidupnya terombang-ambing oleh arus perairan laut.

Menurut Nontji (2005), plankton adalah organisme yang hidupnya melayang atau mengambang di dalam air. Kemampuan gerakanya, walaupun ada, sangat terbatas hingga organisme tersebut terbawa oleh arus namun, mempunyai peranan penting dalam ekosistem laut, karena plankton menjadi bahan makanan bagi berbagai jenis hewan laut lainnya. Selain itu hampir semua hewan laut memulai kehidupannya sebagai plankton terutama pada tahap masih berupa telur dan larva.

Plankton merupakan komunitas biota yang terdiri dari flora dan fauna dimana pergerakannya relative lemah dibandingkan dengan kemampuannya arus untuk membawanya. (Omori dan Ikeda, 1992).

Plankton adalah makhluk hidup (hewan atau tumbuhan) yang hidupnya mengapung, mengambang, atau melayang di dalam air yang kemampuan renangnya sangat terbatas hingga selalu terbawa hanyut oleh arus (A.Nontji,2008)

2.7.1. Penggolongan :

Plankton dapat dibagi menjadi dua golongan yaitu : fitoplakton dan zooplankton. Berdasarkan siklus hidupnya plankton dapat dibagi menjadi dua yaitu holoplankton dan meroplankton (Nybakken, 1988).

a. Holoplankton

Menurut Nyabekken (1988), menyatakan bahwa holoplankton adalah plankton yang selama daur hidupnya tetap sebagai plankton (plankton sejati) seperti Copepoda. Kelompok plankton tetap adalah yang sepanjang hidupnya dilaluinya sebagai plankton. Contoh dari jenis ini adalah chaetognatha dan cepepoda, jika larva suatu organisme berasal dari induknya yaitu plankton maka

jika larva yaitu bermetamorfosis menjadi organisme dewasa maka organisme tersebut akan tetap menjadi sebagai plankton.

b. Meroplankton

Meroplankton adalah hewan yang hidup sebagai plankton untuk sementara saja, yang merupakan fase awal dari daur (siklus) hidupnya . Meroplankton umumnya berupa telur hingga larva yang hidup melayang atau mengambang diatas laut . Memasuki tahap dewasa ia berubah secara bertahap menjadi nekton yang bisa berenang bebas , atau sebagai bentos yang hidup menancap , melekat , atau menetap di dasar laut . Sebagian besar hewan laut yang kita kenal seperti ikan , udang , kepiting , kerang , cumi - cumi , teripang , karang batu memulai daur hidupnya sebagai meroplankton. Karena itu meroplankton ini sangat tinggi keberagamannya (Nurmanali, 2011).

c. Fitoplankton

Fitoplankton adalah komponen autotrof plankton. Autotrof adalah organisme yang mampu menyediakan/mensintesis makanan sendiri yang berupa bahan organik dari bahan anorganik dengan bantuan energi seperti matahari dan kimia. Komponen autotrof berfungsi sebagai produsen (Wikipedia, 2011).

Nama fitoplankton diambil dari istilah Yunani, *phyton* atau "tanaman" dan *planktos*, yang berarti "pengembara" atau "penghanyut". Sebagian besar fitoplankton berukuran terlalu kecil untuk dapat dilihat dengan mata telanjang. Akan tetapi, ketika berada dalam jumlah yang besar, mereka dapat tampak sebagai warna hijau di air karena mereka mengandung klorofil dalam sel-selnya (walaupun warna sebenarnya dapat bervariasi untuk setiap spesies fitoplankton karena kandungan klorofil yang berbeda beda atau memiliki tambahan pigmen seperti phycobiliprotein) (Wikipedia, 2011).

d. Zooplankton

Berlawanan dengan fitoplankton, zooplankton yang merupakan anggota plankton yang bersifat hewani, sangat beraneka ragam dan terdiri dari bermacam larva dan bentuk dewasa yang mewakili hampir seluruh filum hewan. Namun demikian dari sudut ekologi, hanya satu golongan dari zooplankton yang sangat penting artinya, yaitu subklas copepoda (klas Crustaceae, filum Arthropoda). Copepoda adalah crustace haloplanktonik yang berukuran kecil yang mendominasi zooplankton disemua samudra dan laut. Hewan kecil ini sangat

penting artinya bagi ekonomi ekosistem-ekosistem bahari karena merupakan herbivora primer dalam laut. Dengan demikian, copepoda berperan sebagai mata rantai yang amat penting antara produksi primer fitoplankton dengan karnivora besar dan kecil (Nyabakken, 1988).

Ukurannya yang paling umum berkisar 0.2 - 2 mm , tetapi ada juga yang berukuran besar misalnya ubur - ubur yang bisa berukuran sampai lebih satu meter . Zooplankton dapat dijumpai dari perairan pantai , dan perairan tropis hingga ke perairan kutub(Nurmanali, 2011).

Menurut Omori dan Ikeda (1992) berdasarkan ukurannya plankton dibagi menjadi :

1. Ultrananoplankton, berukuran $< 2 \mu m$
2. Nanoplankton, berukuran diantara 2 - 20 μm
3. Microplankton, berukuran diantara 20 - 200 μm
4. Mesoplankton, berukuran diantara 200 μm - 2 mm
5. Macroplankton, berukuran diantara 2 - 20 mm
6. Mikronekton, berukuran diantara 20 - 200 mm
7. Megaloplankton (Plankton Gelatin), berukuran $> 20 mm$

Secara fungsional, plankton dapat digolongkan menjadi empat golongan utama, yakni fitoplankton, zooplankton bakterioplankton dan virioplankton (A. Nontji, 2008). Pada praktikum ini yang akan dibahas adalah mengenai fitoplankton, yaitu plankton nabati yang berukuran mikroskopis.

2.7.2. Kondisi Lingkungan

a. Suhu

Plankton dari jenis fitoplankton hanya dapat hidup dengan baik di tempat-tempat yang mempunyai sinar matahari yang cukup. Akibatnya penyebaran fitoplankton besar pada lapisan permukaan laut saja. Keadaan yang demikian memungkinkan untuk terjadinya proses fotosintesis. Sejak sinar matahari yang diserap oleh lapisan permukaan laut, maka lapisan ini relatif panas sampai ke kedalaman 200 m (Hutabarat dan Evans, 1985).

b. Salinitas

Menurut Nontji (2005), menyatakan bahwa meskipun salinitas mempengaruhi produktivitas individu fitoplankton namun peranannya tidak

begitu besar, tetapi di perairan pantai peranan salinitas mungkin lebih menentukan terjadinya suksesi jenis pada produktivitas secara keseluruhan. Karena salinitas bersama-sama dengan suhu menentukan densitas air, maka salinitas ikut pula mempengaruhi pengembangan dan penenggelaman fitoplankton.

2.8. Fitoplankton

Fitoplankton merupakan nama untuk plankton tumbuhan atau plankton nabati. Ukurannya sangat kecil, tak dapat dilihat dengan mata telanjang. Ukuran yang paling umum berkisar antara 2 ± 200 mikro meter (1 mikro meter = 0,001 mm). Fitoplankton umumnya berupaindividu bersel tunggal, tetapi ada juga yang membentuk rantai

Fitoplankton adalah termasuk bentuk biota tanaman, dimana bentuk biota tanaman tersebut bersifat autotrophic dan menyumbang secara langsung terhadap keberadaan pakan di permukaan air dengan mengembangkan protoplasmanya dan cadangan makanan secara langsung dari karbon dioksida dan larutan garam di laut (Newell and Newell, 1977). Menurut Sachlan (1982) dan Arinardi dkk (1997) yang dimaksud dengan Fitoplankton adalah plankton nabati. Selanjutnya Sumich dan Dudley (1992) mendefinisikan Fitoplankton adalah biota mikroskopik, mengapung bebas dan merupakan produser primer. Lebih lanjut ditambahkan bahwa phytoplankton adalah biota laut fotosintetik, sebagai produser primer ekosistem laut, dan berada pada rantai pertama dari jaring – jaring makana

Fitoplankton biasanya berkumpul di zona eufotik yaitu zona dengan intensitas cahaya masih memungkinkan terjadinya proses fotosintesis (Arinardi dkk., 1997). Pada suatu perairan sering dijumpai kandungan fitoplankton yang sangat melimpah akan tetapi pada tempat yang lain sangat sedikit. Keadaan ini disebabkan oleh bermacam-macam faktor antara lain angin, arus, nutrien, variasi kadar garam, kedalaman perairan, aktivitas pemangsa serta adanya pencampuran massa air (Davis, 1955).

Fitoplankton hanya dapat dijumpai pada lapisan permukaan saja karena mereka hanya dapat hidup di tempat-tempat yang mempunyai sinar matahari yang cukup untuk melakukan fotosintesis. Mereka akan lebih

banyak dijumpai pada tempat yang terletak di daerah continental shelf dan di sepanjang pantai dimana terdapat proses upwelling. Daerah ini biasanya merupakan suatu daerah yang cukup kaya akan bahan-bahan organik (Hutabarat dan Evans, 1985).

Meskipun fitoplankton membentuk sejumlah besar biomassa di laut, kelompok ini hanya diwakili oleh beberapa filum saja yaitu Chrysophyta (alga kuning hijau), yang meliputi Diatom dan Kokolitofor (Cocolithophore), alga biru hijau (Cyanophyta), alga coklat (Phaeophyta) dan satu kelompok besar dari Dinoflagellata (Pyrophyta) (Romimohtarto, 1999).

Fitoplankton disebut juga plankton nabati, adalah makhluk hidup mikroskopik berpigmen yang hidupnya mengapung atau melayang di perairan, baik tawar ataupun air asin. Yang termasuk kedalam fitoplankton adalah golongan Protista mirip tumbuhan atau banyak yang menyebutnya alga serta golongan Cyanophyta. Ukurannya sangat kecil sehingga hanya jenis fitoplankton tertentu yang dapat dilihat oleh mata telanjang. Umumnya fitoplankton berukuran 2 – 200 μm (1 μm = 0,001mm). Fitoplankton umumnya berupa individu bersel tunggal, tetapi juga ada yang berbentuk rantai (Hutabarat, 1986) .

Alga yang masuk kategori plankton dapat berupa Alga uniseluler (contoh *Chlorococcus* sp), koloni (*Volvox* sp), serta benang (filamen) (contoh *Spyrogyra* sp). Alga tidak memiliki akar, batang dan daun sejati. Tubuh seperti ini dinamakan talus. Itulah sebabnya alga tidak dapat digolongkan sebagai tumbuhan (plantae).

Di sini kelas Diatom (Bacillariophyceae) dan Dinoflagellata (Dinophyceae) merupakan anggota utama fitoplankton yang terdapat di seluruh perairan laut, baik perairan pantai maupun perairan oseanik, sedangkan Kokolitofor (Haptophyceae) lebih sering hidup di perairan oseanik, Cryptomonad (Cryptophyceae) di perairan pantai dan ganggang hijau (Chlorophyceae) sering melimpah di perairan tropis. Ganggang lain (termasuk Silicoflagellata, Prasinomonad, Euglenoid, dan Chloromonad) kadang-kadang sangat banyak di pantai. (Arinardi, dkk, 1997).

