

**ANALISIS DIATOM EPIPELIC
SEBAGAI INDIKATOR KUALITAS LINGKUNGAN TAMBAK
UNTUK BUDIDAYA UDANG**

TESIS

Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Guna Mencapai Derajat Magister (S-2)

Program Studi Magister Manajemen Sumberdaya Pantai



Oleh :

Supono
K4A006018

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2008**

**ANALISIS DIATOM EPIPELIC
SEBAGAI INDIKATOR KUALITAS LINGKUNGAN TANPAK
UNTUK BUDIDAYA UDANG**

Nama Penulis : SUPONO
NIM : K4A006018

Tesis telah disetujui
Tanggal :

Pembimbing I,

Pembimbing II,

(Dr. Ign. Boedi Hendarto, M.Sc.)

(Dr. Ir. Subandiyono, M.App.Sc.)

Ketua Program Studi,

(Prof. Dr. Ir. Sutrisno Anggoro, M.S.)

**ANALISIS DIATOM EPIPELIC
SEBAGAI INDIKATOR KUALITAS LINGKUNGAN TAMBAK
UNTUK BUDIDAYA UDANG**

Dipersiapkan dan disusun oleh :

SUPONO
K4A006018

Tesis telah dipertahankan di depan Tim Penguji
Tanggal : 26 September 2008

Ketua Tim Penguji,

Anggota Tim Penguji I,

(Dr. Ign. Boedi Hendarto, M.Sc.)

(Prof. Dr. Ir. Sutrisno Anggoro, M.S.)

Sekretaris Tim Penguji,

Anggota Tim Penguji II,

(Dr. Ir. Subandiyono, M.App.Sc.)

(Dr. Ir. Sri Hastuti, M.Si.)

Ketua Program Studi,

(Prof. Dr. Ir. Sutrisno Anggoro, M.S.)

**PERNYATAAN
KEASLIAN KARYA ILMIAH**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Supono

NIM : K4A006018

Progdi : Manajemen Sumberdaya Pantai, UNDIP

menyatakan bahwa tesis yang berjudul “ Analisis Diatom Epipellic sebagai Indikator Kualitas Lingkungan Tambak untuk Budidaya Udang” ini benar-benar merupakan hasil penelitian dan karya saya sendiri dan belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana atau magister dari Universitas Diponegoro maupun perguruan tinggi lainnya.

Semua informasi yang dimuat dalam karya ilmiah ini yang berasal dari karya ilmiah orang lain, telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama dan sumber secara benar dan semua isi dari tesis ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sendiri sebagai penulis.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Semarang, 10 September 2008

Penulis,

Supono

ANALISIS DIATOM EPIPELIC SEBAGAI INDIKATOR KUALITAS LINGKUNGAN TAMBAK UNTUK BUDIDAYA UDANG

Supono¹, Boedi Hendrarto², dan Subandiyono³

ABSTRAK

Manajemen kualitas air dan dasar tambak mempunyai peran yang sangat penting pada keberhasilan budidaya udang. Diatom epipellic merupakan salah satu *microalgae* yang banyak ditemui di sedimen tambak dan keberadaannya dipengaruhi oleh kualitas air maupun sedimen. Karena hidup di dasar tambak, jenis dan kelimpahannya sangat dipengaruhi kondisi dasar perairan. Pengembangan studi tentang diatom epipellic sebagai indikator kualitas air dan kesuburan suatu ekosistem budidaya masih terbatas jika dibandingkan dengan plankton.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kemungkinan pemanfaatan diatom epipellic sebagai indikator kualitas lingkungan tambak untuk budidaya udang, yaitu dengan cara : (1) menganalisis keberadaan diatom epipellic yang ada di tambak budidaya udang dan (2) menganalisis hubungan antara berbagai parameter kualitas air dan kualitas sedimen dengan kelimpahan dan keragaman diatom epipellic pada tambak udang.

Penelitian ini merupakan penelitian eksploratif untuk mempelajari struktur diatom epipellic yang ada di tambak udang. Pengumpulan data dilakukan terhadap 12 unit tambak udang pada masa persiapan air (pratebar) dengan letak tambak yang berbeda dari pintu masuk air. Pengumpulan data epipellic algae dilakukan dengan metode *lens tissue trapping*. Selain diatom epipellic, data yang dikumpulkan antara lain kualitas air dan kualitas sedimen tambak.

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa diatom epipellic di lokasi tambak budidaya udang didominasi oleh *Nitzschia* dan *Pleurosigma*. Diatom epipellic dapat dijadikan indikator kualitas lingkungan tambak untuk budidaya udang. Hal ini dapat dilihat dari hubungan diatom epipellic dengan kualitas air dan sedimen. Keragaman diatom epipellic dipengaruhi oleh alkalinitas ($r_s = 0,75$), TOM ($r_s = 0,71$), dan nitrat ($r_s = 0,66$), sedangkan kualitas sedimen yang berpengaruh terhadap keragaman diatom epipellic antara lain : KPK tanah ($r_s = 0,72$), kandungan liat ($r_s = 0,65$), dan kandungan bahan organik ($r_s = 0,62$).

Kata-kata Kunci : Diatom Epipellic, tambak udang, kualitas air, kualitas sedimen

**ANALYSIS OF EPIPELIC DIATOM AS INDICATOR
OF BRACKISH WATER POND ENVIRONMENT QUALITY
FOR SHRIMP CULTURE**

Supono¹, Boedi Hendarto², and Subandiyono³

ABSTRACT

Water quality and pond bottom management play an important role in the success of shrimp culture. Epipellic diatom is one of benthic microalgae that can be excessively found in the brackish water pond sediment and its existence are influenced by water quality and type of sediment. Due to living at the bottom of pond, the species type and abundance are extremely affected by the condition of pond bottom water. Study on the development of epipellic diatom as an indicator of water quality and of productivity certain ecosystem is still limited compared to the study of plankton. The use of epipellic diatom to support the quality analysis of the brackish water pond area may highly helpful especially for demersal-lived species cultivation just like shrimp.

The aim of this research was to evaluate the possibility of using epipellic diatom as an indicator of the brackish water pond environment quality for shrimp culture, there were by : (1) analyzing the presence of epipellic diatom in the shrimp culture pond, and (2) analyzing the relation between various parameters of water and sediment quality with the abundance and epipellic diatom diversity in the shrimp pond.

This research was an explorative one to study about epipellic diatom structure that present in the shrimp pond. Data collection was done in 12 shrimp pond units during water preparation period (pre-spreading) with the different locations of each pond from the watergate. The data collection of epipellic diatom was done by using lens tissue trapping method. In addition to epipellic diatom, other collected data was water and sediment quality.

From the research results showed that epipellic diatom in the location of the brackish water pond were dominated by *Nitzschia* and *Pleurosigma*. Epipellic diatom could be an indicator of brackish water pond environment quality, because of relation among them. Epipellic diatom diversity was influenced by alkalinity ($r_s = 0.75$), TOM ($r_s = 0.71$), and nitrate ($r_s = 0.66$), meanwhile sediment quality parameter influential on epipellic diatom diversity were among others: cation exchange capacity ($r_s = 0.72$), clay content ($r_s = 0.65$), and organic matter content ($r_s = 0.62$).

Keywords: Epipellic diatom, brackish water pond, water quality, sediment quality, shrimp culture

¹ Student of MSDP UNDIP

² Pembimbing I

³ Pembimbing II

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat dan anugerah-Nya, yang telah memberikan kesempatan dan kemudahan sehingga penulis mampu menyusun makalah tesis dengan judul “Analisis Diatom Epipelic sebagai Indikator Kualitas Lingkungan Tambak untuk Budidaya Udang”, sebagai salah satu syarat untuk memperoleh derajat magister (strata 2) pada program studi Manajemen Sumberdaya Pantai, Pascasarjana Universitas Diponegoro, Semarang.

Dalam penyusunan proposal penelitian ini, tentunya penulis tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada Dr. Ign. Boedi Hendrarto, M.Sc. dan Dr. Ir. Subandiyono, M. App.Sc. sebagai dosen pembimbing I dan II atas segala dukungan, saran, dan pengarahannya selama penyusunan tesis ini. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada Bp. Achmad Wahyudi selaku pimpinan PT. CP. Bahari dan stafnya yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian serta semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan tesis ini.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih banyak kekurangannya, untuk itu penulis mangharapkan kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan laporan ini. Akhirnya, semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca.

Semarang, Agustus 2008

Penulis

DAFTAR ISI

Judul	i
Kata Pengantar	ii
Daftar Isi	iii
Daftar Tabel	vi
Daftar Gambar	vii
Daftar Lampiran	viii

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Permasalahan	3
1.3. Alur Pendekatan Masalah Penelitian.....	4
1.4. Tujuan Penelitian	6
1.5. Hipotesis	6
1.6. Manfaat Penelitian.....	6

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Algae Epipellic	7
2.2. Diatom	8
2.3 Benthic Diatom sebagai Indikator Kualitas Air	10
2.4. Kualitas Air	12
2.4.1. Faktor fisika.....	12
2.4.2. Faktor kimia.....	16
2.5. Sedimen	22
2.5.1. Oxidized layer	23
2.5.2 Bahan organik.....	24

2.5.3. Nutrien.....	25
---------------------	----

III. METODA PENELITIAN

3.1. Tipe Penelitian.....	27
3.2. Ruang Lingkup Penelitian.....	27
3.3. Variabel Penelitian.....	27
3.4. Lokasi Pengambilan Sampel.....	28
3.5. Jenis dan Sumber Data.....	29
3.5.1. Data Primer.....	29
3.5.2. Data Sekunder.....	30
3.6. Teknik Pengumpulan Data.....	30
3.6.1. Diatom Epipellic.....	30
3.6.2. Sedimen.....	31
3.6.3. Fisika Air.....	32
3.6.4. Kimia Air.....	33
3.6.5. Biologi Air.....	35
3.7. Teknik Analisis Data.....	38
3.8. Waktu dan Tempat Penelitian.....	38

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Diatom Epipellic.....	39
4.1.1. Kelimpahan Diatom Epipellic.....	39
4.1.2. Indeks Keragaman dan Keseragaman.....	43
4.1.3. True Diversities.....	44
4.1.3. Indeks Nygaard.....	46
4.2. Kualitas Air.....	48
4.2.1. Parameter Fisika Air.....	48
4.2.2. Parameter Kimia Air.....	50

4.2.3. Parameter Biologi Air	53
4.3. Kualitas Sedimen	55
4.3.1. Klorofil Sedimen	56
4.3.2. Bahan Organik	56
4.3.3. Kapasitas Pertukaran Ion dan Tekstur Tanah	57
4.4. Analisis Hubungan antara Diatom Epipelagic dengan Kualitas Air dan Sedimen	58
4.5. Analisis Cluster	60
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan.....	64
5.1.1. Kesimpulan Umum.....	64
5.1.2. Kesimpulan Khusus.....	64
5.2. Saran	65
DAFTAR PUSTAKA	66
LAMPIRAN	71
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	95

DAFTAR TABEL

No.	Keterangan	Hal
1.	Data Kelimpahan Diatom Epipellic Tambak-Tambak Penelitian ...	40
2.	True Diversities Diatom Epipellic Tambak-Tambak Penelitian	45
3.	Indeks Nygaard Diatom Epipellic Tambak-Tambak Penelitian	47
4.	Data Kualitas Fisika Air Tambak-Tambak Penelitian	49
5.	Data Kualitas Kimia Air Tambak-Tambak Penelitian	51
6.	Data Kualitas Biologi Air Tambak-Tambak Penelitian	54
7.	Data Kualitas Sedimen Tambak-Tambak Penelitian	56
8.	Klasifikasi Kandungan Bahan Organik Tanah	57
9.	Kualitas Air pada Tambak dengan Nilai Keragaman dan True Diversities Terbaik	63
10.	Kualitas Sedimen pada Tambak dengan Nilai Keragaman dan True Diversities Terburuk	63

DAFTAR GAMBAR

No.	Keterangan	Hal
1.	Diagram Pendekatan Masalah Penelitian	5
2.	Denah Lokasi Pengambilan Sampel	29
3.	Komposisi Ordo Diatom Epipellic	41
4.	Kelimpahan Genus Diatom Epipellic	42
5.	Kelimpahan Total Spesies Diatom Epipellic	43
6.	Indeks Keragaman dan Keseragaman Diatom Epipellic pada Tambak-Tambak Penelitian	44
7.	Pengelompokan Tambak Berdasarkan Indeks Nygaard	48
8.	Dendogram Diatom Epipellic (a), Kualitas Air (b), dan Sedimen	62

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Keterangan	Hal
1.	Data dan Analisis Keragaman Diatom Epipellic	72
2.	Data Jenis dan Kelimpahan Fitoplankton	79
3.	Analisis tekstur Tanah Dasar Tambak	80
4.	Analisis Korelasi Spearman Alkalinitas dengan Keragaman Diatom Epipellic	81
5.	Analisis Korelasi Spearman Total Organic Matter dengan Keragaman Diatom Epipellic	82
6.	Analisis Korelasi Spearman Kandungan Nitrat dengan Keragaman Diatom Epipellic	83
7.	Analisis Korelasi Spearman KPK Tanah dengan Keragaman Diatom Epipellic	84
8.	Analisis Korelasi Spearman Kandungan Liat Tanah dengan Keragaman Diatom Epipellic	85
9.	Analisis Korelasi Spearman Bahan Organik Tanah dengan Keragaman Diatom Epipellic	86
10.	Analisis Cluster Tambak Berdasarkan Diatom Epipellic	87
11.	Analisis Cluster Tambak Berdasarkan Kualitas Air	88
12.	Analisis Cluster Tambak Berdasarkan Kualitas Sedimen	89
13.	Pengelompokan Tambak Berdasarkan Analisis Cluster	90
14.	Gambar-Gambar Diatom Epipellic	91
15.	Foto-Foto Kegiatan Penelitian di Lapangan	94

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Manajemen kualitas air mempunyai peran yang sangat penting pada keberhasilan budidaya udang. Air, sebagai media hidup udang, berpengaruh langsung terhadap kesehatan dan pertumbuhannya. Kualitas air menentukan keberadaan berbagai jenis organisme yang ada dalam ekosistem tambak, baik terhadap kultivan yang dibudidayakan maupun biota lainnya sebagai penyusun ekosistem tambak tersebut. Kualitas air yang jauh dari nilai optimal dapat menyebabkan kegagalan budidaya, sebaliknya kualitas air yang optimal dapat mendukung pertumbuhan dan kelulushidupan udang.

Kriteria penentuan kualitas air terus mengalami perkembangan. Sebelum abad ke 20, penentuan kriteria kualitas air hanya berdasarkan pada hasil analisis fisika-kimia air. Pada awal abad ke 20 para ahli mulai melakukan penelitian dan studi tentang biota perairan, baik mengenai individu maupun struktur komunitas (Basmi, 2000). Pengukuran secara kualitatif maupun kuantitatif atas biota yang menghuni suatu perairan dapat menjelaskan kondisi kualitas air perairan tersebut. Hal ini dikarenakan faktor fisika-kimia air berpengaruh langsung terhadap kehidupan biota yang ada di dalamnya.

Salah satu jenis biota yang sering digunakan untuk keperluan analisis kualitas air adalah plankton, yang terdiri dari dua kelompok, yaitu fitoplankton

dan zooplankton. Fitoplankton merupakan *microalgae* yang hidup bebas di kolom air (*free living algae*) dan berfungsi sebagai sumber oksigen terlarut, pakan alami, serta *shading*. Fitoplankton merupakan produsen primer di perairan karena kemampuannya melakukan proses fotosintesis yang menghasilkan bahan organik dan oksigen (Ghosal *et al.*, 2000). Pemanfaatan plankton sebagai indikator kualitas air telah mengalami perkembangan yang pesat, baik dari metode pengambilan sampling maupun analisis data. Karena hidup di kolom air, plankton hanya dapat menggambarkan kondisi kualitas air di zona tersebut yang merupakan habitat ikan pada umumnya.