- **Diatom (Bacillariophyceae)**

Diatom adalah tumbuhan cell tunggal yang tergolong dalam kelas Bacilariophyceae dari phylum Bacilariophyta. Diatom bisa terdiri dari satu cell tunggal atau gabungan dari beberapa cell yang membentuk rantai. Biasanya terapung bebas di dalam badan air dan juga kebanyakan dari mereka melekat (attach) pada substrat yang lebih keras. Pelekatan diatom biasanya karena tumbuhan ini mempunyai semacam gelatin (Gelatinous extrusion) yang memberikan daya lekat pada benda atau substrat. Kita juga kadang menemukan beberapa diatom yang walau sangat lambat tetapi punya daya untuk bergerak

Diatom mudah dibedakan dari Dinoflagelata karena diatom hidup dalam suatu kotak gelas yang unik dan tidak memiliki alat – alat gerak. Kotak ini terdiri dua bagian (epiteca dan hipoteca) yang dinamakan katup (valve). Bagian yang menyatukan kedua bagian ini disebut Girdle. Bagian hidup diatom terdapat dalam kotak ini. Kotak terbuat dari silicon dioksida yaitu bahan utama pembuat gelas, berhiaskan lubang – lubang besar kecil dengan pola – pola yang khas menurut spesies Diatom. Adanya hiasan–hiasan ini menyebabkan Diatom popular diantara mereka. yang dalam pekerjaannya menggunakan mikroskop konvensional atau mikroskop elektronik (Nybakken, 1992)

Diatom merupakan Produsen primer yang terbanyak. Mereka terdapat disemua bagian lautan, tetapi teramat melimpah didaerah permukaan dan dilintang tinggi, dimana terdapat air dingin yang penuh zat hara. Biota bersel satu ini umumnya dinamakan alga coklat emas karena warnanya. Diatom mempunyai ukuran yang sangat beranekaragam, dari beberapa micrón sampai beberapa milimeter. Kerangka silikonnya menunjukkan bebtuk – bentuk dan pola – pola rumit dan halus (Romimohtarto dan Juwana, 1999). Bentuk diatom itu sendiri di kenal dengan cell diatom melingkar (Centric diatom) dan cell diatom memanjang (pennate diatom).

- **Dinoflagellata (Dinophyceae)**

Kelompok utama kedua, Dinoflagelata dicirikan oleh sepasang flagela yang digunakan untuk bergerak di dalam air. Dinoflagelata tidak memiliki

kerangka luar yang terbuat dari silikon, tapi sering memiliki suatu “Baju Zirah” berupa lempeng lempeng selulosa yaitu suatu karbohidrat.

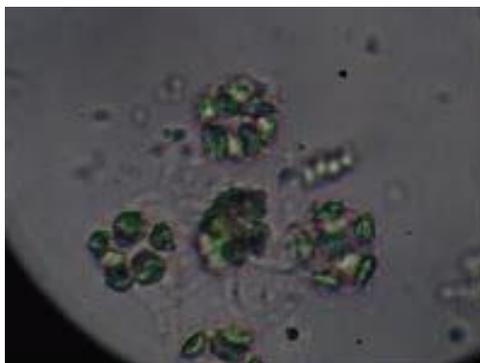
Pada umumnya dinoflagelata berukuran kecil hidup tunggal dan jarang membentuk rantai. Sama halnya dengan Diatom, Dinoflagelata berkembang biak melalui proses pembelahan. Beberapa Dinoflagelata seperti Noctiluca mampu menghasilkan cahaya melalui proses Bioluminesense. Bila Noctiluca terdapat dalam jumlah besar mereka dapat menyebabkan jalur ombak tampak bercahaya di malam hari. Banyak Dinoflagelata seperti Noctiluca tidak dapat berfotosintesis. Anggota Fitoplankton yang merupakan minoritas ialah berbagai alga hijau biru, Kokolitofor dan Siliko flagelata. Cynophyceae lautan hanya terdapat dilaut tropik dan sering kali membentuk filamen yang padat dan mewarnai laut (Nybakken, 1992).

2.8.1. Penggolongan fitoplankton

Selain itu, fitoplankton memiliki ciri khusus yang dapat digunakan untuk membedakan antara zooplankton dan fitoplankton, yaitu pigmen warna. Di dalam sel alga terdapat berbagai plastida yaitu organel sel yang mengandung zat warna (pigmen). Plastida yang terdapat pada alga terutama kloroplas mengandung pigmen klorofil yang berperan penting dalam proses fotosintesis. Sehingga alga bersifat autotrof karena dapat menyusun sendiri makanannya berupa zat organik dan zat-zat anorganik.

Berdasarkan pigmentasi alga yang termasuk ke dalam plankton adalah sebagai berikut:

a. Chlorophyta (alga hijau)



Gambar 4. *Chlorella.sp*

Merupakan kelompok alga yang paling beragam karena ada yang bersel tunggal, koloni dan bersel banyak. Pigmen yang dimilikinya adalah klorofil yang mengandung karoten. Banyak terdapat di danau, kolam tetapi sebagian ada juga yang hidup di laut. Beberapa contoh alga hijau yang sering Anda jumpai di kolam sekitarmu antara lain:

1) Chlorophyta bersel tunggal tidak bergerak

a) Chlorella

Organisme ini banyak ditemukan sebagai plankton air tawar. Ukuran tubuh mikroskopis, bentuk bulat, berkembangbiak dengan pembelahan sel. Peranannya bagi kehidupan manusia antara lain, digunakan dalam penyelidikan metabolisme di laboratorium. Juga dimanfaatkan sebagai bahan untuk obat-obatan, bahan kosmetik dan bahan makanan. Serbuk Chlorella dalam industri obat-obatan dimasukkan dalam kapsul dan dijual sebagai suplemen makanan dikenal dengan "Sun Chlorella". Pengembangannya saat ini di kolam-kolam (contohnya di Pasuruan)

b) Chlorococcum

Tubuh bersel satu, tempat hidup air tawar, bentuk bulat telur, setiap sel memiliki satu kloroplas bentuk mangkuk. Reproduksi dengan membentuk zoospora (secara aseksual)

2) Chlorophyta bersel tunggal dapat bergerak

a) Chlamidomonas

Bentuk sel bulat telur, memiliki 2 flagel sebagai alat gerak, terdapat 1 vacuola, satu nukleus dan kloroplas. Pada kloroplas yang bentuknya seperti mangkuk terdapat stigma (bintik mata) dan pirenoid sebagai tempat pembentukan zat tepung.

Reproduksi aseksual dengan membentuk zoospora dan reproduksi seksual dengan konjugasi (perhatikan gambar berikut ini).

3) Chlorophyta berbentuk koloni tidak bergerak

Contohnya ialah Hydrodictyon banyak ditemukan di dalam air tawar dan koloninya berbentuk seperti jala. Ukuran cukup besar sehingga dapat dilihat dengan mata telanjang. Reproduksi vegetatif dengan zoospora dan fragmentasi. Fragmentasi dilakukan dengan cara melepas sebagian koloninya dan membentuk koloni baru. Sedangkan reproduksi generatif dengan konjugasi.

4) Chlorophyta berbentuk koloni dapat bergerak

Volvox merupakan contoh alga ini yang dapat ditemukan di air tawar. Koloni berbentuk bola jumlah antara 500 - 5000 buah. Tiap sel memiliki 2 flagel dan sebuah bintik mata. Reproduksi aseksual dengan fragmentasi dan seksual dengan konjugasi sel-sel gamet.

5) Chlorophyta berbentuk benang

Contoh dari ganggang ini adalah *Spyrogyra*. Ganggang ini didapatkan di sekitar kita yaitu di perairan. Bentuk tubuh seperti benang, dalam tiap sel terdapat kloroplas berbentuk spiral dan sebuah inti. Reproduksi vegetatif dengan fragmentasi, sedangkan reproduksi seksual dengan konjugasi.

Selain itu contoh lain adalah *Oedogonium*. Ganggang ini berbentuk benang, ditemukan di air tawar dan melekat di dasar perairan. Reproduksi vegetatif dilakukan oleh setiap sel menghasilkan sebuah zoospora yang berflagela banyak. Reproduksi generatif adalah salah satu benang membentuk alat kelamin jantan (*antiridium*) dan menghasilkan gamet jantan (*spermatozoid*). Pada benang yang lain membentuk alat kelamin betina yang disebut *Oogonium*

b. Chrysophyta (ganggang keemasan)



Gambar 5. *Ephitemia zebra* sebagai contoh dari diatome

Ganggang keemasan (chrysophyta) merupakan alga yang hidup di air tawar dan ada yang hidup di air laut. Tubuh ada yang bersel satu dan ada yang bersel banyak. Alga ini digolongkan ke dalam 3 kelas, yaitu:

1) Kelas alga Hijau-Kuning (Xanthophyceae)

Alga ini memiliki klorofil (pigmen hijau) dan xantofil (pigmen kuning) karena itu warnanya hijau kekuning-kuningan. Contoh: Vaucheria. Vaucheria tersusun atas banyak sel yang berbentuk benang, bercabang tapi tidak bersekat. Filamen mempunyai banyak inti dan disebut Coenocytic.

Berkembangbiak secara seksual yaitu dengan oogami artinya terjadi peleburan spermatozoid yang dihasilkan anteridium dengan ovum yang dihasilkan oogonium membentuk zigot. Zigot tumbuh menjadi filamen baru.

2) Kelas alga keemasan (Chrysophyceae)

Alga ini memiliki pigmen keemasan (karoten) dan klorofil. Tubuh ada yang bersel satu, contohnya Ochromonas dan bentuk koloni, contohnya Synura.

3) Kelas Diatom (Bacillariophyceae)

Diatom banyak ditemukan dipermukaan tanah basah misal, sawah, got atau parit. Tanah yang mengandung diatom berwarna kuning keemasan. Tubuh ada yang uniseluler dan koloni. Dinding sel tersusun atas dua belahan yaitu kotak (hipoteca) dan tutup (epiteca). Reproduksi secara aseksual yaitu dengan cara membelah diri.

Contohnya: Navicula, Pannularia dan Cyclotella.

c. Alga Api (Pyrrhophyta)



Gambar 6. *Peridinium sp.*

Alga yang termasuk alga api ini disebut Dino Flagellata, tubuh tersusun atas satu sel memiliki dinding sel dan dapat bergerak aktif. Ciri yang utama bahwa di sebelah luar terdapat celah dan alur, masing-masing mengandung satu flagel. Alga api berkembangbiak dengan membelah diri, kebanyakan hidup di laut dan sebagian kecil hidup di air tawar.

Contohnya adalah *Perodinium sp.* Alga api yang hidup di laut memiliki sifat fosforesensi yaitu memiliki fosfor yang memancarkan cahaya

d. Euglenophyta



Gambar 7. *Euglena viridis*

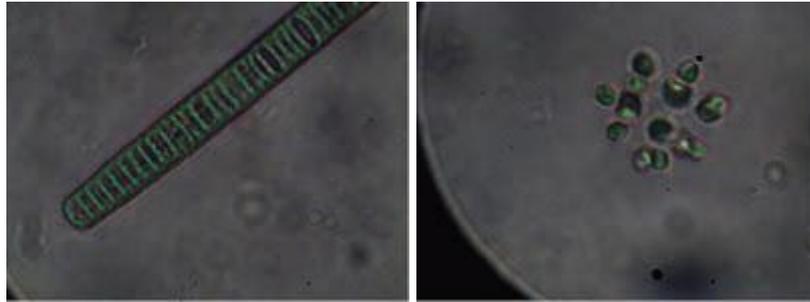
Euglenophyta adalah organisme bersel satu yang mirip hewan karena tidak berdinding sel dan mempunyai alat gerak berupa flagel sehingga dapat bergerak bebas. Mirip tumbuhan karena memiliki klorofil dan mampu berfotosintesis. Hidup di air tawar, dalam tanah dan tempat lembab, contohnya: Euglena.

Euglena terdapat di air tawar, misal di sawah. Bentuk tubuh sel oval memanjang, pada mulut sel terdapat cambuk atau flagel dan digunakan untuk bergerak. Dekat mulut terdapat bintik mata (stigma) yang gunanya untuk membedakan gelap dan terang. Di dalam sitoplasmanya terdapat butir kloroplas yang berisi klorofil. Oleh karena itu Euglena berwarna hijau. Contohnya Euglena viridis.

Euglena dapat membuat makanan sendiri dengan cara fotosintesis dan juga dapat memakan zat-zat organik. Karena Euglena mampu melakukan fotosintesis maka dikatakan hidup secara fotoautotrof. Di samping itu dikatakan

juga sebagai heterotrof karena memakan bahan organik yang tersedia. Cara berkembang biak yaitu dengan membelah diri yang disebut pembelahan biner.

e. Cyanophyta (alga hijau-biru)



Gambar 8. *Oscillatoria sp.*

Chroococcus sp.

Ganggang hijau biru adalah organisme prokariotik dan karenanya tidak terikat membran organel. Lebih erat kaitannya dengan bakteri daripada algae lain, mereka sering disebut sebagai cyanobacteria. Mereka terjadi di laut, air tawar dan habitat darat. Cyanophyta merupakan komponen penting dalam siklus nitrogen dan produsen.

Cyanophyta [dalam bahasa Yunani, siano = biru-hijau, dan myx = lendir]: ini terjadi di uniseluler, berserabut, dan bentuk-bentuk kolonial, dan sebagian besar tertutup dalam sarung mucilaginous baik secara perorangan maupun di koloni. Sebagian besar dari biru-hijau planktonic terdiri dari anggota Chroococcaceae keluarga coccoid (misalnya, Anacystis = Microcystis, Gomphosphaeria = Coelosphaerium, dan Coccochloris) dan keluarga berserabut Oscillatoriaceae, Nostocaceae, dan Rivulariaceae (misalnya, Oscillatoria, Lyngbya, Aphanizomenon [3 -- 6 μm], Anabaena)

Cyanobacteria ditemukan di hampir semua habitat yang bisa dibayangkan, dari samudera ke air tawar ke batu sampai tanah. Mereka bisa bersel tunggal atau koloni. Koloni dapat membentuk filamen ataupun lembaran. Cyanobacteria termasuk uniselular, koloni, dan bentuk filamen. Beberapa koloni filamen memiliki kemampuan untuk berdiferensiasi menjadi tiga tipe sel yang berbeda: sel vegetatif adalah yang normal, sel fotosintesis pada kondisi lingkungan yang baik, dan tipe heterokista yang berdinding tebal yang

mengandung enzim nitrogenase. Setiap individu sel umumnya memiliki dinding sel yang tebal, lentur, dan Gram negatif. Cyanobacteria tidak memiliki flagela. Mereka bergerak dengan meluncur sepanjang permukaan. Kebanyakan cyanobacteria ditemukan di air tawar, sedangkan lainnya tinggal di lautan, terdapat di tanah lembab, atau bahkan kadang-kadang melembabkan batuan di gurun. Beberapa bersimbiosis dengan lumut kerak, tumbuhan, berbagai jenis protista, atau spons dan menyediakan energi bagi inang.

2.8.2. Faktor-faktor Lingkungan

Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan planton terbagi menjadi dua, yaitu:

- a) Faktor fisika : cahaya, temperatur air, kekeruhan atau kecerahan, pergerakan air
- b) Faktor Kimia : oksigen terlarut, PH, salinitas, nutrisi

Faktor fisika yang mempengaruhi plankton adalah

- **Cahaya**

Cahaya matahari merupakan faktor yang sangat penting bagi kehidupan fitoplankton. Proses fotosintesis hanya mungkin dapat dilakukan oleh fitoplankton jika intensitas cahaya matahari mencukupi. Ini berarti fitoplankton sangat membutuhkan cahaya matahari dalam proses hidupnya. Jeluk air yang ditembus oleh cahaya dan jeluk tempat fotosintesis berlangsung dipengaruhi oleh penyerapan cahaya dalam kolom air, panjang gelombang cahaya, transparansi, pantulan dari permukaan air, letak lintang, dan musim. Intensitas cahaya diatas 50 % dan dibawah 50 % kemelimpahan fitoplankton sangat sedikit. Hal ini akan menyebabkan proses fotosintesis tidak berjalan dengan maksimal. Ada dua hal yang mendukung fenomena ini yaitu, pada intensitas cahaya yang tinggi, fotosintesis pada alga mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena intensitas cahaya yang tinggi akan merusakkan klorofil, sehingga proses fotosintesis akan mengalami gangguan dan tidak berjalan dengan baik. Begitu pula sebaliknya jika intensitas cahaya sangat rendah, maka proses fotosintesisnya juga tidak berjalan dengan baik, karena jumlah cahaya yang tidak mencukupi untuk melakukan proses fotosintesis (Castro dan Huber 2000; Goldman dan Horne 1983; Lionard 2005; Nybakken 1992).

Menurut Lerman (1986), di perairan samudra intensitas cahaya (sinar biru) dapat masuk sampai ke kedalaman 100 m. Perairan pantai atau paparan benua intensitas cahaya dapat masuk sampai ke kedalaman 20 m. Sedangkan di estuari secara umum adalah 1-6 m (Gambar 3). Akan tetapi hal ini juga sangat berkaitan erat dengan turbiditas estuari tersebut. Semakin tinggi turbiditasnya maka penetrasi cahaya yang masuk semakin sedikit, begitu juga sebaliknya. Setiap jenis fitoplankton memiliki perbedaan intensitas cahaya yang dibutuhkan untuk melakukan proses fotosintesis (Cabrita et al, 1999; Castro dan Huber 2000; Lerman 1986; Nybakken 1992; Sumich 1999).

- **Salinitas**

Salinitas di estuari berfluktuatif secara dramatis dari waktu ke waktu. Ketika air laut dengan salinitas sekitar 35 ‰ bercampur dengan air tawar yang berasal dari sungai dengan salinitas 0 ‰. Proses pencampuran ini kemudian membentuk gradien salinitas yaitu 5-30 ‰ yang merupakan nilai salinitas di estuari normal. Untuk dapat bertahan hidup di ekosistem estuari yang memiliki banyak variabel, fitoplankton yang hidup di estuari harus dapat beradaptasi dan bertoleransi dengan adanya fluktuasi salinitas. Distribusi dan kelimpahan fitoplankton di estuari secara kontinyu berubah akibat adanya perubahan salinitas dalam waktu yang singkat, seperti pada saat masuknya aliran air tawar, pasang surut, dan masuknya air karena hujan. Sedangkan dalam jangka waktu yang lama, seperti naik dan turunnya permukaan air laut karena mencairnya es di kutub (Castro dan Huber 2000; Lerman 1986; Nybakken 1993; Sumich 1999).

Air laut yang asin selalu berada di bawah, dan mengalir membentuk lapisan garam. Lapisan garam ini bergerak mundur seterusnya mengikuti ritme pasang surut. Lapisan garam akan bergerak naik ke permukaan estuari pada saat pasang dan kemudian kembali pada saat surut. Jika suatu area yang mengalami pasang surut pada siang hari, maka organisme akan mengalami dua kali perubahan salinitas (Castro dan Huber 2000; Nybakken 1993; Sumich 1999).

- **Turbiditas**

Jumlah partikel-partikel suspensi yang terdapat dalam air di estuari pada setiap tahunnya adalah sangat besar, oleh sebab itu turbiditas di estuari

sangat tinggi. Tingginya turbiditas terjadi pada saat tingginya suplai air dari sungai. Secara umum turbiditas rendah di sekitar mulut estuari, dimana jumlah air laut lebih besar. Pengaruh turbiditas adalah menyebabkan penetrasi cahaya yang masuk ke dalam air sangat rendah. Hal ini akan menyebabkan penurunan proses fotosintesis yang dilakukan oleh fitoplankton. Pada akhirnya hal ini akan mengurangi produktivitas estuari tersebut. (Castro dan Huber 2000, Nybakken 1993, and Sumich 1999).

- **Nutrien**

Tidak hanya *carbon dioxida*, air dan sinar matahari yang dibutuhkan untuk melakukan proses fotosintesis. Banyak nutrien yang dibutuhkan fitoplankton untuk pertumbuhan dan reproduksi terutamanitrat (NO_3^-), ammonium (NH_4^+) dan fosfat (PO_4^{3-}). Produktifitas primer yang dilakukan oleh fitoplankton sangat membutuhkan nutrien dalam jumlah besar. Nutrien yang paling banyak dibutuhkan adalah nitrogen dan fosfat. Nitrogen dibutuhkan untuk membuat asam amino dan asam nukleat, sedangkan fosfat diperlukan untuk membuat tenaga (ATP). Sehingga nutrien merupakan faktor pembatas bagi pertumbuhan dan perkembangan fitoplankton. Selain nitrogen dan fosfat, fitoplankton juga membutuhkan bahan organik yang lainnya yaitu C, H, O, dan vitamin. Di lokasi yang nutriennya melimpah akan direspon dengan melimpahnya fitoplankton.

Fitoplankton memiliki mekanisme respon terhadap fosfat. Pada saat konsentrasi fosfat di perairan rendah maka fitoplankton akan mengeluarkan enzim alkaline phosphatases. Enzim ini dikeluarkan untuk membebaskan fosfat dari molekul organik. Ketika di perairan konsentrasi fosfatnya tinggi maka fitoplankton akan merespon dengan mekanisme luxury consumption. Mekanisme ini adalah mengambil PO_4 dari perairan dan menyimpan fosfat tersebut dalam sel dalam bentuk granula PO_4 , dan akan digunakan jika kondisi fosfat di lingkungan sedikit atau

kurang. Genus fitoplankton yang dapat melakukan Luxury consumption adalah *Asterionella*, *selenastrum*, dan *cyclotella* (Goldman dan Horne 1983)

- **Suhu**

Suhu merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan fitoplankton. Intensitas cahaya dibutuhkan untuk meningkatkan pertumbuhan fitoplankton, sepanjang meningkatnya suhu. Reaksi fotosintesis pada fitoplankton memiliki batasan intensitas cahaya. Reaksi ini memiliki suhu tersendiri, kecuali suhu di bawah 5⁰ C. Interaksi antara cahaya dan temperatur akan memberikan gambaran profil vertikal dari distribusi fitoplankton. Fitoplankton terdistribusi berdasarkan intensitas cahaya dan suhu. Suhu minimal fitoplankton dapat melakukan proses fotosintesis adalah 5⁰ C. Semakin tinggi suhu dan semakin tinggi intensitas cahaya, maka proses fotosintesis semakin tinggi. Suhu maksimal fitoplankton melakukan fotosintesis adalah 30⁰ C. Ini menggambarkan fitoplankton terdistribusi di gradien suhu dari 5 – 30⁰ C. (Wetzel 2000).

Faktor kimia yang mempengaruhi plankton adalah

- Oksigen terlarut

Oksigen terlarut diperlukan oleh tumbuhan air, plankton dan fauna air untuk bernapas serta diperlukan oleh bakteri untuk dekomposisi. Dengan adanya proses dekomposisi yang dilakukan oleh bakteri menyebabkan keadaan unsur hara tetap tersedia di perairan. Hal ini sangat menunjang pertumbuhan air, plankton dan perifiton (Mujib, 2010).

- pH

Derajat keasaman (pH) berpengaruh sangat besar terhadap tumbuh-tumbuhan dan hewan air sehingga sering digunakan sebagai petunjuk untuk menyatakan baik atau tidaknya kondisi air sebagai media hidup. Apabila derajat keasaman tinggi apakah itu asam atau basa menyebabkan proses fisiologis pada plankton terganggu (Mujib, 2010).

- Salinitas

Salinitas berperan penting dalam kehidupan organisme, misalnya distribusi biota akuatik. Menyatakan bahwa pada daerah pesisir pantai

merupakan perairan dinamis, yang menyebabkan variasi salinitas tidak begitu besar. Organisme yang hidup cenderung mempunyai toleransi terhadap perubahan salinitas sampai dengan 15 ‰ (Nybakken 1992).

- Nutrisi

Nutrisi sangat berperan penting untuk pertumbuhan plankton, nutrisi yang paling penting dalam hal ini adalah nitrat (NO_3) dan fosfat (PO_4) phytoplankton mengkonsumsi nitrogen dalam banyak bentuk, seperti nitrogen dari nitrat, ammonia, urea, asam amino. Tetapi phytoplankton lebih cenderung mengkonsumsi nitrat dan ammonia. Nitrat lebih banyak didapati di dasar yang banyak mengandung unsur organik ketimbang dari air laut, nitrat juga bisa diperoleh dari siklus nitrogen. Nitrogen dari nitrat adalah salah satu unsur penting untuk pertumbuhan blue green alga dan phytoplankton lainnya (Mujib, 2010).

2.9. Zooplankton

Zooplankton merupakan anggota plankton yang bersifat hewani, sangat beraneka ragam dan terdiri dari bermacam larva dan bentuk dewasa yang mewakili hampir seluruh filum hewan (Nybakken,1992). Zooplankton dan Fitoplankton merupakan bahan dasar semua rantai makanan di dalam perairan. zooplankton menempati perairan sampai dengan 200 m dan bermigrasi vertikal untuk mencari makan yang berupa fitoplankton (Omori dan Ikeda, 1984). Zooplankton memegang peranan penting dalam jaring jaring makanan di perairan yaitu dengan memanfaatkan nutrient melalui proses fotosintesis (Kaswadji, 2001).