Namun demikian, untuk kultivan yang sering berada di dasar tambak, misalnya udang, hasil analisis plankton tidak dapat menggambarkan kondisi kolom air dekat dasar dan sedimen tambak secara akurat. Dengan demikian, analisis terhadap biota yang hidup di dasar tambak kemungkinan lebih tepat digunakan untuk menjelaskan fenomena kualitas air yang berada dekat dasar tambak. Salah satu jenis biota yang banyak ditemui di sedimen atau dasar perairan adalah diatom epipellic. Diatom epipellic adalah *microalgae* yang hidup pada dan di dalam substrat yang jenis dan kelimpahannya sangat dipengaruhi oleh kualitas air dan kondisi sedimen (Barbour *et al.*, 1999). Berbeda dengan plankton, diatom epipellic hidup menempel di permukaan dan di dalam sedimen dasar perairan. Karena hidup di dasar tambak, jenis dan kelimpahannya sangat dipengaruhi kondisi dasar perairan (Latt, 2002).

Diatom epipellic merupakan *microalgae* dari klas diatom yang sangat sensitif terhadap perubahan kualitas air. Diatom dapat digunakan untuk menduga kualitas air pada semua jenis ekosistem perairan (Harding *at al.*, 2005). Diatom Epipellic berperan penting sebagai sumber makanan bagi *meiofaunal* dan *microfaunal grazer* pada ekosistem dangkal dengan produktivitas yang sangat tinggi (Gould dan Gallagher, 1990). Diatom Epipellic hidup menempel pada beberapa tipe sedimen dan melakukan migrasi secara vertikal di dalam sedimen karena bersifat fototaksis positif. Berdasarkan pada penelitian Eyre dan Ferguson (2002) di beberapa lagoon di Australia ditemukan khlorofil-a pada lapisan atas sedimen, yaitu hingga kedalaman 2 mm pada semua jenis sedimen. Hal ini mengindikasikan adanya benthic *microalgae* pada lapisan tersebut.

Pengembangan studi tentang diatom epipellic sebagai indikator kualitas air dan kesuburan ekosistem budidaya masih terbatas jika dibandingkan dengan plankton. Pemanfaatan diatom epipellic untuk mendukung analisis produktivitas tambak sangat membantu terutama untuk budidaya spesies yang hidup demersal seperti udang. Untuk itu, perlu adanya penelitian mengenai diatom epipellic sebagai indikator kualitas lingkungan tambak untuk budidaya udang.

1.2. Permasalahan

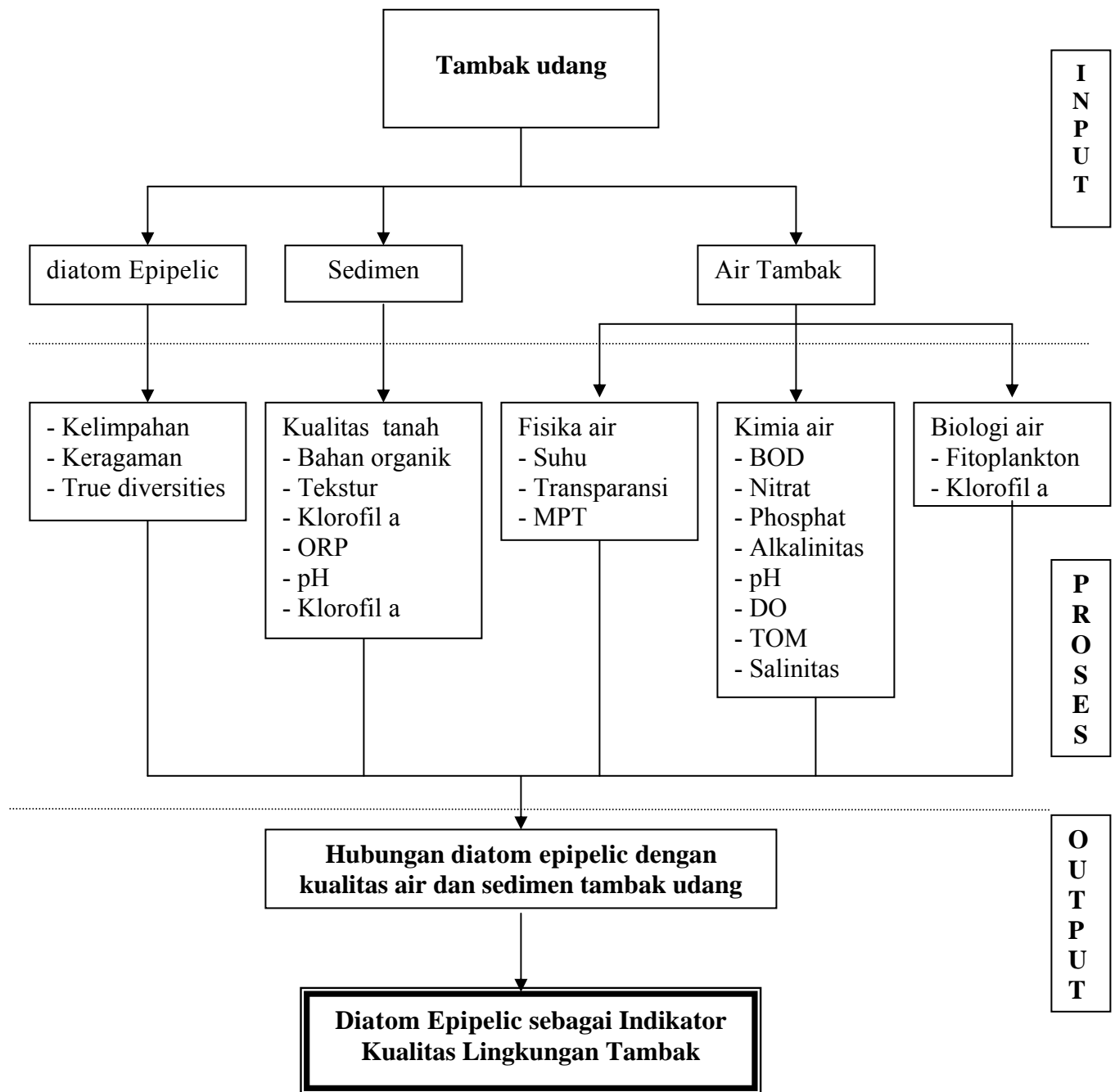
Udang, sebagai hewan demersal, sangat dipengaruhi oleh kondisi dasar tambak, baik dari komponen abiotik maupun biotik sebagai penyusun ekosistem

tambak. Akan tetapi, manajemen dasar tambak masih kurang mendapatkan perhatian dibandingkan dengan manajemen kualitas air. Banyak bukti yang menunjukkan bahwa adanya hubungan yang sangat erat antara fenomena yang terjadi di dasar tambak dengan kualitas air (Boyd *et al.*, 2002). Salah satu fenomena yang penting di dasar tambak adalah keberadaan diatom epipellic. Keberadaan diatom epipellic di tambak udang sangat dipengaruhi oleh kondisi kualitas air dan sedimen tambak. Namun sampai saat ini, diatom epipellic belum dimanfaatkan sebagai indikator kualitas lingkungan tambak udang. Hal ini disebabkan karena informasi tentang jenis dan kelimpahan diatom epipellic di tambak udang masih terbatas. Permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah kemungkinan memanfaatkan diatom epipellic sebagai indikator kualitas lingkungan tambak untuk budidaya udang dengan melihat : (1) bagaimana struktur diatom epipellic yang ada di tambak budidaya udang, dan (2) bagaimana hubungan antara berbagai parameter kualitas air dan kualitas sedimen dengan jenis, kelimpahan, dan keragaman diatom epipellic pada tambak udang

1.3. Alur Pendekatan Masalah Penelitian

Lingkungan tambak terdiri dari air dan sedimen sebagai media hidup biota yang dibudidayakan. Diatom epipellic hidup di dalam dan permukaan sedimen sehingga berinteraksi langsung dengan air dasar dan sedimen tambak. Diatom epipellic diduga dipengaruhi oleh kualitas air dan sedimen yang ada dalam

tambak. Karena keberadaan diatom epipellic dipengaruhi oleh kondisi kualitas air dan sedimen tambak, maka diatom epipellic kemungkinan dapat dijadikan indikator parameter kualitas lingkungan suatu tambak. Alur pendekatan masalah penelitian ini dapat dijelaskan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alur Pendekatan Masalah

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji kemungkinan pemanfaatan diatom epipellic sebagai indikator kualitas lingkungan tambak untuk budidaya udang, melalui pengamatan terhadap :

1. Keberadaan diatom epipellic yang ada di tambak budidaya udang
2. Hubungan antara berbagai parameter kualitas air dan kualitas sedimen dengan kelimpahan, dan keragaman diatom epipellic di tambak udang

1.5. Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah :

1. Diduga, ada hubungan yang erat antara kelimpahan dan keragaman diatom epipellic dengan kualitas air dan sedimen tambak untuk budidaya udang.
2. Diduga, diatom epipellic dapat dijadikan sebagai indikator kualitas lingkungan tambak untuk budidaya udang

1.6. Manfaat Penelitian

Berdasarkan pada berbagai informasi yang ditemukan peneliti, diharapkan dapat digunakan sebagai dasar penentuan kualitas lingkungan tambak dan pengelolaannya untuk budidaya udang terutama untuk menentukan tingkat kesuburan tambak sebelum penebaran benih udang..

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Algae Epipellic

Benthic algae merupakan produsen primer dan penyusun utama rantai makanan ekosistem akuatik. Keberadaannya sangat penting sebagai sumber makanan bagi *meiofaunal* dan *microfaunal grazer* pada ekosistem dangkal (Gould dan Gallagher, 1990). Produktivitas primer benthic alge mencapai 143 gr C/m²/tahun (Warwict et al, 1979 dalam Gould dan Gallagher, 1990). Sedangkan menurut Pomeroy (1959), produktivitasnya mencapai 200 gr C/m²/tahun. Penelitian oleh Liboriussen dan Jeppensen (2003) pada beberapa danau menunjukkan bahwa produktivitas primer *benthic algae* pada danau yang keruh dan jernih mencapai 190 gr C/m²/tahun dan 141 gr C/m²/tahun.

Berbeda dengan plankton (*free living algae*), benthic algae (*attached algae*) merupakan *micro algae* yang hidup menempel pada substrat. Berdasarkan substrat yang ditempeli, *benthic algae* dibagi tiga kelompok, yaitu *epipellic algae* (menempel pada sedimen), *epiphytic algae* (menempel pada tanaman), dan *epilithic algae* (menempel pada batuan).

Keberadaan *epipellic algae* dipengaruhi oleh beberapa faktor yang ada dalam ekosistem perairan. Studi di lapangan yang dilakukan menunjukkan bahwa biomasanya dipengaruhi oleh nutrien (C:N:P ratio), *grazing*, cahaya, dan temperatur (Kahlert, 2001). Menurut Lysakova *et al.* (2007), *epipellic algae*

menyebar di sedimen yang masih terkena cahaya matahari. *Epipellic algae* juga sangat dipengaruhi oleh perubahan fisika dan kimia air yang berubah secara harian maupun musiman. Perubahan kualitas air ini akan mempengaruhi keberadaan *epipellic algae* baik biomasa maupun diversitasnya (Watanabe *et al.*, 2000). Sedangkan menurut Winter dan Duthie (2000), *epipellic algae* dipengaruhi oleh alkalinitas, *biological oxigen demand*, *suspended solid*, dan fosfat.

2.2. Diatom

Diatom termasuk dalam algae klas Bacillariophyceae dengan penyusun utama dinding sel dari silica. Disebut diatom karena selnya terdiri dari dua valva (dua atom), dimana yang satu menutupi yang lainnya seperti layaknya kaleng pastiles (Basmi, 1999). Diatom umumnya uniseluler (soliter), namun pada beberapa spesies ada yang hidup berkoloni dan saling bergandengan satu sama lainnya. Diatom dibagi menjadi dua ordo berdasarkan bentuknya, yaitu *Centrales* dan *Pennales*. Ordo *Centrales* bila dilihat dari atas atau bawah berbentuk radial simetris dan lingkaran, sedangkan Ordo *Pennales* valvanya berbentuk memanjang. Karena dinding sel diatom terbentuk dari silikat, apabila mati dinding sel tersebut masih utuh dan mengendap di dasar perairan sebagai sedimen.

Diatom sangat berguna dalam studi lingkungan karena distribusi spesiesnya dipengaruhi oleh kualitas air (Taylor *et al.* 2007) dan kandungan

nutrien serta keberadaannya sangat melimpah di sedimen perairan seperti di laut, estuari, danau, kolam, maupun sungai, demikian juga dengan fosil diatom yang dapat digunakan sebagai indikator kesuburan suatu perairan (Dixit *et al.* In Kelly, 1997). Penggunaan diatom sebagai indikator kualitas perairan lebih baik dibandingkan dengan indeks saprobitas karena diatom lebih sensitif terutama yang berkaitan dengan parameter konduktivitas, dan kandungan organik (Almeida, 2001).

Berdasarkan tempat hidupnya, diatom dibagi dua, yaitu *planktic diatom* dan *benthic diatom*. *Planktic diatom* hidup di kolom air dan sangat dipengaruhi oleh arus air, sedangkan *benthic diatom* hidup menempel pada substrat tertentu. Dinding sel *benthic diatom* lebih tebal (berat) dibanding *planktic diatom* (Basmi, 199). Sebagian besar *planktic diatom* didominasi oleh ordo *Centrales*, sedangkan ordo *Pennales* mendominasi *benthic algae*. Berdasarkan substrat yang ditempeli, *benthic diatom* dibagi menjadi :

1. *Epiphytic*, yaitu *benthic diatom* yang hidup menempel pada tanaman lain
2. *Epipsammic*: yaitu *benthic diatom* yang hidup menempel pada pasir
3. *Epipellic*: yaitu *benthic diatom* yang hidup menempel pada sedimen
4. *Endopelic*: yaitu *benthic diatom* yang hidup menempel dalam sedimen
5. *Epilithic*: yaitu *benthic diatom* yang hidup menempel pada permukaan batu
6. *Epizoic*: yaitu *benthic diatom* yang hidup menempel pada hewan

7. *Fouling*: yaitu benthic diatom yang hidup menempel pada obyek yang ditempatkan dalam air.

2.3. Benthic diatom sebagai indikator kualitas air

Indikator kualitas air yang biasa digunakan untuk menilai kelayakan untuk budidaya biasanya didasarkan pada faktor fisika dan kimia air pada kolom air. Faktor fisika air yang diamati antara lain suhu, kecerahan, dan partikel tersuspensi, sedangkan faktor kimia antara lain *biological oxygen demand* (BOD), *chemical oxygen demand* (COD), *dissolved oxygen* (DO), alkalinitas, bahan organik, amonia, fosfat, dan lain-lainnya.

Indikator kualitas air yang mulai banyak dikembangkan sekarang ini adalah indikator secara biologi, yaitu pengamatan terhadap organisme yang hidup dalam suatu perairan (Basmi, 2000). Selanjutnya dikatakan bahwa indikator ini sangat penting karena parameter fisika dan kimia air mempengaruhi keberadaan organisme yang hidup di perairan tersebut. Indikator biologi yang sekarang digunakan antara lain organisme *macrobenthic* dan plankton. Namun demikian, penggunaan biota tersebut sebagai indikator kualitas air mempunyai beberapa kelemahan. Organisme *macrobenthic* hanya hidup pada substrat tertentu sedangkan plankton hanya hidup di kolom air (Reynolds, 1990). Indeks keragaman *macrobenthic* dan plankton hanya mencerminkan perubahan struktur komunitas pada saat mengalami gangguan (*stress period*) dan tidak dapat membedakan antara ekosistem yang terganggu dengan ekosistem yang sehat.

Penggunaan diatom yang hidup di dasar perairan atau sedimen (*benthic diatom*) diduga sangat tepat karena dapat mengatasi kelemahan-kelemahan yang ada pada organisme macrobenthic dan plankton. Benthic diatom yang hidup menempel pada sedimen, mempunyai beberapa kelebihan antara lain : jenis algae yang kelimpahannya paling banyak dan tersebar luas, berperan penting dalam rantai makanan, siklus hidup sederhana, beberapa spesies sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan sehingga dapat menggambarkan perubahan lingkungan dalam periode yang pendek dan jangka panjang, serta mudah pengambilan sampel dan identifikasinya (Round, 1993; Stevenson, 2002). Menurut Sukran *et al.* (2006), keberadaannya dipengaruhi oleh faktor fisika dan kimia air. Struktur komunitas dan kelimpahan benthic diatom sangat penting dalam menentukan status ekologis perairan (Picinska, 2007). Sedangkan menurut Hendrarto (1994), struktur komunitas benthic diatom di daerah mangrove sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan, terutama ketersediaan air dan zonasi dari vegetasi mangrove. Kelebihan lain penggunaan organisme yang menempel (*attaching organism*) dibandingkan dengan plankton (*planktonic community*) adalah distribusinya tidak mudah terpengaruh oleh arus (Almeida, 2001).