Dalam hubungannya dengan rantai makanan, terbukti zooplankton merupakan sumber pangan bagi semua ikan pelagis , oleh karena itu kelimpahan zooplankton sering dikaitkan dengan kesuburan perairan (Arinardi, 1997). Zooplankton merupakan anggota plankton yang bersifat hewani, sangat beraneka ragam dan terdiri dari bermacam larva dan bentuk dewasa yang mewakili hampir seluruh filum hewan (Nybakken,1992).

Zooplankton disebut juga plankton hewani, adalah hewan yang hidupnya mengapung, atau melayang dalam laut. kemampuan renangya sangat terbatas hingga keberadaannya sangat ditentukan kemana arus membawanya.

Zooplankton bersifat heterotrofik, yang maksudnya tak dapat memproduksi sendiri bahan organik dari bahan inorganik. Oleh karena itu, untuk kelangsungan hidupnya, ia sangat bergantung pada bahan organik dari fitoplankton yang menjadi makanannya. Jadi zooplankton lebih berfungsi sebagai konsumen bahan organik. Ukurannya paling umum berkisar 0,2 – 2 mm, tetapi ada juga yang berukuran besar misalnya ubur-ubur yang bisa berukuran sampai lebih satu meter. Kelompok yang paling umum ditemui antara lain kopepod (copepod), eupausid (euphausid), misid (mysid), amfipid (amphipod), kaetognat (chaetognath). Zooplankton dapat dijumpai mulai dari perairan pantai, perairan estuaria didepan muara sampai ke perairan di tengah samudra, dari perairan tropis hingga ke perairan kutub (Nontji, 2008).

Menurut Nybakken (1992), Zooplankton melakukan migrasi harian dimana Zooplankton bergerak ke arah dasar pada siang hari dan ke permukaan pada malam hari. Rangsangan utama yang menyebabkan migrasi vertikal harian adalah Cahaya. Zooplankton akan bergerak menjauhi permukaan bila intensitas cahaya di permukaan meningkat, dan Zooplankton akan bergerak ke permukaan laut apabila intensitas cahaya di permukaan menurun (Davis, 1955).

Zooplankton ada yang hidup di permukaan dan ada pula yang hidup di perairan dalam. Ada pula yang dapat melakukan migrasi vertikal harian dari lapisan dalam ke permukaan. Hampir semua hewan yang mampu berenang bebas (nekton) atau yang hidup di dasar laut (benthos) menjalani awal kehidupannya sebagai zooplankton yakni ketika masih berupa telur dan larva. Baru dikemudian hari, menjelang dewasa, sifat hidupnya yang bermula sebagai plankton berubah menjadi nekton atau benthos (Nontji, 2008).

2.9.1. Reproduksi dan Siklus Hidup Zooplankton

Reproduksi antara zooplankton crustacea pada umumnya unisexual melibatkan baik hewan jantan maupun betina, meskipun terjadi parthenogenesis diantara Cladocera dan Ostracoda. Siklus hidup copepoda Calanus dari telur hingga dewasa melewati 6 fase naupli dan 6 fase copepodit. Perubahan bentuk pada beberapa fase naupli pertama terjadi kira-kira beberapa hari dan mungkin tidak makan. Enam pase kopepodit dapat diselesaikan kurang dari 30 hari (bergantung suplai makan dan temperatur) dan beberapa generasi dari spesies yang sma

mungkin terjadi dalam tahun yang sama (yang disebut siklus hidup ephemeral) (Parsons, 1984).

Nybakken (1992) menyatakan pada estuaria, sekitar 50-60 % persen produksi bersih fitoplankton dimakan oleh zooplankton. Pada dasarnya hampir semua fauna akuatik muda yang terdapat pada ekosistem mangrove, dikategorikan sebagai zooplankton. Usia muda dari fauna akuatik (larva) sebagian besar berada di ekosistem mangrove. Dan larva dikategorikan sebagai zooplankton, karena termasuk fauna yang pergerakannya masih dipengaruhi oleh pergerakan air, sebagaimana pengertian dari plankton itu sendiri. Oleh karena itu juga Tait (1987) mengategorikan Gastropoda, Bivalva, telur ikan, dan larva ikan kedalam zooplankton.

Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, bahwa zooplankton dari Filum Protozoa, memakan bakteri dan fungi yang terdapat pada ekosistem mangrove. Selain itu taksa zooplankton yang sering dan banyak terdapat pada ekosistem mangrove adalah Copepoda. Ikan-ikan pelagis seperti teri, kembung, lemuru, tembang dan bahkan cakalang berprefensi sebagai pemangsa Copepoda dan larva Decapoda. Oleh karena itu, terdapat ikan penetap sementara pada ekosistem mangrove, yang cenderung hidup bergerombol dikarenakan kaitannya yang erat dengan adanya mangsa pangan pada ekosistem itu sendiri (Nybakken, 1992).

Reproduksi antara zooplankton crustacea pada umumnya unisexual melibatkan baik hewan jantan maupun betina, meskipun terjadi parthenogenesis diantara Cladocera dan Ostracoda. Siklus hidup copepoda Calanus dari telur hingga dewasa melewati 6 fase naupli dan 6 fase copepodit. Perubahan bentuk pada beberapa fase naupli pertama terjadi kira-kira beberapa hari dan mungkin tidak makan. Enam fase copepodit dapat diselesaikan kurang dari 30 hari (bergantung suplai makan dan temperatur) dan beberapa generasi dari spesies yang sama mungkin terjadi dalam tahun yang sama (yang disebut siklus hidup ephemeral) (Nybakken, 1992).

2.9.2. Klasifikasi Zooplankton

Berdasarkan daur hidupnya zooplankton dibagi menjadi 3 kelompok menurut (Nontji, 2008) yaitu:

1. Holoplankton

Plankton yang seluruh daur hidupnya dijalani sebagai plankton, mulai dari telur, larva, hingga dewasa. Contohnya Kopepoda, Amfipoda, dll.

2. Meroplankton

Plankton dari golongan ini menjalani kehidupannya sebagai plankton hanya pada tahap awal dari daur hidup biota tersebut, yakni pada tahap sebagai telur dan larva saja, beranjak dewasa ia akan berubah menjadi nekton. Contohnya kerang dan karang.

3. Tikoplankton

Tikoplankton sebenarnya bukanlah plankton yang sejati karena biota ini dalam keadaan normalnya hidup di dasar laut sebagai bentos. Namun karena gerakan air ia bisa terangkat lepas dari dasar dan terbawa arus mengembara sementara sebagai plankton. Contohnya kumasea (Nontji, 2008).

Menurut Arinadi et al, (1997), Zooplankton dapat dikelompokkan berdasarkan ukurannya menjadi lima sebagai berikut :

1. Mikroplankton

Mempunyai ukuran 20-200 μm dan organisme utamanya yaitu Ciliata, Foraminifera, Nauplius, Rotifera, Copepoda

2. Mesoplankton

Mempunyai ukuran 200 μm - 2 m dan organisme utamanya yaitu Cladocera, Copepoda, Larvacea.

3. Makroplankton

Mempunyai ukuran 2-20 mm dan organisme utamanya yaitu Pteropoda, Copepoda, Euphausiid, Chaetognatha

4. Mikronekton

Mempunyai ukuran 20-200 mm dan organisme utamanya yaitu Cephalopoda, Euphausiid, Sargestid, Myctopid

5. Megaloplankton

Mempunyai ukuran >20 mm dan organisme utamanya yaitu Scyphozoa, Thaliacea

Beberapa filum hewan terwakili di dalam kelompok zooplankton (Arinardi et.al., 1997) :

1. Protozoa

Kingdom Protista terdiri dari protozoa, berukuran kecil, dari fauna bersel tunggal sampai dengan beberapa filum, beberapa jenis terkenal sebagai bentuk yang dijumpai di lautan adalah foraminifera, radiolaria, zooflagellata dan ciliata. Protozoa dibagi dalam empat kelas yaitu: rhizopoda, ciliata, flagelata, dan sporozoa (Sachlan, 1982).

2. Arthropoda

Filum arthropoda adalah bagian terbesar zooplankton dan hampir semuanya termasuk kelas Crustacea. Crustacea berarti hewan-hewan yang mempunyai shell terdiri dari chitine atau kapur, yang sukar dicernakan. Salah satu subkelasnya yang penting bagi perairan adalah Copepoda yang merupakan Crustacea holoplanktonik berukuran kecil yang mendominasi zooplankton di semua laut dan samudera (Nybakken, 1992).

3. Moluska

Dalam dunia hewan, filum moluska adalah nomor dua terbesar (Nybakken, 1992). Moluska bertubuh lunak, tidak beruas-ruas dan tubuhnya ditutupi oleh cangkang yang terbuat dari kalsium karbonat. Cangkang tersebut berguna untuk melindungi organ dalam dan isi rongga perut, tetapi ada pula moluska yang tidak bercangkang. Antara tubuh dan cangkang terdapat bungkus yang disebut mantel. Reproduksi terjadi secara seksual dengan fertilisasi internal (Bambang, 2004).

4. Coelenterata

Coelenterata atau Cnidaria adalah invertebrata laut yang pada taraf dewasa sering dijumpai. Biota-biota dalam filum ini meliputi hydra, ubur-ubur, anemon laut dan koral (Nybakken, 1992). Coelenterata mempunyai siklus hidup yang menarik. Proses reproduksi aseksual maupun seksual menunjukkan suatu siklus hidup yang terkait dengan periode planktonik (Bambang, 2004).

5. Chordata

Anggota filum Chordata yang planktonik termasuk dalam kelas Thaliacea dan Larvacea, memiliki tubuh agar-agar dan makan dengan cara menaring makanan dari air laut. Larvaceae membangun cangkang di sekelilingnya dan memompa

air agar melalui suatu alat penyaring di dalam cangkang ini terus menerus dibangun dan ditanggalkan (Nybakken, 1992).

6. Chaetognatha

Chaetognatha adalah invertebrata laut dengan jumlah spesies relatif sedikit tetapi sangat berperan terhadap jaring-jaring makanan di laut. Biota ini memiliki ciri-ciri antara lain bentuk tubuh memanjang seperti torpedo, transparan, organ berpasangan pada masing-masing sisi, memiliki bagian caudal yang memanjang sirip dan kepala dengan sepasang mata dan sejumlah duri melengkung di sekeliling mulut (Bambang, 2004).

2.9.3. Peranan Zooplankton dalam Jaring – jaring Makanan di Laut

Dalam hubungannya dengan rantai makanan, terbukti zooplankton merupakan sumber pangan bagi semua ikan pelagis, oleh karena itu kelimpahan zooplankton sering dikaitkan dengan kesuburan perairan (Arinardi, 1997). Zooplankton penting karena di perairan memanfaatkan nutrient melalui proses fotosintesis (Kaswadji, 2001).

Hewan terbesar di dunia, paus biru (*Balaenoptera physalus*), makanan utamanya adalah zooplankton kecil, *Euphasia superba*, yang dikenal pula dengan nama “krill”, yang bentuknya seperti udang kecil berukuran 4 – 5 cm (Nontji, 2008).

Keberadaan zooplankton sebagai produser sekunder dan konsumen primer mempunyai ciri anatomi, morfologi dan fisiologi yang sangat spesifik. Dengan fungsi tersebut, setiap jenis zooplankton mempunyai spesifikasi dan sumbangan yang berbeda. Hal ini terutama karena sebagian dari fase larva biota laut masuk kedalam tahapan zooplankton. Oleh karenanya pengenalan terhadap ciri dan karakteristik anatomi, morfologi dan fisiologi sangatlah diperlukan. Hal ini juga terkait dengan proses interaksi diantara zooplankton dengan habitatnya sebagai bagian dari strategi untuk mempertahankan kehidupan. (Rohmimohtarto, 1999).