2.4. Kualitas Air

Kualitas air dalam budidaya perairan meliputi faktor fisika, kimia dan biologi air yang dapat mempengaruhi produksi budidaya perairan (Boyd, 1990). Udang sangat peka terhadap perubahan kualitas air. Kualitas air yang buruk dapat mengakibatkan rendahnya tingkat kelangsungan hidup (*survival rate*), pertumbuhan dan reproduksi udang. Sebagian besar manajemen kualitas air ditujukan untuk memperbaiki kondisi kimia dan biologi dalam media budidaya (Boyd *et al.*, 2002). Faktor fisika sering tidak dapat dikontrol atau tergantung dengan pemilihan lokasi yang sesuai. Faktor fisika sangat tergantung dengan kondisi geologi dan iklim suatu tempat (Boyd, 1900).

2.4.1. Faktor fisika

Faktor fisika air merupakan variabel kualitas air yang penting karena dapat mempengaruhi variabel kualitas air yang lainnya. Faktor fisika yang besar pengaruhnya terhadap kualitas air adalah cahaya matahari dan suhu air. Kedua faktor ini berkaitan erat, dimana suhu air terutama tergantung dari intensitas cahaya matahari yang masuk ke dalam air. Cahaya matahari dan suhu air merupakan faktor alam yang sampai saat belum bisa dikendalikan.

a. Cahaya matahari

Cahaya matahari mempunyai peranan yang sangat besar terhadap kualitas air secara keseluruhan, karena dapat mempengaruhi reaksi-reaksi yang terjadi

dalam air. Penetrasi cahaya matahari ke dalam air terutama dipengaruhi oleh sudut jatuh cahaya terhadap garis vertikal. Semakin besar sudut jatuhnya, maka penetrasi cahaya matahari semakin menurun. Cahaya akan berubah kualitas spektrumnya dan turun intensitasnya setelah menembus massa air disebabkan karena dispersi dan absorpsi yang berbeda-beda oleh lapisan air. Pada air murni kira-kira 53% dari cahaya yang masuk akan ditransformasi ke dalam bentuk panas dan selanjutnya akan padam pada kedalaman kurang dari satu meter (Boyd, 1990). Cahaya dengan panjang gelombang panjang (merah dan jingga) dan panjang gelombang pendek (ultra violet dan violet) lebih cepat padam dibandingkan dengan panjang gelombang sedang atau intermediate (biru, hijau dan kuning).

Turbiditas (kekeruhan) akan menurunkan kemampuan air untuk meneruskan cahaya kedalamnya. Di kolam, turbiditas dan warna air disebabkan oleh koloid dari partikel-partikel lumpur, organik terlarut dan yang paling besar disebabkan oleh densitas plankton (Hargreaves, 1999).

Cahaya matahari sangat diperlukan oleh tumbuhan air sebagai sumber energi untuk melakukan fotosintesis. Sebagai produsen primer, tumbuhan hijau melakukan fotosintesis untuk menghasilkan oksigen dan bahan organik, yang akan dimanfaatkan oleh hewan yang lebih tinggi tingkatannya dalam rantai makanan (Ghosal *et al.* 2000).

b. Suhu air

Suhu air dipengaruhi oleh : radiasi cahaya matahari, suhu udara, cuaca dan lokasi. Radiasi matahari merupakan faktor utama yang mempengaruhi naik turunnya suhu air. Sinar matahari menyebabkan panas air di permukaan lebih cepat dibanding badan air yang lebih dalam. Densitas air turun dengan adanya kenaikan suhu sehingga permukaan air dan air yang lebih dalam tidak dapat tercampur dengan sempurna. Hal ini akan menyebabkan terjadinya stratifikasi suhu (*thetal stratification*) dalam badan air, dimana akan terbentuk tiga lapisan air yaitu : *epilimnion*, *hypolimnion* dan *thermocline*. Epilimnion adalah lapisan atas yang suhunya tinggi. Hypolimnion ialah lapisan bawah yang suhunya rendah. Sedangkan thermocline adalah lapisan yang berada di antara epilimnion dan hypolimnion yang suhunya turun secara drastis (Boyd, 1990). Dalam kolam budidaya, kondisi semacam ini dapat diatasi dengan pengadukan air oleh aerator atau kincir (*paddle wheel*).

Air mempunyai kapasitas yang besar untuk menyimpan panas sehingga suhunya relatif konstan dibandingkan dengan suhu udara (boyd, 1990). Perbedaan suhu air antara pagi dan siang hari hanya sekitar 2°C, misalnya suhu pagi 28°C suhu siang 30°C. Energi cahaya matahari sebagian besar diabsorpsi di lapisan permukaan air. Semakin ke dalam energinya semakin berkurang. Konsentrasi bahan-bahan terlarut di dalam air akan menaikkan penyerapan panas.

Terjadinya transfer panas dari lapisan atas ke lapisan bawah tergantung dari kekuatan pengadukan air (angin, kincir, dan sebagainya).

Suhu air sangat berpengaruh terhadap proses kimia maupun biologi dalam air. Reaksi kimia dan biologi naik dua kali setiap terjadi kenaikan 10°C. Aktivitas metabolisme organisme akuatik juga naik dan penggunaan oksigen terlarut menjadi dua kali lipat. Penggunaan oksigen terlarut dalam penguraian bahan organik juga meningkat secara drastis (Howerton, 2001). Berdasarkan pada penelitian Wasielesky (2003), suhu mempengaruhi metabolisme udang putih (*L. vannamei*). Pada suhu 23 °C, 27 °C dan 30°C, menunjukkan bahwa nafsu makan udang paling tinggi terjadi pada suhu 30°C. Sedangkan berdasarkan penelitian Jackson dan Wang (1998), pertumbuhan udang windu (*Penaeus monodon*) pada suhu 30°C dengan umur 180 hari mencapai 34 g dan pada suhu 20° C hanya mencapai 20 g pada umur yang sama.

c. Kecerahan

Kecerahan (*transparancy*) perairan dipengaruhi oleh bahan-bahan halus yang melayang-layang dalam air baik berupa bahan organik seperti plankton, jasad renik, detritus maupun berupa bahan anorganik seperti lumpur dan pasir (Hargreaves, 1999). Dalam kolam budidaya, kepadatan plankton memegang peranan paling besar dalam menentukan kecerahan meskipun partikel tersuspensi dalam air juga berpengaruh. Plankton tersebut akan memberikan warna hijau, kuning, biru-hijau, dan coklat pada air (Boyd, 2004a). Selanjutnya dikatakan

bahwa kedalaman air yang dipengaruhi oleh sinar matahari (*photic zone*) di danau atau tambak sekitar dua kali nilai pengamatan dengan menggunakan *secchi disk*. Semakin kecil kecerahan berarti semakin kecil sinar matahari yang masuk sampai dasar tambak yang dapat mempengaruhi aktivitas biota di daerah tersebut.

d. Muatan padatan tersuspensi

Muatan padatan tersuspensi (MPT) berasal dari zat organik dan anorganik. Komponen organik terdiri dari fitoplankton, zooplankton, bakteri dan organisme renik lainnya. Sedangkan komponen anorganik terdiri dari detritus partikel-partikel anorganik (Hargreaves,1999). Selanjutnya dikatakan bahwa MPT berpengaruh terhadap penetrasi cahaya matahari ke dalam badan air. Hal ini berpengaruh pada tingkat fotosintesis tumbuhan hijau sebagai produsen primer yang memanfaatkan sinar matahari sebagai energi utama. Kekeruhan karena plankton jika tidak berlebihan bermanfaat bagi ekosistem tambak. Jika densitas plankton terlalu tinggi akan menyebabkan fluktuasi beberapa kualitas air seperti pH dan oksigen terlarut.

2.4.2. Faktor kimia

Air yang digunakan untuk budidaya udang atau organisme perairan yang lain mempunyai komposisi dan sifat-sifat kimia yang berbeda dan tidak konstan. Komposisi dan sifat-sifat kimia air ini dapat diketahui melalui analisis kimia air. Dengan demikian apabila ada parameter kimia yang keluar dari batas yang telah

ditentukan dapat segera dikendalikan. Parameter-parameter kimia yang digunakan untuk menganalisis air bagi kepentingan budidaya antara lain :

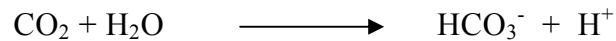
a. Salinitas

Salinitas dapat didefinisikan sebagai total konsentrasi ion-ion terlarut dalam air. Dalam budidaya perairan, salinitas dinyatakan dalam permil (‰) atau ppt (*part per thousand*) atau gram/liter. Tujuh ion utama yaitu : sodium, potasium, kalium, magnesium, klorida, sulfat dan bikarbonat mempunyai kontribusi besar terhadap besarnya salinitas, sedangkan yang lain dianggap kecil (Boyd, 1990). Sedangkan menurut Davis *et al.* (2004), ion calcium (Ca), potasium (K), dan magnesium (Mg) merupakan ion yang paling penting dalam menopang tingkat kelulushidupan udang. Salinitas suatu perairan dapat ditentukan dengan menghitung jumlah kadar klor yang ada dalam suatu sampel (klorinitas). Sebagian besar petambak membudidayakan udang dalam air payau (15-30 ppt). Meskipun demikian, udang laut mampu hidup pada salinitas dibawah 2 ppt dan di atas 40 ppt.

b. pH

pH didefinisikan sebagai logaritme negatif dari konsentrasi ion hidrogen $[H^+]$ yang mempunyai skala antara 0 sampai 14. pH mengindikasikan apakah air tersebut netral, basa atau asam. Air dengan pH dibawah 7 termasuk asam dan diatas 7 termasuk basa. pH merupakan variabel kualitas air yang dinamis dan

berfluktuasi sepanjang hari. Pada perairan umum yang tidak dipengaruhi aktivitas biologis yang tinggi, nilai pH jarang mencapai diatas 8,5, tetapi pada tambak ikan atau udang, pH air dapat mencapai 9 atau lebih (Boyd, 2002). Perubahan pH ini merupakan efek langsung dari fotosintesis yang menggunakan CO₂ selama proses tersebut. Karbon dioksida dalam air bereaksi membentuk asam seperti yang terdapat pada persamaan di bawah ini :



Ketika fotosintesis terjadi pada siang hari, CO₂ banyak terpakai dalam proses tersebut. Turunnya konsentrasi CO₂ akan menurunkan konsentrasi H⁺ sehingga menaikkan pH air. Sebaliknya pada malam hari semua organisme melakukan respirasi yang menghasilkan CO₂ sehingga pH menjadi turun. Fluktuasi pH yang tinggi dapat terjadi jika densitas plankton tinggi. Tambak dengan total alkalinitas yang tinggi mempunyai fluktuasi pH yang lebih rendah dibandingkan dengan tambak yang beralkalinitas rendah. Hal ini disebabkan kemampuan total alkalinitas sebagai buffer atau penyangga (Boyd, 2002b).

c. Alkalinitas

Alkalinitas merupakan kapasitas air untuk menetralkan tambahan asam tanpa menurunkan pH larutan. Alkalinitas merupakan buffer terhadap pengaruh pengasaman. Dalam budidaya perairan, alkalinitas dinyatakan dalam mg/l CaCO₃. Penyusun utama alkalinitas adalah anion bikarbonat (HCO₃⁻), karbonat

(CO_3^{2-}), hidroksida (OH^-) dan juga ion-ion yang jumlahnya kecil seperti borat (BO_3^-), fosfat (PO_4^{3-}), silikat (SiO_4^{4-}) dan sebagainya (boyd, 1990).

Peranan penting alkalinitas dalam tambak udang antara lain menekan fluktuasi pH pagi dan siang dan penentu kesuburan alami perairan. Tambak dengan alkalinitas tinggi akan mengalami fluktuasi pH harian yang lebih rendah jika dibandingkan dengan tambak dengan nilai alkalinitas rendah (Boyd, 2002). Menurut Davis *et al.* (2004), penambahan kapur dapat meningkatkan nilai alkalinitas terutama tambak dengan nilai total alkalinitas dibawah 75 ppm.

d. Oksigen Terlarut (*dissolved oxygen*)

Oksigen terlarut merupakan variabel kualitas air yang sangat penting dalam budidaya udang. Semua organisme akuatik membutuhkan oksigen terlarut untuk metabolisme. Kelarutan oksigen dalam air tergantung pada suhu dan salinitas. Kelarutan oksigen akan turun jika suhu dan temperatur naik (Boyd, 1990). Hal ini perlu diperhatikan karena dengan adanya kenaikan suhu air, hewan air akan lebih aktif sehingga memerlukan lebih banyak oksigen.

Oksigen masuk dalam air melalui beberapa proses. Oksigen dapat terdifusi secara langsung dari atmosfer setelah terjadi kontak antara permukaan air dengan udara yang mengandung oksigen 21% (Boyd, 1990). Fotosintesis tumbuhan air merupakan sumber utama oksigen terlarut dalam air. Sedangkan dalam budidaya udang, penambahan suplai oksigen dilakukan dengan menggunakan aerator (Hargreaves, 2003).

Pada saat cuaca mendung atau hujan dapat menghambat pertumbuhan fitoplankton karena kekurangan sinar matahari untuk proses fotosintesis. Kondisi ini akan menyebabkan penurunan kadar oksigen terlarut karena oksigen tidak dapat diproduksi sementara organisme akuatik tetap mengonsumsi oksigen. Keterbatasan sinar matahari menembus badan air dapat juga disebabkan oleh tingginya partikel yang ada dalam kolom air, baik karena bahan organik maupun densitas plankton yang terlalu tinggi. Hal ini dapat menyebabkan terganggunya fotosintesis algae yang ada di dasar tambak (Hargreaves, 1999).

Tingginya kepadatan tebar (*stocking density*) dan pemberian pakan (*feeding rate*) dapat menyebabkan turunnya konsentrasi oksigen terlarut dalam air. Sisa pakan (*uneaten feed*) dan sisa hasil metabolisme mengakibatkan tingginya kebutuhan oksigen untuk menguraikannya (*oxygen demand*). Kemampuan ekosistem kolam budidaya untuk menguraikan bahan organik terbatas sehingga dapat menyebabkan rendahnya konsentrasi oksigen terlarut dalam air (Boyd, 2004b).

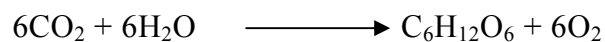
f. Biological Oxygen Demand (BOD)

Kebutuhan oksigen biologi (BOD) didefinisikan sebagai banyaknya oksigen yang diperlukan oleh organisme pada saat pemecahan bahan organik pada kondisi aerobik. Pemecahan bahan organik diartikan bahwa bahan organik ini digunakan oleh organisme sebagai bahan makanan dan energinya diperoleh dari proses oksidasi (Pescod *dalam* Salmin, 2005).

Waktu yang diperlukan untuk proses oksidasi bahan organik secara sempurna menjadi CO₂ dan H₂O adalah tidak terbatas. Penghitungan nilai BOD biasanya dilakukan pada hari ke 5 karena pada saat itu persentase reaksi cukup besar, yaitu 70-80% dari nilai BOD total (Sawyer dan MC Carty, 1978 dalam Salmin, 2005).

g. Produktivitas primer

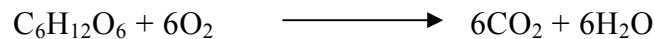
Dalam kolam budidaya, tumbuhan air baik macrophyta maupun plankton merupakan produsen primer sebagai sumber utama bahan organik. Melalui proses fotosintetis, tanaman menggunakan karbon dioksida, air, cahaya matahari dan nutrien untuk menghasilkan bahan organik dan oksigen seperti dalam reaksi :



Fotosintesis merupakan proses fundamental dalam kolam budidaya. Oksigen terlarut yang diproduksi melalui fotosintesis merupakan sumber utama oksigen bagi semua organisme dalam ekosistem kolam (Howerton, 2001).