Peranan zooplankton sebagai produsen sekunder ataupun sebagai konsumen primer sangat besar. Zooplankton sering melakukan gerakan naik turun pada perairan yang disebut sebagai migrasi vertical. Gerakan tersebut dimaksudkan untuk mencari makanan yaitu phytoplankton gerakan naik ke

permukaan biasanya dilakukan pada malam hari, sedang gerakan ke dasar perairan dilakukan pada siang hari. Gerakan pada malam hari lebih banyak dilakukan karena adanya variasi makanan yaitu phytoplankton lebih banyak, selain itu dimungkinkan karena zooplankton menghindari sinar matahari langsung. (Nontji, 1993).

2.9.4. Faktor – faktor yang Mempengaruhi Hidup Zooplankton

2.9.4.1 Fisika

1. Suhu

Pemilihan suhu yang optimal untuk budidaya pada pembesaran tergantung dari tipe morfologinya, small type dan long type juga berbeda dalam kebutuhannya terutama suhu optimal untuk pertumbuhannya. Suhu optimal antara 15-25oC. pada umumnya peningkatan suhu didalam batas-batas optimal biasanya mengakibatkan aktivitas reproduksi juga meningkat (Ekawati, 2005).

2. Kecerahan

Kecerahan atau kekeruhan air disebabkan oleh adanya partikel-partikel liat lumpur atau lainnya yang mengendap, akan merusak nilai guna dasar perairan yang merupakan daerah pemijahan dan habitat berbagai organism (Wirawan, 1992).

Banyaknya cahaya yang menembus permukaan laut dan menerangi lapisan permukaan air laut setiap hari dan perubahan intensitas dengan bertambahnya memiliki peranan penting dalam menentukan pertumbuhan fitoplankton (juga zooplankton yang ada didalamnya) (Rommimohtarto dan Juwono, 2001).

2.9.4.2 Kimia

1. pH

Zooplankton biasanya banyak terdapat diperairan yang kaya bahan organik, zooplankton alam hidup pada pH > 6,6, sedangkan pada kondisi biasa yang optimal hidup pada kondisi pH 6-8 (Ekawait, 2005).

pH merupakan salah satu bagian dari factor yang sangat berpengaruh terhadap banyak tidaknya kelimpahan zooplankton disuatu perairan, adapun pH optimum yang baik untuk pertumbuhan atau kelimpahan zooplankton disuatu perairan alami adalah pH antara 6,2-8.6 (www.research.vi.oc.id, 2005).

2. DO (Oksigen Terlarut)

Porifera merupakan salah satu zooplankton yang dapat bertahan hidup di air dengan kadar oksigen terlarut yang rendah yakni 2mg/l. tingkat oksigen tertinggi dalam air budidaya tergantung pada suhu, salinitas, kepadatan, jenis makanan yang digunakan (Ekawati, 2005).

3. TOM

Menurut Baru (2001), sebagian besar zooplankton menggantungkan sumber nutrisinya pada materi organik, baik berupa fitoplankton maupun detritus.

4. Menurut Owen (1975), Orthopospat larut dalam air. Fungsi fosfat antara lain untuk:

- Pembedahan sel pertumbuhan
- Metabolisme karbohidrat
- Mempercepat kematangan sel

Menurut Andayani (2005), senyawa perairan mengandung total organik yang lain. Phospat dihidrolisa menjadi bentuk orto dan kelarutan fosfat organik diuraikan menjadi orthofosfat melalui aktivitas mikrobial.

III. TUJUAN DAN MANFAAT

3.1. Tujuan :

- Mengetahui biodiversitas dan kelimpahan plankton pada budidaya Polikultur di Desa Sawohan Kecamatan Sedati Kabupaten Sidoarjo

3.2. Manfaat :

- Memberikan informasi tentang biodiversitas dan kelimpahan plankton pada budidaya Polikultur di Desa Sawohan Kecamatan Sedati Kabupaten Sidoarjo

IV. METODE PENELITIAN

4.1. Tempat dan Waktu Penelitian :

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari 2017 sampai dengan April 2017. Lokasi penelitian di lahan tambak pembudidaya Polikultur di Desa Sawohan Kecamatan Sedati Kabupaten Sidoarjo.

4.2. Alat dan Bahan :

4.2.1. Alat yang digunakan terdiri dari :

Botol DO, thermometer, refraktometer, secchidish, counting chamber, mikroskop, optilab, plankton net no.25, botol plankton, pipet volume, pipet tetes, erlenmeyer volume 100 ml.

4.2.2. Bahan yang digunakan terdiri dari :

pH paper indikator universal, formalin 5%, pupuk Urea dan TSP, probiotik (EM-4), Raja Bandeng, Udang vannamei, Udang windu, Ikan Bandeng

4.3. Metode :

Pelaksanaan penelitian menggunakan metode survey dan data sekunder sebagai pendukung. Metoda penelitian survey dengan cara observasi langsung di lapangan yaitu pengamatan dan pencatatan sesuatu obyek dengan sistematika fenomena yang diselidiki. Data primer meliputi pengamatan, survei lapangan, dan pemeriksaan di laboratorium, sedangkan data sekunder dilakukan dengan cara wawancara dan menggunakan data dari instansi terkait.

Proses pengambilan data primer meliputi : pengambilan sampel plankton dengan plankton net no.24, identifikasi dan klasifikasi plankton, biodiversitas, penghitungan kelimpahan plankton, pengukuran parameter kualitas air yang terdiri dari parameter fisik yaitu suhu dan kecerahan serta parameter kimia yaitu pH dan oksigen terlarut (DO).

4.4. Prosedur Penelitian :

4.4.1. Tahap budidaya Udang Windu, Udang Vanammie dan Bandeng terdiri dari :

A. Persiapan Lahan

- Pengeringan tambak dilakukan selama 2 minggu sampai tanah retak untuk menghilangkan gas-gas amoniak dan H₂S
- Kemudian di pupuk dengan urea dan Tsp dengan perbandingan 2 : 1 disebar secara merata per petaknya (3.5 hektar) yaitu 2 sak urea dengan berat 100 kg dan 1 sak Tsp dengan berat 50 kg
- Di isi dengan air sampai dengan ketinggian 50 cm
- Tunggu selama 2 minggu sampai tumbuh alga setinggi 8-10 cm
- Kemudian tambahkan air lagi sampai ketinggian 100 cm dan ditunggu 1 hari sampai warna air berubah hijau (Lampiran 3)
- Tunggu 2 minggu lagi sampai jumlah alga menyebar ke sebagian luasan kolam
- Lalu petakan tambak siap di isi dengan benih udang Windu dengan ukuran pl 10 - pl 15 sebanyak 7 rean (35000 ekor) dan ikan bandeng ukuran 5-8 cm sebanyak 1,5 rean (7.500 ekor)
- Untuk petakan Vannamie biasanya diisi dengan 50 rean (250.000 ekor) benih udang Vannamie dengan ukuran pl 10 dan benih ikan bandeng gelondongan 2.500 ekor dengan ukuran 5-8 cm.
- Setiap 1 bulan terjadi 2 kali pasang surut , pada saat itu dilakukan pergantian air secara berkala dengan mengurangi volume air sebesar 10% dari ketinggian air.

B. Tahap 2 proses pengumpulan alga dan penumpukan alga:

- Setelah benih udang Windu, Udang Vannamie, dan ikan Bandeng berumur 1 bulan, penumpukan alga pada sebagian petakan kolam dengan diameter tumpukan alga 1 meter persegi dan sebagian lagi dilakukan pengumpulan alga dengan ukuran panjang 8 meter dan lebar 2 meter.
- Kemudian dipupuk lagi dengan Urea dan TSP dengan perbandingan 1: 2 disebar secara merata per petaknya yaitu 1 sak Urea dengan berat 50 kg dan 2 sak TSP dengan berat 100 kg ditunggu selama 2 hari sampai pakan alami tumbuh subur ditandai dengan warna air berwarna hijau tua

, kemudian dilakukan pengambilan sampel plankton dan pengukuran kualitas air (Lampiran 4)

- Menunggu sampai umur udang Windu dan udang Vannamie 2,5 - 3 bulan dilakukanlah panen parsial

C. Tahap panen Parsial

- Panen parsial bertujuan untuk mengeringkan alga dan memanen udang Windu sebanyak 200 kg dan udang Vannamie sebanyak 200 kg
- Pengeringan alga dilakukan selama kurang lebih 5 hari pada proses panen parsial
- Kemudian di isi air lagi sampai 100 cm lalu di berikan probiotik (EM-4) dengan kandungan bakteri *Lactobacillus casei* dan *Saccharomyces cerevisiae* (Lampiran 1) dan Raja Bandeng (Lampiran 2) dengan perbandingan 15 botol EM-4 dan 2 dos Raja Bandeng dengan berat 50 kg.
- Dilakukan pengambilan sampel plankton setelah 2 minggu setelah pemberian Raja Bandeng dan EM-4.

4.4.2. Pengambilan sampel Plankton, Identifikasi, Klasifikasi dan Perhitungan Kelimpahan Plankton

A. Pengambilan sampel Plankton

- Saring 35 liter air contoh ke dalam botol plankton 35 ml dari tempat yang berbeda menggunakan jaring plankton.
- Pisahkan botol plankton dari jaringnya dengan hati-hati agar tidak tumpah sebaiknya botol ditutup saat masih berada dalam jaring).
- Awetkan air contoh dengan diberi 20 - 25 tetes formalin (5%) secara perlahan-lahan.

B. Identifikasi, Klasifikasi dan Perhitungan Kelimpahan Plankton:

- Ambil air contoh (air saringan) tersebut sebanyak 1 tetes dan letakkan di parit counting chamber, tutup dengan cover glass.
- Amati dalam mikroskop untuk species yang masuk ke dalam kotak counting chamber, yang diluar kotak tidak masuk dalam hitungan.

Kemudian jenis plankton yang ditemukan diidentifikasi dan di klasifikasi.

- Hitung jumlah masing-masing species yang saudara temukan.
- Ulangi pengamatan tersebut 5 kali.
- Perhitungan Kelimpahan Plankton

Perhitungan :

$$\frac{1 \text{ mm}^3}{4000} = N \text{ sel}$$

$$1 \text{ mm}^3 = N \text{ sel} \times 4000 \quad (1 \text{ ml} = 1000 \text{ mm}^3)$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah plankton dalam 1 ml} &= N \text{ sel} \times 4000 \times 1000 \\ &= N \text{ sel} \times 4 \times 10^6 \end{aligned}$$

4.4.3. Pengukuran Parameter Kualitas Air :

A. Suhu

- Siapkan thermometer air raksa
- Ukur suhu bagian permukaan perairan dengan jalan memasukkan thermometer kedalam air kurang lebih 10 cm dari permukaan selama beberapa menit (2 - 4 menit) sehingga diperoleh suhu yang konstan.
- Dengan cara yang sama dengan di atas, ukur suhu dalam perairan bagian pertengahan, dan dasar perairan.
- Lakukan pengukuran diatas pada beberapa tempat masing-masing tiga kali ulangan untuk keseluruhan kolam. Pengukuran juga dilakukan ditempat yang berbeda, misalnya pintu pemasukan air, pintu pengeluaran air, tengah kolam, dibawah pohon, dan lainnya.
- Selama pengukuran suhu perairan, thermometer harus dilindungi dari pengaruh sinar matahari langsung dan thermometer ditempatkan pada posisi 45°.

B. Kecerahan

- Siapkan secchi disk dengan diberi tali pengukur, dimana tali ini mempunyai skala ukuran.

- Masukkan secchi dish kedalam perairan, amati terus sampai warna putih pada alat tersebut tidak kelihatan, catat kedalamannya (K_2).
- Tarik perlahan-lahan alat tersebut dan ukur kedalamannya saat warna putih nampak kembali (K_1).
- Tentukan besarnya kedalaman kecerahan air dan intensitas sinar matahari (10% dan 1%) yang masuk kedalam perairan.