Glukosa atau bahan organik yang dihasilkan merupakan penyusun utama material organik yang lebih besar dan kompleks. Hewan yang lebih tinggi tingkatannya dalam rantai makanan menggunakan material organik ini baik secara langsung dengan mengkonsumsi tanaman atau mengkonsumsi organisme yang memakan tanaman tersebut (Ghosal *et al.* 2000).

Proses biologi lainnya yang sangat penting dalam budidaya perairan adalah respirasi, dengan reaksi :



Dalam respirasi, bahan organik dioksidasi dengan menghasilkan air, karbon dioksida dan energi. Pada waktu siang hari proses fotosintesis dan respirasi berjalan secara bersama-sama. Pada malam hari hanya proses respirasi yang berlangsung, sehingga konsentrasi oksigen terlarut dalam air turun sedangkan konsentrasi karbon dioksida naik.

Kedua proses tersebut mempunyai pengaruh langsung dalam budidaya perairan. Oksigen terlarut dibutuhkan organisme untuk hidup sedangkan fitoplankton merupakan sumber utama oksigen terlarut disamping sebagai penyusun utama rantai makanan dalam ekosistem kolam budidaya. Salah satu cara untuk menentukan status suatu ekosistem pada sedimen adalah dengan menghitung fotosintesis/respirasi rasio (*P/R ratio*). Jika *P/R ratio* lebih kecil dari satu (1) maka sedimen tersebut termasuk heterotropik, dimana karbon lebih banyak digunakan untuk respirasi dibandingkan yang dihasilkan dari fotosintesis. Sedangkan jika *P/R ratio* lebih besar dari satu (1) menunjukkan sedimen tersebut termasuk autotofik, dimana karbon lebih banyak diproduksi dari pada digunakan untuk respirasi (Eyre dan Ferguson, 2002).

2.5. Sedimen

Managemen dasar tambak atau sedimen masih kurang diperhatikan jika dibandingkan dengan managemen kualitas air tambak budidaya. Banyak bukti

yang mengindikasikan adanya pengaruh yang kuat pertukaran nutrien antara sedimen dengan air terhadap kualitas air (Boyd, 2002).

2.5.1. Oxidized Layer

Oxidized layer merupakan lapisan sedimen yang berada paling atas yang mengandung oksigen. Lapisan ini sangat bermanfaat dan harus dipelihara keberadaannya selama siklus budidaya (Boyd, 2002). Pada lapisan tersebut terjadi dekomposisi aerobik yang menghasilkan antara lain : CO₂, air, amonia, dan nutrien yang lainnya. Pada sedimen anaerobik, beberapa mikroorganisme menguraikan material organik dengan reaksi fermentasi yang menghasilkan alkohol, keton, aldehida, dan senyawa organik lainnya sebagai hasil metabolisme. Menurut Blackburn (1987) dalam Boyd (2002), beberapa mikroorganisme anaerobik dapat memanfaatkan O₂ dari nitrat, nitrit, ferro, sulfat, dan karbon dioksida untuk menguraikan bahan organik dengan mengeluarkan gas nitrogen, amonia, H₂S, dan metan sebagai hasil metabolisme.

Beberapa produk metabolisme, khususnya H₂S, nitrit, dan amonia berpotensi toksik terhadap ikan atau udang. Lapisan oksigen yang ada pada permukaan sedimen dapat mencegah difusi sebagian besar senyawa beracun menjadi bentuk yang tidak beracun melalui proses kimiawi dan biologi ketika melalui permukaan yang beroksigen. Nitrit dioksidasi menjadi nitrat, ferro dioksidasi menjadi ferri, dan H₂S menjadi sulfat (Boyd, 2004c). Selanjutnya

dikatakan bahwa kehilangan oksigen pada sedimen dapat disebabkan oleh akumulasi bahan organik yang tinggi sehingga oksigen terlarut terpakai sebelum mencapai permukaan tanah. Tingkat pemberian pakan yang tinggi dan blooming plankton dapat menyebabkan penurunan oksigen terlarut.

2.5.2. Bahan organik

Tanah dasar tambak yang mengandung karbon organik 15-20% atau 30-40% bahan organik tidak baik untuk budidaya perairan. Kandungan bahan organik yang baik untuk budidaya udang sekitar 10% atau 20% kandungan karbon organik (Boyd, 2002). Kandungan bahan organik yang tinggi akan meningkatkan kebutuhan oksigen untuk menguraikan bahan organik tersebut menjadi molekul yang lebih sederhana sehingga akan terjadi persaingan penggunaan oksigen dengan biota yang ada dalam tambak.

Peningkatan kandungan bahan organik pada tanah dasar tambak akan terjadi dengan cepat terutama pada tambak yang menggunakan sistem budidaya secara semi intensif maupun intensif dengan tingkat pemberian pakan (*feeding rate*) dan pemupukan yang tinggi (Howerton, 2001). Disamping mengendap di dasar tambak, limbah organik juga tersuspensi dalam air sehingga menghambat penetrasi cahaya matahari ke dasar tambak.

Limbah tambak yang terdiri dari sisa pakan (*uneaten feed*), kotoran udang (*feces*), dan pemupukan terakumulasi di dasar tambak maupun tersuspensi dalam

air. Limbah ini terdegradasi melalui proses mikrobiologi dengan menghasilkan amonia, nitrit, nitrat, dan fosfat (Zelaya *et al.*, 2001). Nutrien ini merangsang tumbuhnya algae/plankton yang dapat menimbulkan *blooming*. Sementara itu beberapa hasil degradasi limbah organik bersifat toksik terhadap udang pada level tertentu. Terjadinya *die off* plankton dapat juga menyebabkan udang stress dan kematian karena turunnya kadar oksigen terlarut. Limbah tambak udang mengandung lebih banyak bahan organik, nitrogen, dan fosfor dibanding tanah biasa serta mempunyai nilai BOD dan COD yang lebih tinggi (Latt, 2002)

2.5.3. Nutrien

Dua nutrien yang paling penting di tambak adalah nitrogen dan fosfor, karena kedua nutrien tersebut keberadaannya terbatas dan dibutuhkan untuk pertumbuhan fitoplankton (Boyd, 2000). Keberadaan kedua nutrien tersebut di tambak berasal dari pemupukan dan pakan yang diberikan.

a. Nitrogen

Nitrogen biasanya diaplikasikan sebagai pupuk dalam bentuk urea atau amonium. Di dalam air, urea secara cepat terhidrolisis menjadi amonium yang dapat langsung dimanfaatkan oleh fitoplankton. Melalui rantai makanan, nitrogen pada fitoplankton akan dikonversi menjadi nitrogen protein pada ikan. Sedangkan nitrogen dari pakan yang diberikan pada ikan, hanya 20-40% yang

dirubah menjadi protein ikan, sisanya tersuspensi dalam air dan mengendap di dasar tambak (Boyd, 2002).

Amonium dapat juga teroksidasi menjadi nitrat oleh bakteri nitrifikasi yang dapat dimanfaatkan langsung oleh fitoplankton. Nitrogen organik pada plankton yang mati dan kotoran hewan air (*feces*) akan mengendap di dasar menjadi nitrogen organik tanah. Nitrogen pada material organik tanah akan dimineralisasi menjadi amonia dan kembali ke air sehingga dapat dimanfaatkan kembali oleh fitoplankton (Durborow, 1997).

b. Fosfor

Fosfor yang ada yang ada dalam tambak budidaya berasal dari pupuk seperti ammoniumfosfat dan calsiumfosfat serta dari pakan. Fosfor yang ada dalam pakan tidak semua dikonversi menjadi daging ikan/udang. Menurut Boyd (2002), dua pertiga fosfor dalam pakan terakumulasi di tanah dasar. Sebagian besar diikat oleh tanah dan sebagian kecil larut dalam air. Fosfor dimanfaatkan oleh fitoplankton dalam bentuk ortofosfat (PO_4^{3-}) dan terakumulasi dalam tubuh ikan/udang melalui rantai makanan. Phosphat yang tidak diserap oleh fitoplankton akan diikat oleh tanah. Kemampuan mengikat tanah dipengaruhi oleh kandungan liat (*clay*) tanah. Semakin tinggi kandungan liat pada tanah, semakin meningkat kemampuan tanah mengikat fosfat.

III. METODA PENELITIAN

3.1. Tipe Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksploratif, yaitu untuk mencari informasi awal tentang struktur diatom epipellic di tambak udang. Penelitian eksploratif merupakan studi penjajakan, pengetahuan tentang teori masih sangat sedikit atau samar-samar, dan dari hasil observasi baru dapat dirumuskan lebih rinci (Salim, 2007).

3.2. Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini adalah struktur diatom epipellic serta kualitas lingkungan tambak untuk budidaya udang. Struktur diatom epipellic meliputi komposisi, keragaman dan *true diversities*, serta keseragaman. Kualitas lingkungan tambak terdiri dari kualitas air dasar maupun sedimen.

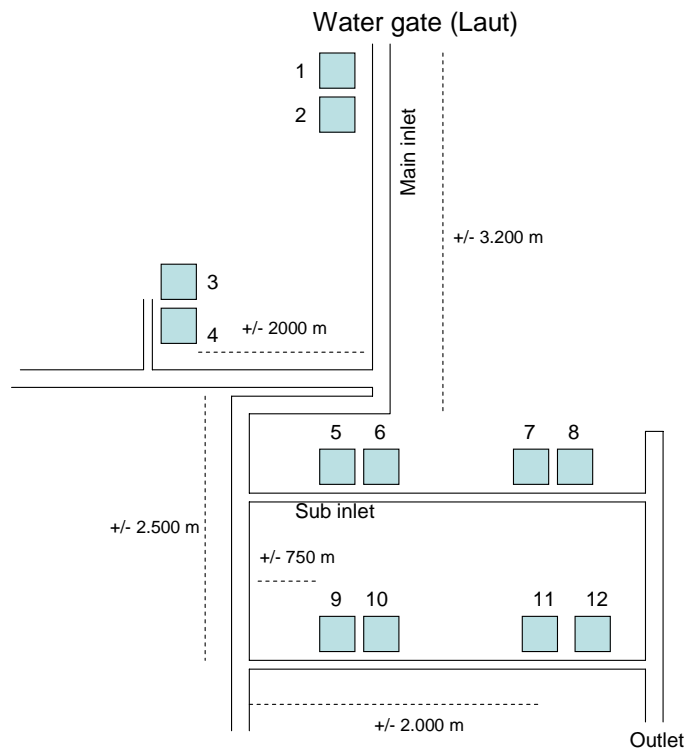
3.3. Variabel Penelitian

Parameter penelitian ini adalah jenis dan kelimpahan diatom epipellic, kualitas sedimen, dan kualitas air dasar tambak. Parameter kualitas sedimen mengikutkan beberapa variabel, antara lain : kandungan bahan organik, klorofil a, kapasitas pertukaran kation, *oxidation reduction potential*, pH tanah, dan tekstur tanah. Kualitas air terdiri dari beberapa variabel, yaitu : suhu (*controlling factor*), transparansi, dan muatan padatan tersuspensi (MPT), kualitas kimia air

terdiri dari: pH air dan oksigen terlarut (*dirrective factors*), salinitas (*masking factor*), nitrat dan fosfat (*limitting factors*), *total organic matter* (TOM), alkalinitas dan BOD. Sedangkan parameter biologi air (*biotic factors*) dengan variabel yang diamati yaitu komposisi dan kelimpahan fitoplankton serta kandungan klorofil a.

3.4. Lokasi Pengambilan Sampel

Sampel yang dijadikan obyek penelitian ini sebanyak 12 unit tambak dengan letak yang berbeda. Letak tambak yang berbeda ini didasarkan pada jarak dengan pintu masuk air (Gambar 2), dengan asumsi bahwa letak tambak yang berbeda tersebut mempengaruhi struktur diatom epipellic, kualitas air, dan kualitas sedimen.



Gambar 2. Denah Lokasi Pengambilan Sampel

3.5. Jenis dan Sumber Data

3.5.1. Data Primer

Data primer diperoleh dengan pengamatan di lapangan maupun laboratorium. Pengamatan lapangan terdiri dari : suhu, DO, pH, kecerahan, dan salinitas. Pengamatan di laboratorium terdiri dari : diatom epipellic, alkalinitas, BOD, nitrat, fosfat, klorofil a air, fitoplankton, ORP,

pH tanah, TOM, tekstur tanah, KPK, klorofil a sedimen, dan kandungan organik tanah.

3.5.2. Data Sekunder

Data sekunder yang diperoleh berupa gambaran lokasi penelitian dan perusahaan PT. CP. Bahari.

3.6. Teknik Pengumpulan Data

3.6.1. Diatom Epipellic

Pengambilan sampel diatom epipellic dilakukan dengan metode "lens tissue trapping technique". Teknik pengambilan sampel ini mampu menangkap lebih dari 70% diatom epipellic yang ada di sedimen (Round, 1982). Sampel tanah dari permukaan sedimen dasar tambak diambil dengan menggunakan pipa pralon dengan diameter 4 inchi, kemudian dipindahkan ke dalam cawan petri dengan ketebalan 1-2cm. Di atas sampel tanah pada cawan petri diletakkan 3-4 kertas lensa (2x2 cm), lalu disimpan di tempat gelap selama satu malam. Keesokan harinya diletakkan pada tempat yang banyak terkena sinar matahari sampai siang hari. Kertas lensa diambil dan dipindahkan ke dalam botol sampel yang berisi 10 cc formalin 4%, kemudian dikocok, diamati jumlah sel diatom epipellic pada sedgwick rafter di bawah mikroskop binokuler (Hendrarto, 2007). Penghitungan kelimpahan diatom epipellic menggunakan prosedur penghitungan fitoplankton (lihat halaman 34).

3.6.2. Sedimen

a. Klorofil a Sedimen

Sampel sedimen (*top soil*) diambil ± 5 g, kemudian dilarutkan dengan 10 ml aceton 90%, dihomogenkan dengan menggunakan blender selama 2 menit dalam ruangan yang sedikit cahaya. Sedimen dan larutan aceton disimpan selama satu malam pada suhu 4⁰C. Suspensi diambil, dimasukkan dalam tabung reaksi, disentrifuse dengan kecepatan rendah selama 5 menit, kemudian dilihat kerapatan optiknya pada spektrofotometer dengan panjang gelombang 665 nm. Penghitungan kandungan klorofil sedimen dilakukan dengan menggunakan rumus (Vollenweider *et al.*, 1974) :

$$\mu\text{g chlorofil a per sampel} = 11,9 \cdot D_{665} \cdot v/l$$

D_{665} = kerapatan optik pada panjang gelombang 665 nm

V = volume akhir aceton (ml)

l = panjang sel spektrofotometer (1 cm)

b. Bahan organik

Sampel sedimen diambil dari tambak kemudian dikeringkan selama 12 jam dengan oven pada suhu 60° C. Sampel diambil dari tempat oven dan ditimbang sebanyak 10 gram. Berat sampel sedimen yang didapatkan ini sebagai berat awal (W_0). Sampel yang telah ditimbang ini selanjutnya diproses dalam tanur pengabuan (*muffel furnace*) dengan temperatur 550°C selama 4 jam. Setelah 4 jam sediemen yang ada dalam *muffel furnace* diambil dan ditimbang (W_t). Bahan

organik yang hilang selama pengabuan (*loss on ignition*) diketahui sebagai bahan organik total yang dinyatakan dalam persen dengan menggunakan persamaan Allen *et al.* (1976), yaitu sebagai berikut :

$$Li = \frac{W_o - W_t}{W_o} \times 100\%$$

Dimana :

Li = loss on ignition (%)

W_o = berat awal (gram)

W_t = berat akhir (gram)

c. pH Tanah

Sampel tanah dikeringkan di udara terbuka, kemudian digerus sampai halus dengan menggunakan ayakan ukuran 60 mesh. Sebanyak 10 g sampel dimasukkan ke dalam beaker glass 100 ml atau erlenmeyer 250 ml, kemudian ditambahkan 10 ml aquades. Larutan sampel tanah disentrifuse selama 1 jam, kemudian diukur dengan menggunakan pH meter.

3.6.2. Fisika air

Suhu air dasar tambak diukur dengan menggunakan *water quality checker (walk lab)*, transparansi air diukur dengan menggunakan *secchi disk* pada tiap-tiap titik sampling (cm). Sedangkan pengukuran muatan padatan tersuspensi

dilakukan dengan prosedur sebagai berikut : air sampel diambil dari tambak kemudian disaring (100ml) dengan menggunakan kertas saring. Sampel dipanaskan pada suhu 105° C selama 1-2 jam. Hasil pemanasan sampel ditimbang dan dimasukkan dalam perhitungan pada rumus MPT menurut APHA (1992) :

$$\text{MPT} = \frac{(a-b) \times 100}{c}$$

Dimana : a = berat filter dan residu sesudah pemanasan

b = berat kering filter

c = volume sampel (ml)

3.6.3. Kimia Air

a. pH, Oksigen Terlarut dan Salinitas

pH , oksigen terlarut, dan salinitas air dasar tambak diukur pada tiap titik sampling. pH diukur dengan menggunakan pH meter, oksigen terlarut dengan DO meter, dan salinitas diukur dengan menggunakan refraktometer.

b. Alkalinitas

Sebanyak 50 ml sampel air tambak diambil, kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml dan ditambahkan dua tetes phenolptalein. Jika warna bening, berarti $\text{CO}_3^{2-} = 0$, Jika warna sampel merah muda, dititrasi dengan H_2SO_4 0,02N sampai warna bening. Sampel ditambahkan dua tetes indikator BCG-MR,

kemudian dititrasi dengan H_2SO_4 0,02N sampai warna biru hilang. Total alkalinitas dihitung dengan menggunakan rumus menurut APHA (1992):

$$\text{Total alkalinitas (mg CaCO}_3\text{/L)} = A \times N \times 1000$$

$$A = \text{volume total H}_2\text{SO}_4$$

$$N = \text{Normalitas H}_2\text{SO}_4$$

c. Nitrat

Sampel air sebanyak 10 ml disaring dengan kertas saring, kemudian ditambah bufer nitrat 0,4 ml. Sampel air ditambah dengan larutan pereduksi sebanyak 0,2 ml (larutan hidrazin sulfat dan kupri sulfat dengan perbandingan 1:1), kemudian dibiarkan selama satu malam. Keesokan harinya larutan ditambah dengan larutan acetone 0,4ml kemudian dicampur dengan baik dan ditambahkan larutan sulfanilamide 0,2ml kemudian dicampur dengan baik, setelah itu larutan sampel ditambahkan larutan naphthylenediamine 0,2ml kemudian dicampur dengan baik. Setelah 15 menit, dilihat hasilnya pada pembacaan spektrofotometer dengan panjang gelombang 543 nm (APHA, 1992).

d. Fosfat

Sampel air sebanyak 10 ml disaring kemudian memasukkannya ke dalam erlenmeyer. Sampel air ditambahkan *combined reagent* masing-masing 1,6 ml, yang terdiri dari campuran : H_2SO_4 5N (10ml), potasium antimonil tartrat/PAT (1ml), Amonium molibdat (3ml), dan ascorbic acid (6 ml), kemudian larutan

didiamkan selama 30 menit. Setelah itu dilakukan pengamatan kerapatan optik pada spektrofotometer dengan panjang gelombang 880nm (APHA, 1992).

e. BOD₅

Sebanyak 1-2 liter diambil dari dasar tambak. Jika air terlalu keruh (misalnya karena plankton), dilakukan pengenceran. Kandungan O₂ terlarut sampel tersebut ditingkatkan dengan aerasi menggunakan aerator selama lebih kurang 5 menit. Air sampel tersebut dipindahkan ke dalam botol BOD gelap dan terang sampai penuh. Air dalam botol terang segera diukur kandungan oksigen terlarutnya (DO₁). Air dalam botol gelap diinkubasi dalam BOD-inkubator pada suhu 20°C. Setelah lima hari, botol gelap diukur kandungan oksigen terlarutnya (DO₅). Nilai BOD dapat diperoleh dengan menggunakan perhitungan (Tebbut, 1992 *dalam* Effendi, 2003) :

- Perhitungan : $BOD_5 \text{ (ppm)} = (DO_1 - DO_5) \times \text{faktor pengenceran}$

3.6.4. Biologi air

Biologi air yang diamati adalah komposisi dan kelimpahan fitoplankton serta kandungan klorofil a.

a. Kelimpahan fitoplankton

Sampel air diambil dengan menggunakan botol sampel, kemudian diawetkan dalam larutan formalin 4%. Kelimpahan fitoplankton (sel/l) dihitung

dengan menggunakan sedgwick-rafter di bawah mikroskop, dengan rumus dari APHA (1976), yaitu :

$$N = \frac{100 (P \times V)}{0,25 \pi W \text{ (liter)}}$$

Dimana : N = Jumlah fitoplankton per liter

P = Jumlah fitoplankton yang tercacah

V = Volume sampel plankton yang tersaring

W = Volume sampel air yang disaring (liter)

b. Keragaman dan keseragaman jenis

Perhitungan keragaman jenis dan keseragaman jenis dilakukan dengan menggunakan formulasi Shannon-Wiever (Poole, 1974), yaitu :

$$H' = - \sum_{n=1}^s p_i \ln p_i$$

dimana, H' = Indeks keragaman jenis

s = banyaknya jenis

p_i = n_i / N

n_i = Jumlah individu jenis ke i

N = Jumlah total individu

Sedangkan untuk menghitung keseragaman jenis adalah :

$$E = H' / H' \text{ maks}$$

Dimana, E = Keseragaman jenis

$$H' \text{ maks} = \ln S$$

$$S = \text{jumlah jenis}$$

c. Klorofil-a air

Sampel air tambak sebanyak 100 ml disaring dengan menggunakan filter milipore dengan ukuran pori 0,45 μ g/l. Untuk memperlancar penyaringan digunakan pompa hisap dengan tekanan hisap tidak lebih dari 50 cm hg. Air sampel ditambah beberapa tetes MgCO₃ pada guna mengawetkan klorofil a. Klorofil a yang tersaring dan kertas saring dilarutkan dalam acetone 90% sebanyak 10 ml, kemudian dimasukkan ke dalam lemari pendingin selama 20 jam. Larutan sampel disentrifuse selama 30 menit dengan kecepatan 4.000 rpm, larutan yang dihasilkan dipindahkan ke dalam tabung spektrofotometer untuk dianalisis kerapatan optiknya (*optical density*) dengan panjang gelombang 750, 664, 647, dan 630 nm. Sisa acetone dari tabung reaksi diambil dan diukur volumenya (v). Kandungan klorofil-a dihitung dengan menggunakan rumus (APHA, 1992) :

$$C = \frac{(Ca) \times (v)}{V}$$

- C = konsentrasi klorofil-a (μ g/l)
- Ca = konsentrasi klorofil-a dari koreksi optik
= 11,85(D664-D750) – 1,54(D647-D750) – 0,08(D630-D750)
- v = volume akhir ekstrak (ml)
- V = volume sampel (ml)

3.7. Teknik Analisis Data

Data diatom epipellic dan fitoplankton dianalisis dengan menghitung kelimpahan, indeks keragaman (Shannon-Wiever), kesamaan (Evenness), *true diversities*, dan indeks Nygaard (untuk diatom). Hubungan antara diatom epipellic dengan parameter kualitas air dan tanah/sedimen dilihat dengan melakukan analisis statistik nonparametrik (korelasi spearman) serta analisis Cluster.

3.6. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan selama enam bulan (Maret-Agustus 2008), mulai dari pengambilan sampel di lapangan, analisis laboratoris, dan analisis data. Lokasi penelitian adalah di beberapa unit tambak yang berada di areal pertambakan udang PT. CP. Bahari, Kecamatan Kuala Teladas, Kabupaten Tulang Bawang, Provinsi Lampung.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

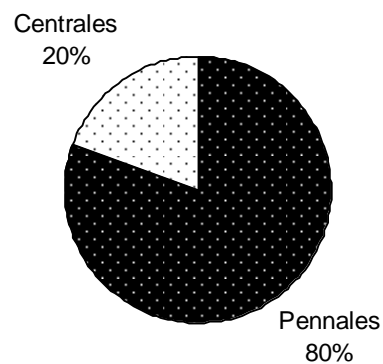
Pengambilan sampel dilakukan terhadap tambak udang pada periode sebelum penebaran benih udang atau masa persiapan air. Tambak-tambak tersebut dikelola secara intensif dan *closed system*. Setiap petak tambak berukuran 70 m x 70 m atau seluas 4.900 m² dengan kedalaman 1,5 m. Spesies yang dibudidayakan adalah udang putih (*Litopenaeus vannamei*).

4.1. Diatom Epipellic

4.1.1. Kelimpahan Diatom Epipellic

Diatom epipellic merupakan microalgae yang hidup menempel pada substrat dasar (sedimen) suatu perairan. Keberadaannya sangat dipengaruhi oleh kondisi sedimen dan kualitas air di atasnya. Diatom epipellic mengandung klorofil a, bersifat fototaksis positif, bergerak mendekati cahaya untuk melakukan fotosintesis. Karakteristik inilah yang digunakan sebagai dasar dalam pengambilan sampel diatom epipellic dengan metode *lens tissue trapping*. *Benthic microalgae* yang ditemukan didominasi oleh *microalgae* dari Kelas Diatom (Filum Chrysophyta). Hal ini sesuai dengan penelitian Lysakova *et al.*(2007), bahwa diatom epipellic mendominasi *benthic microalgae* yang ada di kolam ikan. Diatom epipellic di kawasan pertambakan mempunyai jenis dan kelimpahan yang bervariasi. Diatom epipellic yang ditemukan terdiri dari 46 spesies diatom dari 18 genus. Data diatom epipellic baik jenis maupun kelimpahannya selama penelitian terdapat pada Tabel 1.

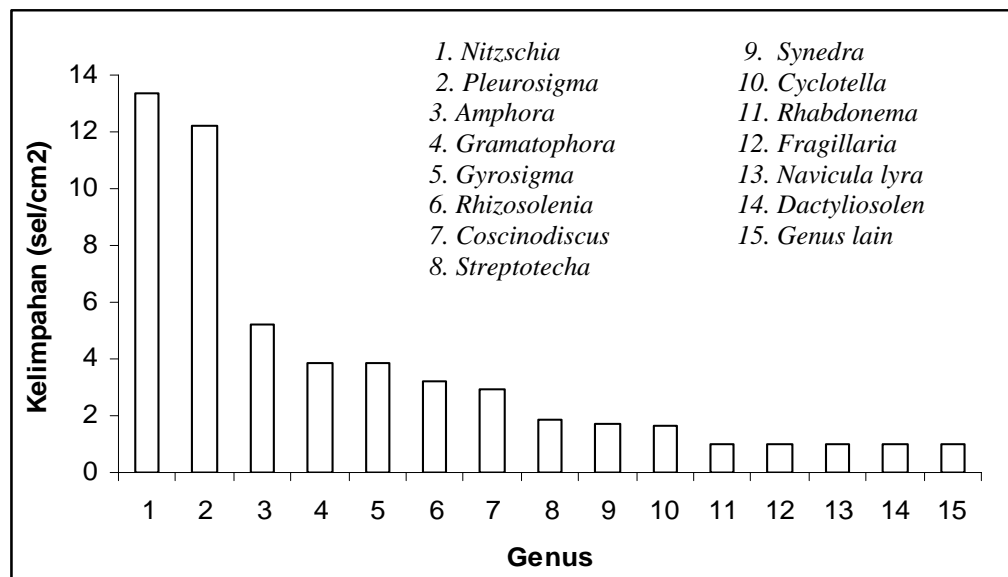
Dari 46 spesies tersebut, Ordo *Pennales* mendominasi kelimpahan diatom epipellic dengan jumlah 37 spesies (80 %) sedangkan Ordo *Centrales* hanya ditemukan 9 spesies (20%), seperti yang terdapat pada Gambar 3.



Gambar 3. Komposisi Ordo Diatom Epipellic

Genus *Nitzschia* mendominasi diatom epipellic dari semua tambak penelitian dengan kelimpahan 13 sel/cm² disusul oleh Genus *Pleurosigma* (12 sel/cm²) dan *Amphora* (5 sel/cm²) sedangkan genus yang lainnya di bawah 4 sel/cm² (Gambar 4). Genus *Nitzschia* yang mendominasi tersebut terdiri dari 10 spesies yaitu : *N. Closterium*, *N. lanceolata*, *N. longissima*, *N. paradoza*, *N. pacifica*, *N. Plana*, *N. Seriata*, *N. Sigma*, *N. Spectabilis*, *N. Vitrea*. Dominasi *Nitzschia* terutama terjadi pada tambak no. 2 (78 sel/cm²), tambak no. 8 (17 sel/cm²), dan tambak no 6 (11 sel/cm²). Sedangkan genus *Pleurosigma* yang ditemukan di tambak penelitian

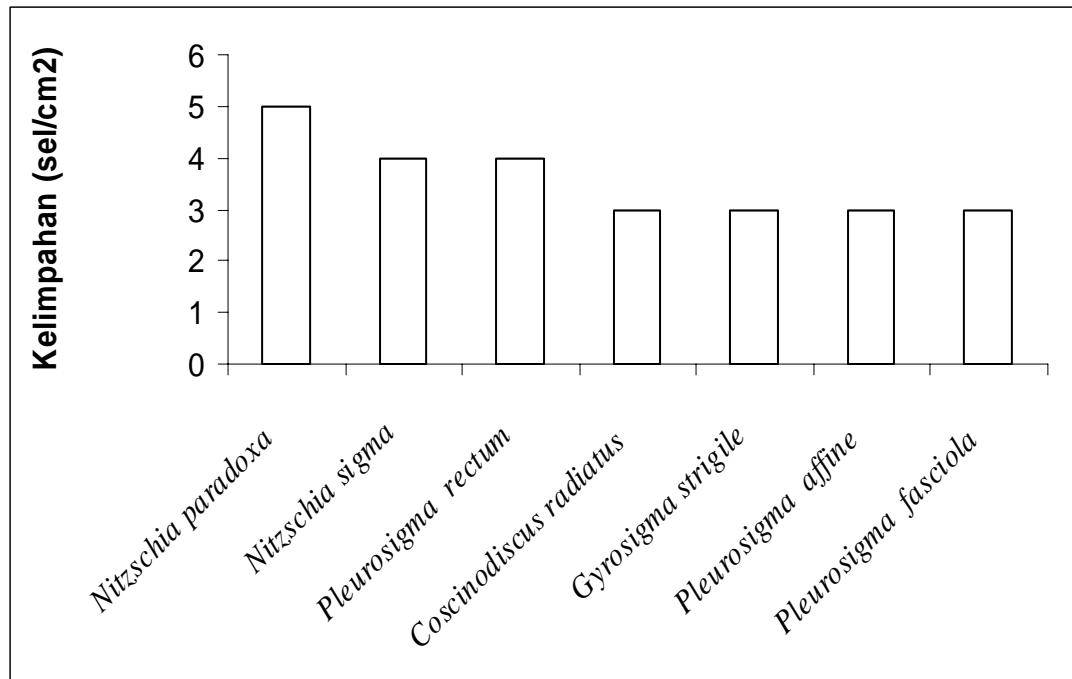
terdiri dari 7 spesies, yaitu : *P. affine*, *P. angulatum*, *P. campactum*, *P. fasciola*, *P. nicobaricum*, *P. pelagicum*, *P. Rectum*. Dominasi genus ini terutama terjadi pada tambak no. 3 (26 sel/cm²), tambak no. 2 (22 sel/cm²), dan tambak no. 8 (8 sel/cm²).



Gambar 4. Kelimpahan Genus Diatom Epipellic

Kelimpahan diatom epipellic masing-masing tambak bervariasi antara 22 sel/cm² sampai 123 sel/cm² dengan rata-rata 54 sel/cm². Spesies yang paling banyak ditemukan di kawasan tambak tersebut adalah *Nitzschia paradoxa* 5 sel/cm², *Nitzschia sigma* 4 sel/cm², dan *Pleurosigma rectum* 4 sel/cm², sedangkan *Coscinodiscus radiatus*, *Gyrosigma strigile*, *Pleurosigma affine* dan *Pleurosigma*

fasciola masing-masing mempunyai kelimpahan 3 sel/cm² (Gambar 5). Spesies yang lainnya mempunyai kelimpahan dibawah 3 sell/cm².