- **Perhitungan :**

Kedalaman kecerahan air dengan rumus :

$$D = \frac{K_1 + K_2}{2}$$

dimana :

D = kedalaman kecerahan air (cm)

K1 = kedalaman pada saat secchi disk terlihat

kembali/terlihat jelas

K2 = kedalaman pada saat secchi disk tidak terlihat

C. pH (Derajat Keasaman)

- Masukkan air contoh ke dalam erlenmeyer
- Masukkan pH paper indikator universal ke dalam air contoh.
- Perubahan warna yang terbentuk pada kertas tersebut dicocokkan dengan warna standard. Bila warnanya sesuai maka angka pada warna standar tersebut menunjukkan kisaran pH.
- Ulangi percobaan sebanyak 3 kali.

D. Oksigen terlarut (DO)

- Ambil air contoh dengan botol oksigen secara perlahan-lahan, hindari kontaminasi botol dengan udara.
- Dengan tutup botol dibuka miring tambahkan 0,5 ml $MnSO_4$ dengan pipet tetes sampai ke dasar botol kemudian tambahkan 0,5 ml pereaksi oksigen.
- Botol ditutup kembali dan kocok perlahan sehingga terbentuk endapan.

- Buka tutup botol dan tambahkan 1 ml HCl pekat (11,3N), kemudian kocok kuat-kuat sehingga endapan larut kembali.
- Ambil 25 ml air contoh, masukkan ke dalam erlenmeyer dan tambahkan 2-3 tetes indikator amylum sehingga larutan berubah menjadi biru.
- Titrasi dengan larutan Natrium Thiosulfat (0,02N) sehingga warna biru hilang berubah menjadi jernih, kemudian catat jumlah larutan Natrium thiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) yang habis digunakan untuk titrasi. Lakukan penentuan tersebut sebanyak 3 kali.
- **Perhitungan :**

$$\text{O}_2 \text{ terlarut (ppm)} = \frac{\text{ml titrasi} \times \text{N titrasi} \times 8 \times 1000}{\text{ml air contoh}}$$

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Identifikasi dan Klasifikasi

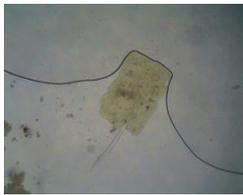
Berdasarkan hasil identifikasi plankton di laboratorium Jurusan Perikanan Fakultas Pertanian diperoleh hasil sebagai berikut :

a) Fitoplankton dari Kelas :

- Zygnematophyceae adalah *Closterium* sp.
- Bacillariophyceae adalah *Navicula* sp. , *Thalassionema* sp. , *Bacillaria* sp.
- Cyanophyceae adalah *Merismopedia* sp., *Oscillatoria* sp.

b) Zooplankton dari Kelas :

- Maxilopoda adalah *Balanus crenatus*, *Cyclops* sp. dan Nauplius Copepoda

No.	Udang Vanamie-Bandeng	Klasifikasi	Udang Windu-Bandeng	Klasifikasi
1.	<p><i>Closterium</i> sp.</p> 	<p>Kingdom: Plantae Division : Charophyta Class: Zygnematophyceae Famili : Closteriaceae Genus : <i>Closterium</i> Species : <i>Closterium</i> sp.</p>	<p><i>Navicula</i> sp.</p> 	<p>Kingdom : Plantae Divisio : Chrysophyta Classis : Bacillariophyceae Ordo : Penales Familia : Naviculaceae Genus : <i>Navicula</i> Species : <i>Navicula</i> sp</p>
2.	<p><i>Merismopedia</i> sp.</p> 	<p>Kingdom :Bacteria Phylum :Cyanophyta Class :Cyanophyceae Order :Chroococales Family :Chroococaceae Genus :<i>Merismopedia</i> Spesies :<i>Merismopedia</i> sp.</p>	<p><i>Oscillatoria</i> sp.</p> 	<p>Phylum : Cyanobacteria Class : Cyanophyceae Order : Oscillatoriales Family : Oscillatoriaceae Genus : <i>Oscillatoria</i> Specie : <i>Oscillatoria</i> sp.</p>
3.	<p><i>Thalassionema</i> sp.</p>	<p>Kingdom:Chromalveolata Phylum :Heterokontophyta Clas Bacillariophyceae Order : Thalassionematales Family:Thalassionemataceae</p>	<p><i>Merismopedia</i> sp.</p>	<p>Kingdom : Bacteria Phylum :Cyanophyta Class :Cyanophyceae Order :Chroococales Family :Chroococaceae</p>

		Genus: <i>Thalassionema</i> Species : <i>Thalassionema</i> sp		Genus : <i>Merismopedia</i> Species : <i>Merismopedia</i> sp.
4.	<i>Balanus crenatus</i> 	Kingdom : Animalia Phylum : Arthropoda Subphylum : Crustacea Class : Maxillopoda Subclass : Thecostraca Infraclass : Cirripedia Superorder : Thoracica Order : Sessilia Suborder : Balanomorpha Superfamily : Balanoidea Family : Balanidae Genus : <i>Balanus</i> Species : <i>Balanus crenatus</i>	<i>Thalassionema</i> sp. 	Kingdom: Chromalveolata Phylum: Heterokontophyta Class : Bacillariophyceae Order : Pennales Suborder: Araphidineae Family : Fragilariaceae Genus : <i>Thalassionema</i> Species : <i>Thalassionema</i> sp
5.	Nauplius (Larva Cyclop) 	Phylum : Arthropoda Subphylum : Crustacea Class : Maxillopoda Subclass : Copepoda Orde : Cyclopoida Famili : Cyclopydae Genus : <i>Cyclops</i> Species : <i>Cyclops</i> sp.	<i>Balanus crenatus</i> 	Kingdom : Animalia Phylum : Arthropoda Subphylum : Crustacea Class : Maxillopoda Subclass : Thecostraca Infraclass : Cirripedia Superorder : Thoracica Order : Sessilia Suborder : Balanomorpha Superfamily : Balanoidea Family : Balanidae Genus : <i>Balanus</i> Species : <i>Balanus crenatus</i>
6.	Nauplius Copepoda 	Kingdom : Animalia Filum : Arthropoda Subfilum : Crustacea Kelas : Maxillopoda Subkelas : Copepoda Superordo : Gymnoplea Ordo : Calanoida	Nauplius (Larva Cyclop) 	Phylum : Arthropoda Subphylum : Crustacea Class : Maxillopoda Subclass : Copepoda Orde : Cyclopoida Famili : Cyclopydae Genus : <i>Cyclops</i> Species : <i>Cyclops</i> sp.
7.	<i>Bacillaria</i> sp 	Phyllum : Ochrophyta Class : Bacillariophyceae Ordo : Bacillariales Famili : Bacillariaceae Genus : <i>Bacillaria</i> Species : <i>Bacillaria</i> sp.	Nauplius Copepoda 	Kingdom : Animalia Filum : Arthropoda Subfilum : Crustacea Kelas : Maxillopoda Subkelas : Copepoda Superordo : Gymnoplea Ordo : Calanoida

8.			<i>Bacillaria sp</i> 	Phyllum : Ochrophyta Class : Bacillariophyceae Ordo : Bacillariales Famili : Bacillariaceae Genus : <i>Bacillaria</i> Species : <i>Bacillaria sp.</i>
----	--	--	---	--

5.2. Biodiversitas dan Kelimpahan Plankton

1. Biodiversitas plankton meliputi fitoplankton dan zooplankton :

a) Fitoplankton terdiri dari :

- *Closterium sp.*
- *Navicula sp.* ,
- *Thalassionema sp.* ,
- *Bacillaria sp.*
- *Merismopedia sp.*,
- *Oscillatoria sp.*

b) Zooplankton terdiri dari :

- *Balanus crenatus*,
- *Cyclops sp.*
- Nauplius Copepoda

2. Secara umum kelimpahan plankton berkisar antara $5,4 \times 10^6$ sampai dengan $534,8 \times 10^6$

No.	Udang Vanamie-Bandeng	Kelimpahan (individu/liter)	Udang Windu-Bandeng	Kelimpahan (individu/liter)
1.	<i>Closterium sp.</i>	$35,8 \times 10^6$	<i>Navicula sp.</i>	$8,6 \times 10^6$
2.	<i>Merismopedia sp.</i>	$3,6 \times 10^6$	<i>Oscillatoria sp.</i>	$9,8 \times 10^6$
3.	<i>Thalassionema sp.</i>	$502,2 \times 10^6$	<i>Merismopedia sp.</i>	$3,2 \times 10^6$

4.	<i>Balanus crenatus</i>	13,8 x 10 ⁶	<i>Thalassionema</i> sp.	534,8 x 10 ⁶
5.	Nauplius (Larva Cyclop)	35 x 10 ⁶	<i>Balanus crenatus</i>	11,4 x 10 ⁶
6.	Copepoda Nauplius	10,6 x 10 ⁶	Nauplius (Larva Cyclop)	31,6 x 10 ⁶
7.	<i>Bacillaria</i> sp	6,5 x 10 ⁶	Copepoda Nauplius	13,2 x 10 ⁶
8.			<i>Bacillaria</i> sp	5,4 x 10 ⁶

5.3. Ciri-ciri

1. *Closterium* sp

- Bentuknya mirip seperti sabit memanjang, melengkung dan meruncing di bagianujungnya, memiliki kloroplast sehingga dapat berfotosintesis, memiliki banyakvakuola di bagian ujung.
- Reproduksi dengan aseksual yaitu dengan pembelahan biner, seangkan dengan seksual yaitu dengan konjugasi untuk membentuk sebuah hypnozyngote, habitat yaitu pada daerah-daerah perairan. Sangat penting dalam ekosistem perairan karena merupakan produsen primer yaitu dapat sebagai penghasil oksigen dan zat organik (Tjitrosoepomo,1989)

2. *Navicula* sp

- Alga ini dikenal sebagai diatomae atau ganggang kersik karena dinding sel tubuhnya mengandung zat kersik. Kersik merupakan komponen penting dalam plankton. Tubuh *Navicula* terdiri atas dua bagian yaitu kotak (hipoteka) dan tutup (epiteka). Di antara kotak dan tutup terdapat celah yang disebut rafe.
- Perkembangbiakan *Navicula* yaitu dengan membelah diri (vegetatif). Setiap inti diatomae membelah menjadi dua, diikuti pembagian sitoplasma menjadi dua bagian.

- Selanjutnya, dinding sel memisah menjadi kotak dan tutup. Pada sel anakan, baik kotak maupun tutup akan berfungsi menjadi tutup, dan masing-masing akan membentuk kotak baru. Dengan demikian setiap sel anakan yang berasal dari kotak akan mempunyai ukuran lebih kecil dari pada sel asalnya. Peristiwa ini berlangsung berulang kali.
- Perkembangbiakan generatif berlangsung dengan konjugasi. Bila ukuran tubuh *Navicula* tidak memungkinkan untuk mengadakan pembelahan lagi, inti selnya akan mengalami meiosis dan menghasilkan gamet. Gamet itu kemudian akan meninggalkan sel dan setelah terjadi pembuahan di dalam air akan menghasilkan zigot. Zigot selanjutnya tumbuh menjadi sel *Navicula* baru dan membentuk tutup dan kotak baru.
- Bila *Navicula* mati, dinding selnya akan mengendap membentuk tanah diatom yang kaya zat kersik. Tanah ini merupakan bahan dinamit, isolator, dan bahan gosok penghalus.

3. *Merismopedia* sp.

- Habitat pada Perairan Tawar dan laut Biasanya ditemukan pada ketinggian 0 sampai 61 meter (0 sampai 200 kaki)
- Karakteristik : Sel-sel *Merismopedia* berbentuk bulat atau elips dan memiliki panjang 3-6 μm dan lebar 4,5 μm . Sel tersebut umumnya ditemukan dalam bentuk colonial- coenobic, yaitu koloni dengan bentuk organisasi sel yang teratur (John et al., 2002: 613). Koloni berbentuk persegi atau persegi panjang yang terdiri dari selapis sel berwarna hijau biru pucat, tersusun rapat dalam barisan dan diselimuti oleh matriks berlendir.

4. *Oscillatoria* sp.