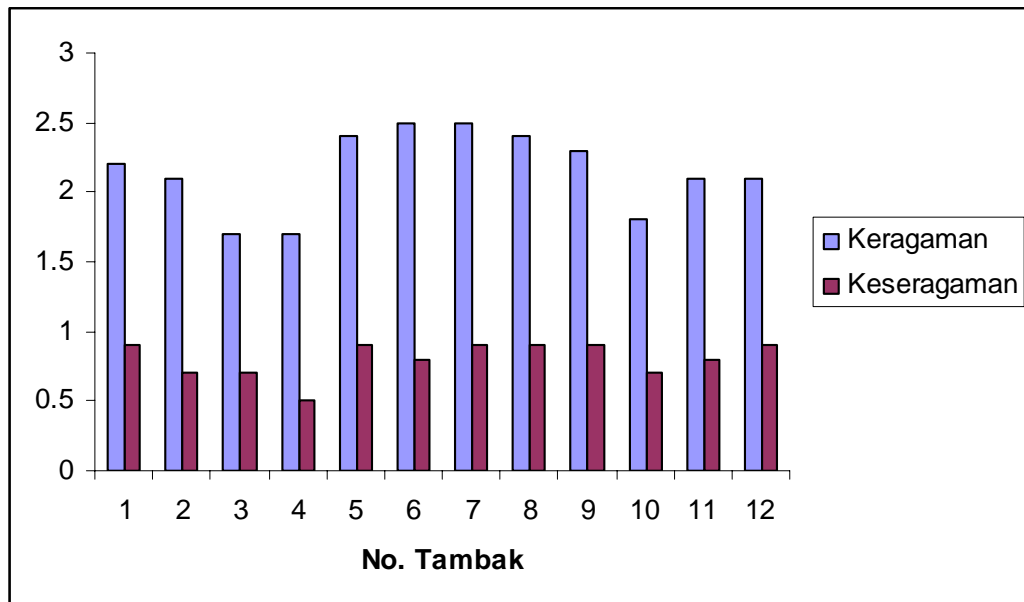
Gambar 5. Kelimpahan Total Spesies Diatom Epipelagic

Nitzschia paradoxa hampir ditemukan di setiap tambak penelitian kecuali tambak no. 8 dan 10, kelimpahan terbesar terjadi pada tambak no. 2 (33 sel/cm²).

4.1.2. Indeks Keragaman dan Keseragaman

Indeks keragaman spesies digunakan untuk menilai tingkat stabilitas dari struktur komunitas yang diamati yang berkaitan erat dengan karakteristik habitat yang dihuni oleh biota tersebut. Sedangkan indeks keseragaman digunakan untuk menilai tingkat kekayaan masing-masing individu. Indeks keragaman dan keseragaman diatom epipelagic bervariasi untuk masing-masing lokasi penelitian

(Gambar 6). Indeks keragaman diatom epipellic berkisar antara 1,7 (tambak no. 3 dan 4) dan 2,5 (tambak no. 6 dan 7) dengan nilai rata-rata 2,2. Analisis data keragaman diatom epipellic terdapat pada Lampiran 1. Sedangkan indeks keseragaman berkisar antara 0,5 (tambak no 4) dan 0,9 (tambak no. 1,5,7,8,9, dan 12), dengan rata-rata 0,8. Tambak no. 4 mempunyai indeks keseragaman yang relatif kecil yang ditandai adanya dominasi dari spesies *Amphora lineata* (22 sel/cm²). Indeks keseragaman yang mendekati 1 tersebut mengindikasikan bahwa tidak adanya dominasi jenis tertentu, keseragaman antar jenis merata. Hal ini menunjukkan kondisi habitat tambak tersebut relatif baik untuk perkembangan masing-masing spesies.



Gambar 6. Indeks Keragaman dan Keseragaman Diatom Epipellic pada Tambak-Tambak Penelitian

4.1.3. True Diversities

Untuk menafsirkan nilai keragaman (H') dan keseragaman (E) dapat dijelaskan dengan menggunakan nilai *true diversities*, yaitu dengan melihat spesies yang efektif (*effective numbers of species*) yang hidup pada ekosistem tersebut (Lou jost, 2006), yang merupakan nilai eksponensial dari keragaman dan keseragaman.

Nilai *true diversities* masing-masing tambak dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. True Diversities Diatom Epipellic pada Tambak-Tambak Penelitian

Alamat Tambak	Jumlah Spesies	Keragaman		Keseragaman	
		H'	True diversities	E	True diversities
1	12	2.23	9.29	0.90	2.45
2	18	2.05	7.78	0.70	2.01
3	12	1.73	5.62	0.69	2.00
4	23	1.70	5.48	0.54	1.72
5	13	2.45	11.58	0.88	2.42
6	21	2.55	12.80	0.84	2.31
7	14	2.54	12.67	0.96	2.62
8	16	2.38	10.78	0.93	2.53
9	14	2.30	10.00	0.87	2.39
10	11	1.78	5.91	0.71	2.04
11	13	2.11	8.28	0.82	2.28
12	12	2.12	8.35	0.85	2.35

Nilai *true diversities* pada keragaman semakin baik apabila mendekati jumlah spesies yang ada (*species richness*). Pada tambak no 6 dengan indeks keragaman (H') 2,55, indeks keseragaman (E) 0,84, dengan nilai *true diversities* 13 yang menggambarkan jumlah spesies yang efektif (*effective numbers of species*) 13 dari 21 spesies yang ada, sementara spesies yang dominan terdapat 2 jenis. Spesies yang dominan tersebut adalah *Rhizosolenia setigera* dan *Synedra goillonii* (lihat Tabel 1). Sedangkan tambak no. 4 dengan indeks keragaman (H') 1,70, indeks keseragaman (E) 0,54, dengan nilai *true diversities* 6, menggambarkan jumlah spesies yang efektif 6 dari 23 spesies yang ada, sementara spesies yang dominan terdapat 2 jenis, yaitu *Amphora lineata* dan *Rhizosolenia setigera* (lihat Tabel 1).

Jumlah spesies yang banyak belum tentu lebih bagus dibandingkan dengan jumlah spesies yang lebih sedikit, tergantung dengan jumlah spesies yang efektif hidup di ekosistem tersebut. Tambak no 6 dengan jumlah spesies (*species richness*) 21 ternyata lebih baik dibandingkan dengan tambak no. 4 dengan jumlah spesies (*species richness*) 23, karena tambak no 6 mempunyai spesies yang efektif (*effective numbers of species*) sebanyak 13 jenis, sedangkan tambak 4 hanya mempunyai spesies efektif 6 jenis.

Tambak no. 5, 6, 7, dan 8 mempunyai nilai *true diversities* yang lebih tinggi dibandingkan tambak-tambak yang lainnya, yaitu antara 10,78 sampai 12,8. Hal ini menunjukkan bahwa tambak-tambak tersebut lebih bagus dibandingkan dengan

tambak yang lainnya yang diikuti dengan munculnya spesies *Gramatophora angulosa* pada tambak-tambak tersebut.

4.1.4. Indeks Nygaard (In)

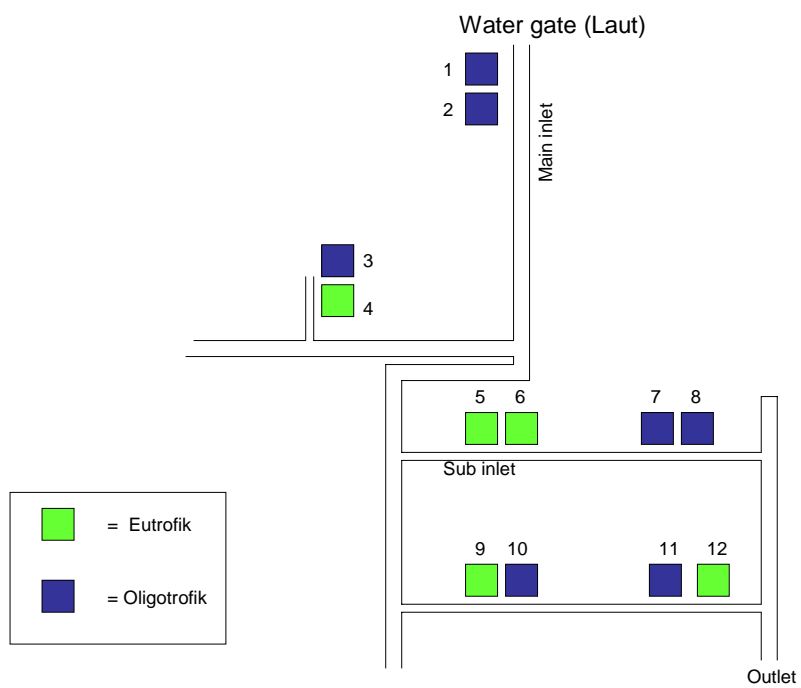
Indeks Nygaard ditentukan dengan mencari rasio antara jumlah macam spesies yang terdapat pada Ordo Centrales dan jumlah spesies pada Ordo Pennales. Kisaran Indeks Nygaard ditetapkan antara 0-0,2, yang berarti habitat tersebut dalam kondisi oligotrofik, dan 0,2-3,0, yang berarti habitat yang diamati tersebut dalam kondisi eutrofik. Analisis indeks Nygaard pada masing-masing tambak terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Indeks Nygaard Diatom Epipellic pada Tambak Penelitian

No. Tambak	Ordo Centrales	Ordo Pennales	Indeks Nygaard	Keterangan
1	1	23	0,04	Oligotrofik
2	1	122	0,01	Oligotrofik
3	5	50	0,10	Oligotrofik
4	22	74	0,30	Eutrofik
5	10	22	0,45	Eutrofik
6	19	49	0,39	Eutrofik
7	1	21	0,05	Oligotrofik
8	0	71	0,00	Oligotrofik
9	12	20	0,60	Eutrofik
10	3	37	0,08	Oligotrofik
11	4	43	0,09	Oligotrofik
12	18	22	0,82	Eutrofik
Rata-rata			0,24	

Indeks Nygaard pada tambak-tambak penelitian bervariasi antara 0 (tambak no. 8) sampai 0,82 (tambak no.12), dengan rata-rata 0,24. Dari hasil analisis data

berdasarkan indeks Nygaard tersebut, dapat dikelompokkan menjadi dua kategori, yaitu tambak dengan kondisi *oligotrofik* (tambak miskin hara) yang terdiri dari tambak no. 1,2,3,7,8,10,dan 11, serta tambak dengan kondisi *eutrofik* (kaya nutrien) yang terdiri dari tambak no. 4,5,6,9, dan 12 (Gambar 7).



Gambar 7. Pengelompokan Tambak Berdasarkan Indeks Nygaard

4.2. Kualitas Air

4.2.1. Parameter Fisika Air

Parameter fisika air yang diamati meliputi : suhu, kecerahan, dan muatan padatan tersuspensi (MPT). Suhu (*controlling factor*) merupakan salah satu parameter kualitas yang sangat penting karena mempengaruhi proses yang terjadi dalam ekosistem perairan, baik secara biologi maupun kimia. Sedangkan kecerahan air ditentukan oleh kepadatan plankton dan partikel tersuspensi yang ada dalam badan air. Data suhu, kecerahan dan MPT air masing-masing lokasi terdapat pada Tabel 4.

Tabel 4. Data Kualitas Fisika Air Tambak-Tambak Penelitian

Alamat Tambak	Suhu (°C)	Kecerahan (cm)	MPT (mg/l)
1	30,0 ± 0,0	30 ± 0	144±20
2	32,0 ± 0,0	80 ± 5	144±25
3	28,6 ± 0,2	65 ± 0	147±16
4	29,3 ± 0,2	70 ± 5	134±21
5	29,1 ± 0,0	80 ± 5	111±13
6	29,1 ± 0,1	65 ± 0	115±17
7	29,1 ± 0,0	50 ± 0	130±30
8	31,6 ± 0,0	65 ± 5	140±20
9	27,6 ± 0,0	120 ± 0	94±30
10	28,5 ± 0,2	90 ± 10	127±20
11	27,7 ± 0,0	100 ± 5	95±12
12	27,7 ± 0,1	90 ± 10	127±17
Rata-rata	29,2	76	124

a. Suhu

Dari data yang diperoleh, suhu air masing-masing lokasi berkisar antara 27,6° C-32° C, dengan rata-rata 29,2° C. Nilai suhu tersebut masih dalam standar untuk budidaya udang dan kehidupan organisme lainnya . Organisme akuatik memiliki kisaran suhu tertentu bagi pertumbuhannya, misalnya algae dari Filum Chlorophyta akan tumbuh dengan baik pada kisaran suhu 30° C-35° C, sedangkan diatom tumbuh baik pada suhu 20° C -30° C (Effendi, 2003). Filum Cyanophyta lebih dapat bertoleransi terhadap kisaran suhu yang lebih tinggi dibandingkan Filum Chlorophyta.

b. Muatan Padatan Tersuspensi

Muatan padatan tersuspensi (MPT) merupakan bahan-bahan tersuspensi (diameter < 1µm) yang tertahan pada saringan millipore dengan diameter pori 0,45 µm. MPT terdiri atas lumpur dan pasir halus serta jasad-jasad renik, yang terutama disebabkan oleh kikisan tanah yang terbawa ke badan air (Effendi, 2003). MPT pada tambak-tambak lokasi penelitian berkisar antara 94 ppm dan 147 mg/l dengan nilai rata-rata 124 mg/l. Nilai MPT terendah terdapat pada tambak no. 9 (94 mg/l), sedangkan nilai tertinggi pada tambak no. 3 (147 mg/l).

c. Kecerahan Air

Nilai kecerahan air tergantung pada warna dan tingkat kekeruhan air. Kecerahan air pada tambak-tambak penelitian berkisar antara 40 cm – 120 cm, dengan rata-rata 76 cm. Standar kecerahan air tambak udang sebelum tebar adalah 70-80cm, sedangkan standar kecerahan pada periode budidaya antara 30cm dan 45 cm (Howerton, 2001). Selanjutnya dikatakan oleh Howerton (2001) bahwa

kecerahan di bawah 30 mengindikasikan terjadinya *blooming* fitoplankton, sedangkan kecerahan lebih dari 45 cm mengindikasikan rendahnya kelimpahan fitoplankton, sehingga perlu dilakukan pemupukan (*fertilizing*). Warna air dipengaruhi oleh komposisi dan kelimpahan plankton, sedangkan kekeruhan dipengaruhi oleh bahan organik dan anorganik yang tersuspensi dan terlarut dalam air, baik berupa lumpur, pasir halus, plankton, dan mikroorganisme lainnya (APHA, 1976).

4.2.2. Parameter Kimia Air

Parameter kimia air yang diukur dalam penelitian ini antara lain : salinitas, pH air, alkalinitas, *biological oxigen demand* (BOD), *total organic matter* (TOM), Oksigen terlarut (DO), fosfat dan nitrat. Data parameter kimia air selama penelitian tersaji pada Tabel 5.

Tabel 5. Data Kualitas Kimia Air Tambak-Tambak Penelitian

No. Tbk	Salinitas (ppt)	pH	Alkali (mg/l)	BOD (mg/l)	DO (mg/l)	TOM (mg/l)	Fosfat (mg/l)	Nitrat (mg/lm)
1	30	8,8	108	20,1	4,5	8	0,08	0,01
2	29	8,6	101	16,1	5,0	4	0,38	0,01
3	28	8,1	113	20,1	4,4	14	0,44	0,01
4	28	8,2	117	44,3	4,3	15	0,54	0,01
5	26	7,2	97	7,0	3,2	36	0,23	0,03
6	27	8,7	95	14,0	6,7	28	0,27	0,05
7	26	8,6	97	4,7	6,3	44	0,36	0,07
8	26	7,2	90	46,7	3,2	40	1,38	0,01
9	26	8,0	99	24,8	5,6	23	0,46	0,01
10	25	8,4	101	29,4	6,6	18	0,78	0,01
11	24	8,4	90	20,1	6,7	3	0,57	0,01
12	26	8,7	100	8,4	8,7	24	0,19	0,01
Rerata	26.8	8,2	101	21,3	5,4	21	0,47	0,02

a. Salinitas

Salinitas air berkisar antara 24 ‰-30 ‰ dengan rata-rata 26,8 ‰. Pada kelompok tambak di sekitar pintu air (dekat pantai), yaitu tambak 1 sampai 2 mempunyai salinitas paling tinggi (29,5 ‰), sedangkan tambak yang lokasinya lebih jauh dari pintu air (*water gate*) mempunyai salinitas yang lebih rendah, yaitu tambak 9 sampai 12, dengan salinitas antara 24 ‰ sampai 26 ‰.

b. pH

Rata-rata pH pada lokasi yang diamati 8,2 dengan kisaran antara 7,2 dan 8,8. pH 7,2 terjadi pada tambak no. 5, sedangkan pH 8,8 terjadi pada pada tambak no. 1. Tingginya nilai pH pada tambak tersebut disebabkan karena kepadatan plankton yang tinggi, yang diindikasikan dengan kecerahan yang rendah (30cm). Kepadatan fitoplankton yang tinggi akan meningkatkan laju fotosintesis yang dilakukan oleh fitoplankton, sehingga akan mengurangi kadar CO₂ dalam air.

c. Alkalinitas

Alkalinitas berfungsi sebagai penyangga (*buffer*) terhadap perubahan pH perairan. Nilai alkalinitas pada lokasi penelitian rata-rata 101 ppm, dengan kisaran antara 90 mg/l sampai 117 mg/l. Tambak no. 8 dan no. 11 mempunyai nilai alkalinitas paling kecil (90 mg/l), sedangkan alkalinitas tertinggi terdapat pada pada

tambak no. 4 (117 mg/l). Standar minimal alkalinitas untuk budidaya udang adalah 100 ppm (SNI 01-7246-2006).

d. Biological Oxygen Demand (BOD)

BOD menggambarkan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroba aerob untuk mengoksidasi bahan organik menjadi karbondioksida dan air. Kadar BOD berbeda-beda tiap lokasi berdasarkan kandungan bahan organik dan aktivitas mikroba yang menguraikannya. Rata-rata nilai BOD pada lokasi penelitian adalah 21,3 ppm, dengan kisaran antara 4,7 mg/l dan 46,7 mg/l. BOD terbesar terdapat pada tambak no. 8, sedangkan nilai yang terkecil terdapat pada tambak no.7.

e. Oksigen terlarut

Oksigen terlarut atau *dissolved oxygen* (DO) dalam ekosistem tambak berasal dari fotosintesis fitoplankton dan kincir air (*paddlewheel*). Kadar oksigen berfluktuasi secara harian. Pada siang, hari oksigen terlarut cenderung lebih tinggi dibandingkan pada waktu pagi hari, hal ini terjadi karena meningkatnya aktivitas fotosintesis fitoplankton. Dari hasil pengukuran diperoleh data kadar oksigen terlarut rata-rata 5,4 mg/l, dengan kadar terkecil terdapat pada tambak no. 8, yaitu 3,2 ppm, dan terbesar pada tambak no. 12, yaitu 8,3 mg/l.

f. Fosfat dan nitrat

Fosfat dan nitrat merupakan unsur yang sangat penting dalam suatu ekosistem perairan. Kedua unsur tersebut termasuk *limiting factors* yang

digunakan untuk mendukung pertumbuhan biota air, terutama algae. Kadar fosfat rata-rata 0,47 ppm, dengan kisaran antara 0,08 mg/l dan 1,38 mg/l. Kadar fosfat tertinggi terjadi pada Tambak no. 8, yaitu 1,38 mg/l. Sedangkan kandungan nitrat rata-rata 0,02 mg/l, dengan kisaran antara 0,01 mg/l dan 0,07 mg/l. Kandungan nitrat tertinggi terdapat pada tambak no. 7.

4.2.3. Parameter Biologi Air

Parameter biologi air yang diamati adalah fitoplankton, yang meliputi kelimpahan, keanekaragaman, keseragaman, dan klorofil a. Dari pengukuran sampel air di lapangan diperoleh hasil seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Data Kualitas Biologi Air Tambak-Tambak Penelitian

No. Tambak	Indeks Keragaman Fitoplankton	Indeks Keseragaman Fitoplankton	Kelimpahan Fitoplankton (sel/liter)	Klorofil a air ($\mu\text{g/l}$)	Keterangan
1	0,63	0,03	3.053.850.000	65,04	Chlorella 81,9%
2	0,06	0,03	544.650.000	3,99	Chlorella 99,1%
3	0,66	0,34	321.950.000	8,10	Chlorella 68,3%
4	0,02	0,01	1.143.050.000	17,65	Chlorella 99,5%
5	0,05	0,03	352.350.000	9,42	Chlorella 99,3%
6	0,03	0,02	1.355.250.000	27,62	Chlorella 99,5%
7	0,01	0,01	1.951.700.000	50,22	Chlorella 99,9%

8	0,37	0,19	513.600.000	11,60	Chlorella 89,6%
9	0,10	0,06	163.050.000	25,47	Chlorella 98,1%
10	0,14	0,10	92.400.000	1,54	Chlorella 97,8%
11	0,71	0,45	241.900.000	13,54	Chlorella 49,5%
12	1,24	0,69	150.100.000	18,71	Chlorella 40%
Rata-rata	0,33	0,16	823.654.167	21,9	Chlorella 85,2%

a. Indeks Keragaman dan Keseragaman

Indeks keragaman fitoplankton rata-rata sangat kecil, yaitu 0,33. Hal ini terjadi karena adanya dominansi jenis fitoplankton tertentu, yaitu *Chlorella* dengan dominansi rata-rata 85%. Hal ini dapat pula dilihat dari indeks keseragaman fitoplankton, yaitu 0,16. Indeks keragaman tertinggi terdapat pada tambak no. 12, yaitu 1,24, sedangkan indeks keragaman terkecil terdapat pada tambak no. 7, yaitu 0,01. Pada tambak no. 12 tersebut indeks keseragaman relatif lebih besar (0,69), sedangkan dominansi *Chlorella* hanya 40%. Nilai keseragaman yang mendekati nol menunjukkan bahwa fitoplankton tersebut komposisinya semakin tidak seragam, yang berarti adanya dominansi jenis tertentu.

b. Kelimpahan Fitoplankton dan Klorofil a Air

Kelimpahan fitoplankton pada lokasi penelitian rata-rata 823.654.167 sel/liter, kelimpahan fitoplankton terbesar terdapat pada tambak no.1 (3.053.850.000 sel/liter) dan kelimpahan terkecil terdapat pada petak 10, yaitu 92.400.000 sel/liter.

Komposisi dan kelimpahan fitoplankton mempengaruhi warna dan kecerahan air tambak. Warna air tambak pada lokasi penelitian berwarna hijau muda sampai hijau, yang mengindikasikan adanya dominasi fitoplankton dari Klas Chlorophyceae, yaitu *Chlorella* (85%). Selain *Chlorella*, jenis fitoplankton lainnya yang ditemukan antara lain : *Chaetoceros*, *Peridinium*, *Ciliata*, *Navicula*, *Oscillatoria*, *Nitzschia*, *Ampyphora*, *Chlamydomonas*, *Cyclotella*, *Skeletonema*, *Chroococcus*, *Nostoc*. Sedangkan jumlah klorofil a rata-rata 21,9 µg/liter, dengan jumlah terbesar terdapat pada tambak no. 1 (65,04 µg/liter) dan terkecil terdapat pada tambak no. 10 (1,54 µg/liter). Data jenis dan kelimpahan fitoplankton terdapat pada Lampiran 2.

4.3. Kualitas sedimen

Sedimen berperan sangat penting dalam suatu ekosistem perairan, disamping sebagai tempat menempel biota tertentu, sedimen berpengaruh juga terhadap kualitas air di atasnya. Hal ini karena sedimen mempengaruhi pertukaran senyawa yang ada antara air dan tanah. Pada penelitian ini, parameter kualitas sedimen yang diukur antara lain : klorofil a sedimen, tekstur, bahan organik, potensial redoks, pH tanah, dan kapasitas pertukaran kation (KPK). Data pengukuran kualitas tanah terdapat pada Tabel 7.

Tabel 7. Data Kualitas Sedimen Tambak-Tambak Penelitian

No. Tambak	Klorofil a sedimen (µg/g)	C Organik (%)	KPK (me/100g)	pH	ORP (mv)	Tekstur
1	15,31	2.11	14,4	6,5	34	Liat
2	8,62	0.84	14,3	7,1	99	Liat

3	27,83	0.61	3,1	7,0	18	Liat berpasir
4	17,24	0.42	3,1	7,4	47	Pasir
5	10,40	0.82	13,1	6,9	118	Liat
6	6,29	1.84	14,7	6,5	68	Liat
7	16,42	1.15	13,9	6,7	69	Liat
8	71,99	1.76	12,5	6,8	49	Liat
9	32,6	1.93	12,7	6,8	107	Liat
10	29,0	0.97	10,4	6,7	126	Liat berpasir
11	21,3	1.73	9,9	6,8	67	Liat berpasir
12	20,5	0.89	12,3	6,7	109	Liat
Rerata	21,5	1.26	11.20	6,8	76	

4.3.1. Klorofil sedimen

Klorofil a sedimen yang terdapat pada lokasi tambak penelitian bervariasi antara 6,29 µg/g – 71,99 µg/g dengan rata-rata 21,5 µg/g. Kandungan klorofil a tertinggi terdapat pada tambak no. 8, sedangkan kandungan terendah terdapat pada tambak no. 6. Adanya klorofil dalam sedimen membuktikan bahwa adanya *benthic algae* yang hidup pada sedimen, baik pada permukaan maupun dalam sedimen (*epipellic*).

4.3.2. Bahan Organik

Semua bahan organik mengandung karbon (C) berkombinasi dengan satu atau lebih elemen lainnya. Karbon organik dalam ekosistem tambak berasal dari tumbuhan atau biota akuatik maupun limbah dari sisa pakan dan kotoran udang. Kandungan karbon organik yang rendah menyebabkan terhambatnya pertumbuhan algae, sedangkan kandungan organik yang terlalu tinggi akan menyebabkan tingginya kebutuhan oksigen (*oxygen demand*) untuk menguraikannya. Karbon organik pada lokasi tambak

penelitian bervariasi antara 0,42 % sampai 2,11 %, dengan rata-rata 1,25%.

Kandungan karbon organik tertinggi terdapat pada tambak no. 1 dan terendah tambak no. 4. Kandungan bahan organik tanah pada tambak-tambak tersebut termasuk dalam klasifikasi tanah mineral dengan kandungan bahan organik cukup, sehingga cocok untuk kegiatan budidaya, seperti yang terdapat pada Tabel 8.

Tabel 8. Klasifikasi Kandungan Bahan Organik Tanah

C Organik (%)	Keterangan
> 15	Tanah organik, tidak baik untuk budidaya
3,1-15	Tanah mineral dengan kandungan bahan organik tinggi
1,0-3,0	Tanah mineral, kandungan bahan organik cukup, cocok untuk budidaya
< 1,0	Tanah mineral dengan kandungan bahan organik yang rendah

Sumber : Boyd, 2003

Kandungan bahan organik tersebut didukung dengan nilai potensial reduksi oksidasi (*oxidation reduction potential/*ORP) di atas nol (positif). Dari hasil pengukuran ORP tanah dasar tambak, rata-rata nilai ORP berkisar antara 18 mv – 126 mv dengan rata-rata 76 mv..

4.3.3. Kapasitas Pertukaran Kation dan Tekstur Tanah

Kapasitas pertukaran kation (KPK) atau *Cation exchange capacity* (CEC) merupakan kapasitas tanah untuk menyerap atau menukar kation yang dinyatakan dalam *miliequivalen/100 g* tanah (Boyd, 1990). KPK masing-masing lokasi bervariasi antara 3,10 me/100g sampai 14,70 me/100g dengan rata-rata 11,20 me/100g.

Kapasitas pertukaran ion dipengaruhi oleh tekstur tanah, semakin tinggi kandungan liat, semakin tinggi kapasitas pertukaran kation tanah (Boyd, 1990). Tekstur tanah pada tambak-tambak penelitian terdiri dari liat (tambak no. 1,2,5,6,7,8,9,12), pasir (tambak no. 4), dan liat berpasir (tambak no. 3, 10,11) (Lampiran 3).

4.4. Analisis Hubungan antara Diatom Epipellic dengan Kualitas Air dan Sedimen

Berdasarkan analisis statistik nonparametrik (korelasi Spearman) menunjukkan bahwa kelimpahan diatom epipellic tidak mempunyai hubungan yang erat dengan parameter kualitas air maupun sedimen, tetapi indeks keragaman dan true diversities diatom epipellic dipengaruhi beberapa parameter kualitas air dan sedimen. Parameter kualitas air yang mempunyai hubungan yang erat antara lain alkalinitas dengan nilai korelasi (r_s) 0,75, *total organic matter* ($r_s = 0,71$), dan nitrat ($r_s = 0,66$) seperti yang terdapat pada Lampiran 4,5, dan 6. Alkalinitas berfungsi sebagai penyangga (*buffer*) terhadap perubahan pH perairan. Penyusun utama alkalinitas perairan antara lain : anion bicarbonat (HCO_3^-), karbonat (CO_3^{2-}), dan hidroksida (OH^-). Anion bicarbonat (HCO_3^-) digunakan oleh diatom sebagai sumber karbon untuk fotosintesis, sehingga ketersediaan alkalinitas yang cukup sangat mempengaruhi keberadaan diatom yang hidup di perairan. Bahan organik yang terlarut dalam air dalam jumlah yang cukup sangat dibutuhkan oleh diatom.

Berdasarkan penelitian Miho *et al.* (2005), kandungan bahan organik berpengaruh terhadap indeks diatom yang berhubungan dengan tingkat kesuburan. Bahan organik akan terdekomposisi menjadi nitrogen yang dibutuhkan oleh algae untuk pertumbuhannya (Boyd, 1990), sedangkan nitrat sangat dibutuhkan oleh algae untuk pertumbuhannya. Algae menggunakan nitrogen dalam bentuk nitrat dan amonium.

Kualitas sedimen yang berhubungan erat dengan keragaman diatom epipellic antara lain: KPK tanah ($r_s = 0,72$), kandungan liat ($r_s = 0,65$), kandungan bahan organik ($r_s = 0,62$) seperti yang terdapat pada Lampiran 7, 8 dan 9. Kemampuan tanah untuk menyerap atau menukar kation (KPK tanah) mempunyai arti penting di dalam serapan hara oleh tanaman, kesuburan tanah, retensi hara dan pemupukan. KPK tanah mempengaruhi kemampuan mengikat hara yang ditambahkan ke dalam tanah karena penambahan hara melalui pemupukan akan diikat oleh permukaan koloid tanah. Semakin tinggi nilai KPK semakin tinggi tingkat kesuburan tanah tersebut. Sedangkan bahan organik tanah diperlukan sebagai sumber nitrogen bagi pertumbuhan algae serta sumber karbon untuk proses fotosintesis. Kandungan bahan organik yang terlalu tinggi tidak baik bagi ekosistem perairan, karena dapat menghasilkan gas-gas beracun seperti amonia dan nitrit serta menurunkan kadar oksigen terlarut, tetapi dalam jumlah yang cukup sangat dibutuhkan oleh algae (Boyd, 1990). Dengan adanya hubungan antara keragaman diatom epipellic dengan kualitas air dan sedimen tersebut menunjukkan bahwa diatom epipellic dapat dijadikan sebagai indikator kualitas lingkungan tambak untuk budidaya udang.

Bila dikaitkan dengan nilai *true diversities*, beberapa parameter kualitas air dan sedimen berpengaruh terhadap diatom epipellic. Alkalinitas antara 95 mg/l dan 100 mg/l menghasilkan keragaman yang baik bagi diatom epipellic, sedangkan *total organic matter* yang cocok dengan pertumbuhan diatom epipellic berkisar antara 28 mg/l dan 44 mg/l (Tabel 5). Tekstur tanah dasar berpengaruh terhadap *true diversities* diatom epipellic. Tanah liat lebih cocok untuk pertumbuhan diatom epipellic dibandingkan dengan tanah berpasir. Sedangkan kandungan C organik yang cukup (1% - 2%) diperlukan untuk pertumbuhan diatom epipellic secara optimal (Tabel 7).