- Habitat pada Perairan Tawar, Payau dan Laut.
- Karakteristik : berbentuk filamen tak bercabang yang terdiri atas sel-sel pipih. Lebar sel dapat mencapai 6,8 μm (Wehr & Sheat, 2003: 155). Filamen ada yang terlihat berwarna hijau, biru-hijau, ungu, atau merah

dan tidak memiliki heterosista. Filamen tersebut dapat bergerak dengan cara meluncur lambat.

5. *Thalassionema sp.*

- Karakteristik , panjang (sumbu apikal): 10 - 110 μm , lebar: 2 - 4 μm , tinggi: 3 - 8 μm , atmosfer marginal: 10 - 12 dalam 10 μm , *Thalassionema nitzschioides* adalah warna coklat kuning. Sel mereka lurus dan linier dan mereka terhubung membentuk rantai zigzagging. Sel berbentuk persegi panjang, dengan ujung yang membulat, dan sel-selnya saling terhubung satu sama lain. "Kadang ada tulang belakang apikal yang ada dan ornamen marginal terlihat seperti tulang rusuk."
- Distribusi , *Thalassionema nitzschioides* dapat ditemukan di seluruh dunia kecuali di daerah kutub sepanjang perairan laut dangkal. Mereka terjadi sepanjang tahun dengan konsentrasi yang lebih tinggi di musim semi dan biasanya ditemukan dalam konsentrasi tinggi. Kondisi salinitas dan suhu untuk tingkat pertumbuhan optimal masing-masing 12-38 PPT dan 15 ° C

6. *Balanus crenatus*

- *Balanus* merupakan anggota dan Subphylum Crustacea kelas Cirripeda. Kelompok binatang laut ini dalam bentuk dewasa membentuk cangkang yang sama sekali tidak mirip udang, tetapi berupa cangkang berbentuk tajuk bunga, terdiri dari lempeng-lempeng kalsium karbonat. Binatang ini dalam bentuk dewasa hidup tertambat kuat pada batuan yang keras, cangkang dari invertebrata lain. *Balanus* pada masa kini banyak dijumpai di tepi laut pada zona litoral (zona pasang surut), melekat pada dinding atau tiang dermaga di pelabuhan, bahkan menempel pada lambung kapal. Setelah menetas dari telur larvanya (yang disebut sebagai Cypris) menjalani kehidupan bebas (plagis neanic) bergerak dengan jalan berenang. Selama itu terjadi pergantian kulit sekali sampai tiga kali, baru terjadi perubahan, dimana larva tersebut membentuk cangkang setangkup dan mencari tempat untuk bertambat. Pertambatan ini terjadi

pada bagian kepala selanjutnya cangkang yang setangkup dilepas dan selanjutnya ditumbuhkan lempeng-lempeng yaitu lempeng dasar yang dilekatkan secara kuat ke batuan atau tempat penambat yang lain dan lempeng samping yang bersifat tetap dan kaku tak bisa bergerak. Lempeng-lempeng ini berfungsi sebagai pelindung binatang tersebut dalam posisinya yang tertambat. Didalam lempeng yang kaku tersebut terdapat lempeng-lempeng yang bisa digerakkan oleh jaringan-jaringan otot yang melindungi tubuh (Sugiarti, 1998).

- Balanus termasuk ke dalam filum Arthropoda , ordo sessilia. Merupakan zooplankton yang termasuk kedalam kelas Crustacea. Tubuhnya tertutup oleh cangkang kapur dan memiliki enam pasang embelan dada bercabang dua. Cangkang balanus ini dibangun langsung menempel pada substrat yakni dinamakan teritip baron(acorn barnacle).kelompok biota ini banyak hidup diperairan pantai dan pada benda-benda melekat dibawah atau diatas permukaan laut atau pada benda-benda terapung.
- Balanus sp dari kelompok crustasea bersama semua jenis bivalvia dan tunikata merupakan vertebrate yang hidupnya menempel secara permanen pada dinding tiang penyangga dermaga (sessile), sedangkan hewan lainnya memiliki kemampuan berpindah tempat (mobile). Fauna sessile tampaknya mempunyai peranan yang penting dalam proses pembentukan komunitas baik sebagai perintis maupun sebagai anggota utama yang memberikan peluang besar bagi terciptanya berbagai interaksi ekologis dalam rantai makanan dan habitat untuk berlindung ataupun pembesaran dari sebagian siklus hidup anggota komunitas lainnya (Hutabarat dan Evans, 1986).

7. Nauplius (Larva Cyclop)

Ciri-ciri :

- Individu Cyclops bisa berkisar dari ½ -5 mm
- Bagian depan luas oval Terdiri kepala dan lima pertama segmen toraks.
- Bagian belakang jauh lebih ramping dan terdiri dari segmen toraks keenam dan empat segmen pleonic tak berkaki
- Cyclops memiliki lima pasang kaki.

- Antena panjang pertama digunakan oleh jantan untuk mencengkram betina selama kawin. Setelah itu, betina membawa telur dalam dua kantung kecil di tubuhnya. Larva, atau nauplii, bebas berenang dan tersegmen

Habitat :

- Habitat di air tawar maupun payau (kosmopolitan)
- Hidup di sepanjang perairan yang tertutup tanaman dan terdapat air mengalir, memakan pada fragmen kecil dari bahan tanaman, hewan atau bangkai
- Cyclops memiliki kapasitas untuk bertahan hidup dalam kondisi yang tidak cocok dengan membentuk sebuah jubah lendir.

8. Nauplius Copepoda

- Cope = dayung, Poda = kaki.
- Zooplankton yang paling banyak ditemukan di perairan dan memegang peranan penting dalam rantai makanan pada suatu ekosistem perairan.
- Pemakan tumbuhan terbesar di dunia.
- Tersebar pada seluruh benua di dunia, mudah beradaptasi, terdapat sekitar 14.000 spesies dan 210 family
- Kaya akan nutrisi, sumber protein terbesar di samudra.
- Banyak dimanfaatkan sebagai pakan alami untuk larva ikan.

Ciri umum:

- Planktonik, parasite, benthic.
- Ukuran sekitar 0,5 – 2 mm.
- Tergolong sebagai udang renik yang biasanya ada yang menyerang tubuh ikan bagian insang dan luar.
- Ada yang bersifat filter feeder dan predator.
- Kebanyakan kelompok Meroplankton
- Warna umum berwarna keabu-abuan dan kecoklatan.
- Hidup di air tawar, payau, dan laut.
- Hidup pada salinitas 25 sampai 35 ppt.
- Hidup pada suhu 17-30°C dan pH 8.

Ciri khusus :

- Copepoda jantan umumnya lebih kecil dibandingkan Copepoda betina.
- Tubuh bersegmen.
- Memiliki tubuh yang pendek dan silinder.
- Reproduksi menggunakan antena untuk menempel pada betina.

Anatomi Copepoda :

- Tubuhnya berbuku-buku.
- Memiliki ekor yang membulat.
- Memiliki antenna.
- Memiliki cadangan telur di bawah abdomennya.
- Memiliki cephalosome: perisai atas kepala dan beberapa segmen yang terhubung.

Habitat

- Habitat Laut

Meskipun copepoda dapat ditemukan hampir di mana-mana mana air tersedia sebagian besar lebih dari 12.000 spesies yang dikenal hidup di laut. Karena mereka adalah biomassa terbesar di lautan beberapa menyebut mereka serangga laut. Mereka berkeliaran bebas air, liang melalui sedimen di dasar laut, ditemukan pada flat pasang surut dan dalam parit laut dalam. Setidaknya sepertiga dari semua spesies hidup sebagai asosiasi, commensals atau parasit pada invertebrata dan ikan. Salah satu hotspot keanekaragaman spesies terumbu karang tropis di IndoPacific. Beberapa spesies karang adalah host untuk sampai dengan 8 spesies copepoda. Seperti flat pasang mangrove berkerumun dengan kehidupan copepoda .

Copepoda

Copepoda merupakan kelompok entomostracan dengan jumlah spesies terbesar, yaitu sekitar 8.400 spesies, sebagian besar hidup bebas dan sekitar 25% nya sebagai ektoparasit. Kebanyakan copepod terdapat di laut dan sebagian lagi di air tawar, baik sebagai plankton maupun fauna interstisial.

Manfaat Copepoda

Copepoda adalah kelompok zooplankton yang memegang peranan penting dalam rantai makanan pada suatu ekosistem perairan. Dalam industri pembenihan ikan laut dewasa ini, copepoda mulai banyak dimanfaatkan sebagai pakan alami untuk larva ikan. Copepoda cocok sebagai pakan larva ikan karena selain mempunyai nilai nutrisi yang tinggi juga karena ukuran tubuh yang bervariasi sehingga sesuai tingkat perkembangan larva ikan. Hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa copepoda dapat meningkatkan pertumbuhan larva ikan laut yang lebih cepat dibandingkan rotifer dan Artemia (Lavens dan Sorgelos, 1996)

Copepoda kaya akan protein, lemak, asam amino esensial yang dapat mempercepat pertumbuhan, meningkatkan daya tahan tubuh serta mencerahkan warna pada udang dan ikan. Keunggulan copepoda juga telah diakui oleh beberapa peneliti lain, karena kandungan DHA-nya yang tinggi, dapat menyokong perkembangan mata dan meningkatkan derajat kelulushidupan larva. Copepoda juga mempunyai kandungan lemak polar yang lebih tinggi dibandingkan dengan Artemia sehingga dapat menghasilkan pigmentasi yang lebih baik bagi larva ikan (Mcevoy dkk., 1998 dalam Umar, 2002).

Ciri-ciri Copepoda

Hewan terkuat di dunia copepoda hanya memiliki panjang 1 milimeter. Kesuksesan evolusi copepoda sangat terkait dengan kemampuan melarikan diri dari predator.

Copepoda merupakan krustacea yang sangat banyak dijumpai diantara fitoplankton dan pada tingkat tropik yang tinggi pada ekosistem. Copepoda dewasa berukuran antara 1 dan 5 mm. Tubuh copepoda berbentuk silindrikonal, dimana anterior lebih lebar. Bagian depan meliputi 2 bagian yakni cephalotoraks (kepala dengan toraks dan segmen toraks ke enam) dan abdomen yang lebih kecil dibandingkan cephalotoraks. Pada bagian kepala memiliki mata di bagian tengah dan antenna yang pada umumnya sangat panjang. Copepoda yang bersifat planktonik pada umumnya suspension feeders (Lavens dan Sorgeloos, 1996).

Siklus Hidup Copepoda jantan pada umumnya lebih kecil dibandingkan copepoda betina. Selama melakukan reproduksi atau kopulasi, organ jantan

berhubungan dengan betina dengan adanya peranan antenna, dan meletakkan spermatopora pada bukaan seminal, yang dilekatkan oleh lem semen khusus. Telur-telur umumnya lebih dekat ke bagian kantung telur. Telur-telur ditetaskan sebagai nauplii dan setelah melewati 5-6 fase nauplii (molting), larva akan menjadi copepodit. Setelah copepodit kelima, akan molting lagi menjadi lebih dewasa. Perkembangan ini membutuhkan waktu tidak kurang dari satu minggu hingga satu tahun, dan kehidupan copepoda berlangsung selama enam bulan sampai satu tahun (Lavens dan Sorgeloos, 1996). Dalam satu siklus hidup copepoda memerlukan waktu selama kurang lebih 6-7 hari (Anindiasuti dkk., 2002).

Apabila kondisi tidak memungkinkan untuk kelangsungan hidup, copepoda akan memproduksi cangkang atau telur dormant (istirahat) seperti halnya kista. Hal ini juga menyebabkan tingkat survival berlangsung dengan baik walaupun kondisi lingkungan tidak mendukung contohnya pada suhu dingin (Lavens dan Sorgeloos, 1996).

Cara Reproduksi

Reproduksi dan perkembangan Copepoda Dioecious. Betina mempunyai sebuah atau sepasang ovary dan sepasang seminal receptacle. Copepod jantan yang hidup bebas biasanya mempunyai sebuah testes dan membentuk spermatofora.

Pada waktu kopulasi, copepod jantan memegang yang betina dengan antenna pertama atau kaki renang keempat atau kelima yang berbentuk capit, dan melekatkan spermatofora pada betina pada pembuahan seminal receptacle. Sekali kopulasi dapat digunakan untuk membuahi 7 sampai 13 kelompok telur. Telur yang telah dibuahi dierami dalam sebuah atau sepasang kantung telur. Tiap kantung telur berisi antara 5 sampai 50 butir telur. Cyclops mengerami telur sampai selama 12 jam sampai 5 hari, maka kantung telur hancur dan keluarlah larva yang disebut nauplius. Kemudian copepod betina tersebut akan menghasilkan kantung baru dan kelompok telur baru. Stadia nauplius sebanyak 5 atau 6 instar, kemudian menjadi copepodidi sebanyak 5 instar, dan akhirnya menjadi dewasa. Copepod dewasa tidak mengalami pergantian kulit. Perkembangan dari telur sampai dewasa memakan waktu antara satu minggu

sampai satu tahun. Copepod hidup bebas berumur antara 6 bulan sampai satu tahun lebih. Untuk mempertahankan diri terhadap lingkungan buruk, beberapa caponoid dan harpacticoid air tawar menghasilkan telur dengan cangkang tipis dan telur dorman dengan cangkang tebal. Jenis air tawar yang lain, ada instar copepodid atau dewasa melakukan estivasi dengan membungkus diri dengan selubung organik yang keras dan menjadi siste. Selain untuk mempertahankan diri terhadap lingkungan buruk, telur dorman atau siste juga merupakan sarana penyebaran keturunan.

Copepod hidup bernafas dengan permukaan tubuh. Kelenjar makila merupakan alat ekskresi. Tidak ada jantung ataupun pembuluh darah. Darah beredar dalam hemocoel karena adanya gerakan otot, apendik saluran pencernaan. Hanya calanoid yang mempunyai jantung semacam kantung. Susunan syaraf terpusat, dan benang syaraf tidak melewati thorax. Copepoda yang hidup sebagai parasit lebih dari 1000 spesies. Kebanyakan sebagai ektoparasit, namun banyak juga sebagai endoparasit dalam tubuh polychaeta, usus leli laut, saluran pencernaan tunica dan kerang, bahkan pada crustacea lain. Endoparasit acapkali tidak mempunyai mulut, dan makanan diabsorpsi langsung dari inang.

Beberapa jenis copepoda telah dikembangkan untuk dibudidayakan khususnya di manca negara. Copepoda tersebut termasuk kelompok harpacticoid dan calanoid.

Perairan Indonesia kaya akan kehadiran berbagai jenis copepoda, memiliki peluang besar untuk memilih jenis pakan hidup yang unggul sebagai pakan alternatif atau pengganti *Artemia* yang saat ini harganya kian melambung. Menurut Sutomo (2003), copepoda laut jenis *Tigriopus brevicornis*, dapat hidup pada kisaran salinitas yang cukup luas yakni mulai dari 10 sampai 40 ppt, namun pada salinitas 10 ppt tidak didapatkan copepoda yang bertelur. Hasil penelitian lain menyatakan bahwa copepoda dapat dikultur di air laut dengan salinitas 25-30 ppt (Lavens dan Sorgeloos, 1996).

Menurut Anindiasuti dkk. (2002), untuk mengkultur copepoda pada skala laboratorium sebaiknya menggunakan air laut yang steril bersalinitas 25 ppt. Sementara itu copepoda di perairan umum dapat hidup pada salinitas antara 26,50 dan 35,67 ppt (Levinton, 1982 dalam Umar, 2002). Dengan demikian,

salinitas yang optimum untuk perkembangan copepoda laut belum diketahui secara pasti.

9. *Bacillaria sp.*

Ciri-ciri :

- Sel memanjang dan motil, meluncur satu sama lain ditumpuk di Koloni (biologi). Sel berbentuk segi empat dalam tampilan korset (saat berada di koloni), dan lanceolate dalam tampilan katup. Sistem raphe sedikit dilipat dan berjalan dari tiang ke tiang. Dua piring besar seperti kloroplas hadir, satu di dekat masing-masing ujung sel. Nucleus terletak di pusat. Sel berwarna kuning-coklat. Fibula sangat kuat, dan permukaan katup ditutupi dengan stretch mark paralel melintang.
- Ukuran : Panjang (sumbu apikal): 70 - 200 μm , lebar poros trans-apikal): 5 - 8 μm , tinggi sumbu Pervalvar: 5 - 10 μm , fibula: 7 - 9 dalam 10 μm , striae: 20 - 21 dalam 10 μm
- Habitat : daerah benthik, kelautan dan payau / air tawar, namun juga banyak ditemukan di Plankton.

5.4. Kualitas Air

Hasil pengukuran kualitas air selama penelitian diperoleh sebagai berikut :

Tabel 2. Pengukuran Parameter Kualitas Air

Parameter Kualitas Air	Udang Vanamie-Bandeng	Udang Windu-Bandeng
Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	29	24
pH	7	7
Kecerahan (cm)	56	40
DO (ppm)	3,24	3,01
Salinitas (‰)	5	5

Berdasarkan hasil penelitian Murachman dkk (2010) tentang Model Polikultur Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab), Ikan Bandeng (*Chanos-chanos* Forskal) dan Rumput Laut (*Gracillaria* Sp.) Secara Tradisional, bahwa Kualitas dan Kesuburan Sumber Air Untuk Tambak Polikultur Udang Windu, Ikan Bandeng dan Rumput Laut, bahwa suhu berkisar berkisar antara 31,9 °C - 34,4 °C rata-rata 32,97 °C ; salinitas berkisar antara 5,0 ‰ - 15,0 ‰ rata-rata 8,75 ‰; kecerahan (cm) berkisar antara 15,0 - 48,0 cm rata-rata 24,67 cm ; pH berkisar antara 7,25 - 7,4 rata-rata 7,29 ; oksigen terlarut berkisar antara 2,99 - 4,94 ppm rata-rata 3,57 ppm. Dari hasil pengukuran kualitas air selama penelitian menunjukkan bahwa kualitas air pada budidaya polikultur di tambak berada pada kisaran yang layak untuk budidaya polikultur di tambak.

VI. SIMPULAN DAN SARAN

6.1. Simpulan

1. Berdasarkan hasil identifikasi plankton di laboratorium Jurusan Perikanan Fakultas Pertanian diperoleh hasil sebagai berikut :
 - c) Fitoplankton dari Kelas :
 - Zygnematophyceae adalah *Closterium* sp.
 - Bacillariophyceae adalah *Navicula* sp. , *Thalassionema* sp. , *Bacillaria* sp.
 - Cyanophyceae adalah *Merismopedia* sp., *Oscillatoria* sp.
 - d) Zooplankton dari Kelas :
 - Maxilopoda adalah *Balanus crenatus*, *Cyclops* sp. dan Nauplius Copepoda
2. Biodiversitas plankton meliputi fitoplankton dan zooplankton :
 - c) Fitoplankton terdiri dari : *Closterium* sp., *Navicula* sp. , *Thalassionema* sp. , *Bacillaria* sp., *Merismopedia* sp., *Oscillatoria* sp.
 - d) Zooplankton terdiri dari : *Balanus crenatus*, *Cyclops* sp., Nauplius Copepoda
3. Secara umum kelimpahan plankton berkisar antara $5,4 \times 10^6$ sampai dengan $534,8 \times 10^6$
4. Parameter kualitas air : suhu berkisar antara $24^{\circ}\text{C} - 29^{\circ}\text{C}$, pH = 7, kecerahan berkisar antara 40 – 56 cm, DO berkisar antara 3,01- 3,24 ppm, salinitas 5 ‰

6.2. Saran

- Perlu penelitian lanjutan untuk penambahan komoditas polikultur berupa rumput laut yang nantinya akan memberi kontribusi dalam penambahan oksigen terlarut sehingga kualitas air akan semakin baik.
- Luas lahan perlu mendapat perhatian berkaitan dengan komoditas yang dibudidayakan sehingga kualitas air akan semakin baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Anindiastuti, Kadek Ari W. & Supriya, 2002. Budidaya Massal Zooplankton. dalam Budidaya Fitoplankton dan Zooplankton. Balai Budidaya Laut Lampung, Dirjen Perikanan Budidaya. Dep. Kelautan dan Perikanan. Seri Budidaya Laut 9 : 78-96.
- Arinardi, O. H. 1997. *Status Pengetahuan Plankton di Indonesia. Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*. Puslitbang-LIPI. Jakarta.
- Birsyam, Inge. 1992. *Botani Tumbuhan rendah*. FMIPA ITB: Bandung.
- Craft and Reynold. 1942. *Weed Control* First Edition. Mc Graw Hill Book Company Inc: New York.
- Davis, 1955. *The Marine And Fresh Water Plankton*. Michigan State University Press. United State Of America.
- Dr Adi Teruna Effendi, SpPD dkk. 2009. *Growth Factor (CGF-40) mampu mempercepat kesembuhan penderita demam berdarah dengue (DBD)*. ANTARA News: Bogor.
- Dr. Paul Tse A.H.C.M., C.E.T., C.T., R.Ac. 2000. *The Detoxification, Immunostimulation And Healing Properties Of Chlorella*. World Convention of Traditional Medicine & Acupuncture: Singapore.
- Ehlers, V. N. and EW Steel. 1979. *Municipal and Rural Sanitation* Sixth Edition. Mc Graw-Hill Publishing Company Ltd: New Delhi.
- EMDI. 1994. *Limbah Cair Berbagai Industri di Indonesia*. Kerjasama dengan BAPEDAL: Jakarta.
- Harun Rasyid. 2002. *Pengaruh Pemberian Unsur Mikro Cu dan Macam Media Terhadap Kadar Protein dan Biomassa pada Mikroalgae Anabaena azollae*. Departemen Argonomy. Bandung.
- Hutabarat, S. dan S.M, Evans, 1985. *Pengantar Oseanografi*. Universitas Indonesia Press Jakarta.
- Indun Kistinnah, dkk. 2009. *Biologi Makhluk Hidup dan Lingkungannya SMA X*. BSE: Jakarta.
- Kataraman V. 1969. *The Cultivation of Algae*. Indiana Council of Agriculture Resources: India

- Lavens P, P Sorgeloos. 1996. Manual on the production and use of live food for
- Mara D..1976. *Sewerage Treatment in Hot Climate*. John Wiley and Sons: New York.
- Nontji, Anugrah. 2005. *Laut Nusantara Djembatan*. Jakarta.
- Nurmanali. 2011. <http://nurmanali.blogspot.com/2011/11/meroplankton-dan-zooplankton.html>. diakses pada tanggal 23 Oktober 2011. Makassar
- Nybakken, J. W. 1988. *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologi*. Gramedia . Jakarta
- Raymont, J. E. E. 1983. *Plankton and Productivity in the Ocean*. 2nd edition. Pergamon Press, Oxford. 770 pp.
- Round F.. 1973. *Bio The logy of The Algae* Second Edition. Edward Arnold, Ltd: London.
- Sugiharto. 1987. *Dasar-dasar Pengolahan Air Limbah*. Universitas Indonesia: Jakarta.
- Sutomo. 2003. Pengaruh Salinitas dan Jenis Mikroalga (*Chaetoceros gracilis* dan *Nannochloropsis oculata*) Terhadap Perkembangan Naupli dan Pertumbuhan Copepoda (*Tigriopus brevicornis*)
- Umar, C. 2003. Struktur Komunitas dan Kelimpahan Fitoplankton dalam Kaitannya dengan Kandungan Unsur Hara (Nitrogen dan Fosfor) dari Budidaya Ikan dalam Keramba Jaring Apung di Waduk Ir. H. Juanda Jatiluhur Jawa Barat. Tesis. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor. 94 p
- Wikipedia. 2011. <http://id.wikipedia.org/wiki/Fitoplankton>. diakses pada tanggal 23 Oktober 2011. Makassar.
- Yulianto, Suroso Adi. 1992. *Pengantar Cryptogamae*. Tarsito: Bandung.

Lampiran 1 . Gambar EM-4



Lampiran 2 . Gambar Raja Bandeng



Lampiran 3 . Perairan Berwarna Hijau



Lampiran 4 . Perairan Berwarna Hijau Tua