4.5. Analisis Cluster

Analisis *cluster* termasuk dalam *interdependence Techniques*, yang berarti tidak ada variabel dependen maupun variabel independen. Analisis ini bertujuan untuk mengelompokkan tambak-tambak penelitian berdasarkan karakteristik tertentu. Dalam hal ini akan dilakukan analisis cluster berdasarkan keragaman dan *true diversities* diatom epipellic, parameter kualitas air (alkalinitas, nitrat, TOM), dan parameter kualitas sedimen (kandungan liat, c organik tanah, kapasitas pertukaran kation). Dari hasil analisis *cluster* dengan menggunakan program SPSS menunjukkan bahwa:

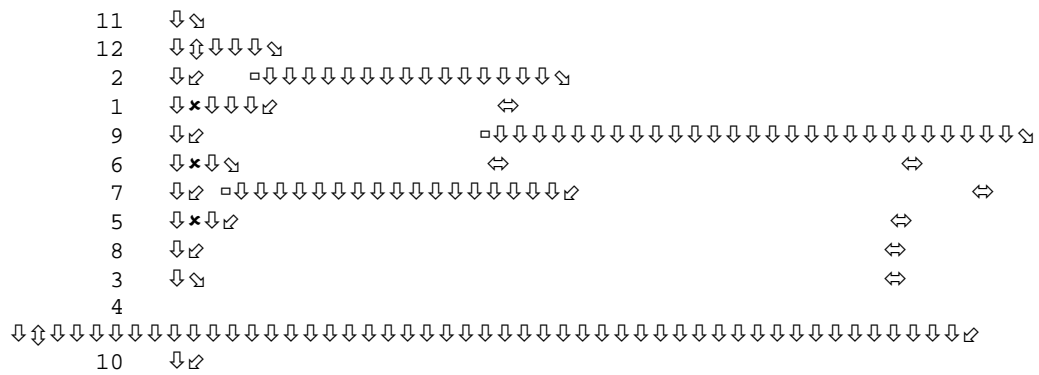
- Berdasarkan keragaman Diatom Epipellic dan *true diversities*, tambak-tambak yang dijadikan obyek penelitian dibagi menjadi 2 kelompok yang memiliki

karakteristik yang sama (Lampiran 10), yaitu kelompok pertama terdiri dari tambak no. 3,4, dan10, sedangkan kelompok kedua terdiri dari tambak no. 1,2,5,6,7,8, 9,11, dan 12.

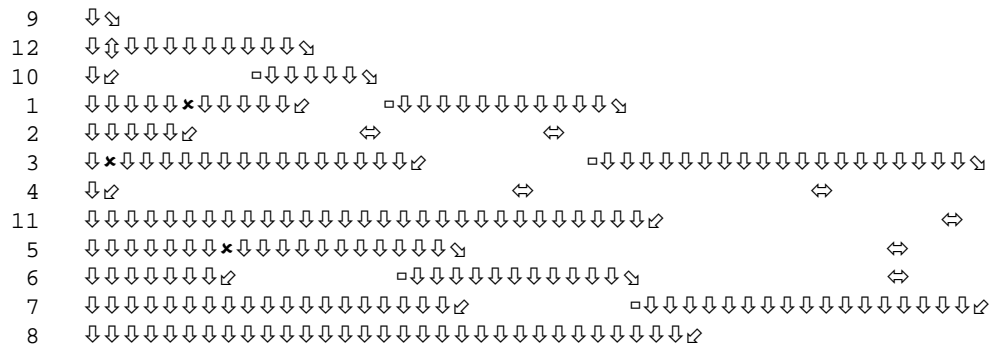
- Berdasarkan parameter kualitas air (alkalinitas, nitrat, dan TOM), tambak-tambak yang dijadikan obyek penelitian dibagi menjadi 2 kelompok yang memiliki karakteristik yang sama (Lampiran 11), yaitu kelompok pertama terdiri dari tambak no. 5,6,7, dan 8, sedangkan kelompok kedua terdiri dari tambak no. 1,2,3,4,9,10,11, dan 12.
- Berdasarkan parameter kualitas sedimen (kapasitas pertukaran ion, kandungan c organik, dan tekstur), tambak-tambak yang dijadikan obyek penelitian dibagi menjadi 2 kelompok yang memiliki karakteristik yang sama (Lampiran 12), yaitu kelompok pertama terdiri dari tambak no. 3, 4, dan 10, sedangkan kelompok kedua terdiri dari tambak no. 1,2,5,6,7,8,9,11, dan 12

Pengelompokan tambak berdasarkan analisis cluster dapat dilihat dengan jelas pada Gambar 8 (dendogram) dan Lampiran 13. Dari Gambar 8 tersebut terlihat bahwa hasil analisis cluster menunjukkan struktur diatom epipellic (keragaman dan *true diversities*) mempunyai kemiripan dengan kualitas sedimen tambak udang.

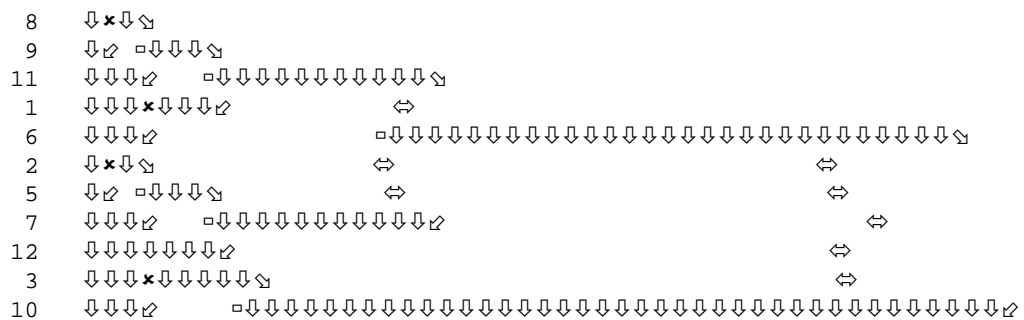
a. Diatom Epipellic



b. Kualitas Air



c. Kualitas Sedimen



Gambar 8. Dendrogram Diatom Epipellic (a), Kualitas Air (b), dan Sedimen (c)

Nilai *true diversities* dan keragaman terbaik, yang terdapat pada tambak no. 5,6,7, dan 8 sangat berkaitan erat dengan kualitas air (alkalinitas, nitrat, dan TOM) karena membentuk cluster yang sama. Kualitas air dan diatom epipellic yang hidup pada keempat tambak tersebut terdapat pada Tabel 9.

Tabel 9. Kualitas Air pada Tambak dengan Nilai Keragaman dan *True Diversities*

Terbaik

No. Tambak	Keragaman	True diversities	Alkalinitas (ppm)	TOM (ppm)	Nitrat (ppm)	Diatom Epipellic
5	2,45	11,58	97	36	0.03	<i>Gramatophora angulosa</i>
6	2,55	12,80	95	28	0.05	
7	2,54	12,67	97	44	0.07	
8	2,38	10,78	90	40	0.01	

Sedangkan nilai *true diversities* dan keragaman yang paling buruk, yang terdapat pada tambak no. 3,4, dan 10, berkaitan erat dengan kualitas sedimen (kapasitas pertukaran kation, kandungan c organik, dan kandungan liat/tekstur) karena membentuk cluster yang sama. Kualitas sedimen dan diatom epipellic yang hidup pada ketiga tambak tersebut terdapat pada Tabel 10.

Tabel 10. Kualitas Sedimen pada Tambak dengan Nilai Keragaman dan *True**Diversities* Terburuk

No. Tambak	Keragaman	True diversities	KPK (me/100g)	C Organik (%)	Tekstur	Diatom Epipellic
3	1,73	5,62	3,1	0,61	Liat berpasir	<i>Amphiprora alata</i>
4	170	5,48	3,1	0,42	Pasir	
10	1,78	5,91	10,4	0,97	Liat berpasir	

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

5.1.1. Kesimpulan Umum

Berdasarkan analisis dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa keragaman diatom epipellic dapat dijadikan indikator kualitas lingkungan tambak untuk budidaya udang.

5.1.2. Kesimpulan Khusus

1. Diatom epipellic di kawasan pertambakan mempunyai kelimpahan cukup tinggi (54 sel/ cm^2) dengan jumlah spesies yang cukup banyak (46), yang didominasi oleh *Nitzschia* dan *Pleurosigma*. Nilai *true diversities* tertinggi (tambak no. 5,6,7,8) ditandai dengan munculnya spesies *Gramatophora angulosa*, sedangkan *true diversities* terendah (tambak no. 3,4,10) ditandai dengan munculnya *Amphiprora alata*.
- 2 Keragaman diatom epipellic dipengaruhi oleh : alkalinitas ($r_s = 0,75$), *total organic matter* ($r_s = 0,71$), dan nitrat ($r_s = 0,66$), sedangkan parameter kualitas sedimen yang berhubungan erat dengan keragaman dan *true diversities* diatom epipellic, antara lain : kapasitas pertukaran kation ($r_s =$

0,72), tekstur tanah ($r_s = 0,65$), dan bahan organik ($r_s = 0,62$). Cluster diatom epipellic lebih menyerupai kualitas sedimen dari pada kualitas air tambak.

5.2. Saran

1. Perlunya memanfaatkan diatom epipellic sebagai indikator kualitas lingkungan tambak untuk budidaya udang.
2. Perlu dilakukan penelitian tentang komposisi diatom epipellic di kawasan pertambakan udang dengan kualitas lingkungan yang lebih ekstrim (tercemar) guna menentukan tingkat kesuburan dan dominasi spesies tertentu dari tambak tersebut.
3. Perlu dilakukan penelitian tentang diatom epipellic pada periode sampling yang berbeda selama periode pemeliharaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Almeida, S.F.P. 2001. Use of Diatom for Freshwater Quality Evaluation in Portugal. *Limnetica*, 20(2) : 205-213. Asociation Espanola de Limnologia, Madrid, Spain
- APHA. 1992. *Standart Methods for The Examination of Water and Wastewater, 16th Edition*. American Public Health Association, Washington DC. 76 pages.
- Badan Standar Nasional (BSN). 2006. *Produksi Udang Vanname (Litopenaeus vannamei) di Tambak dengan Teknologi Intensif (SNI 01-7246)*. Dirjen Perikanan, Jakarta.
- Barbour, M.T., Gerritsen, J., Snyder, B.D., Stribling, J.B. 1999. *Rapid Bioassessment Protocols for se in Stream and Wadeable Rivers : Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish, Second Edition*. EPA 841-B-99-002. U.S. Environmental Protection Agency ; Office of Water; Washington D.C.
- Basmi, J. 1999. *Planktonologi : Chrysophyta-Diatom Penuntun Identifikasi*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- _____. 2000. *Planktonologi : Plankton sebagai Bioindikator Kualitas Perairan*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Boyd, C.E. 1990. *Water Quality in Pond for Aquaculture*. Department of Fisheries and Allied Aquacultures. Auburn University, Alabama, USA
- _____. 2002. Understanding Pond pH. *Global Aquaculture Advocate*. June.
- _____. 2003. Organic Matter in Pond Bottom Sedimen. *Global Aquaculture Advocate*. April 2003.

- _____. 2004a. Secchi Disk Visibility : Correct Measurement, Interpretation. *Global Aquaculture Advocate*. February 2004.
- _____. 2004b. Feeding Affects Pond Water Quality. *Global Aquaculture Advocate*. June.
- _____. 2004c. Sediment Microbiology, Management. *Global Aquaculture Advocate*. October 2004.
- Boyd, C.E., Wood, C.W., Thunjai T. 2002. Aquaculture Pond Bottom Soil Quality Management. *Pond Dynamic/ Aquaculture Collaborative Research Support Programe*, Oregon State university, Corvallis, Oregon.
- Davis, D. Allen, Samocha T.M., Boyd C.E. 2004. Acclimating Pacific White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*, to Inland, Low-Salinity Waters. *Southern Regional Aquaculture Center (SRAC) Publication No. 2601*, June. USA.
- Durborow, R.M, Crosby D. M, Brunson M.W. 1997. Ammonia in Fish Pond. *Southern Regional Aquaculture Center (SRAC)*, Publication No. 462, June. USA.
- Eaton, J.W. and Moss, B. 1966. The Estimation of Numbers and Pigment Content in Epipellic Algal Population. *Limnology and Oceanography*, 11 : 585-595.
- Effendi, H. 2003 . *Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta. 258 halaman.
- Eyre, B.D. dan Ferguson, A.J.P. 2002. Comparison of Carbon Production and Decomposition, Benthic Nutrient Fluxes and Denitrification an Seagrass, Phytoplankton, Benthic Microalgae and Macroalgae Dominated Warm Temperate Australian Lagoons. *Marine Ecology Progress Series*, 229:43-59. Australia
- Ghosal, S. Rogers, M. and Wray, A. 2000. Turbulent Life of Phytoplankton. *Proceeding of The Summer Program 2000, Centre for Turbulence Research*, pp. 1-45.
- Gould, D.M and Gallagher E.D. 1990. Field Measurement of Specific rate, biomass, and Primary production of benthic diatoms of Salvin hill Cove, Boston. *Limnology and Oceanography*, 35 (8) : 1757-1770.

- Harding, W.R., Archibald C.M., Taylorb, J.C. 2005. The Relevance of Diatom for Water Quality Assessment in South Africa : *A position paper. Water SA*, 31 (1), January
- Hargreaves, John A. 1999. Control of Clay Turbidity in Ponds. *Southern Regional Aquaculture Center (SRAC)*, Publication No.460. May.
- _____. 2003. Pond Mixing. *Southern Regional Aquaculture Center (SRAC)*, Publication No.4602. July.
- Hendrarto, B.1994. Struktur Komunitas Diatom Dasar di Ekosistem Hutan Mangrove Tropika, North Queensland, Australia. *Majalah Ilmiah Perikanan*, II (1).
- _____. 2007. *Panduan Praktikum Ekosistem dan Sumberdaya Alam Pantai*. Program Pascasarjana Magister Manajemen Sumberdaya Pantai Universitas Diponegoro, Semarang.
- Howerton, R. 2001. Best Management Practices for Hawaiian Aquaculture. *Centre for Tropical and Subtropical Aquaculture*, Publication No. 148, August.
- Jackson, C.J. and Wang, Y.G. 1998. Modelling Growth Rate of *Penaeus monodon* Fabricus in Intensive Managed Pond : Effect of Temperature, Pond Age, and Stocking Density. *Aquaculture Research*, 29 :27-36.
- Kahlert, M. 2001. *Biomass and Nutrient Status of Benthic Algae in Lakes*. Acta Upsaliensis. Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from The Faculty of Science and Technology.
- Kelly, A.N. 1997. Paleolimnological Analysis of Sediments from Killiarney Lake, Manitoba. *Thesis*. Department of Botany University of manitoba Winnipeg, Manitoba, Canada.
- Latt, U.W. 2002. Shrimp Pond Waste Management. *Aquaculture Consultant*. July-September. 7 (3) : 11-16.
- Liboriussen L. and Jeppensen E. 2003. Temporal Dynamic in Epipellic, Pelagic and Epiphytic Algal Production in a Clear and a Turbid Shallow lake. *Fresh Water Biology*, 48 (3) : 418-431
- Lou jost. 2006. Entropy and Diversity (Opinion). *OIKOS*, 113:2.

- Lysakova, M., Kitner, M., and Poulickova A. 2007. The Epipellic Algae of Fishpond of Central and Northern Moravia (The Czech Republic). *Fottea, Olomouc*, 7(1): 69-75.
- Miho, A., Caka, A., Carcani. 2005. Diatom in The Stomach Content of Barbel (Barbus Meridionalis) from Shkumbini River (Central Albania). *Journal of Environmental Protection and Ecology (JEPE)*, 6 (2) : 253-259
- Picinska-Faltynowicz, J. 2007. Ecological Status of The River Nysa Luzycka (Lausitzer Neisse) Assessed by Epilithic Diatoms. *Proceeding of The 1st Central European Diatom meeting. Berlin*. Page : 129-134.
- Pomeroy Lawrence R. 1959. Algal Productivity in Salt Marshes of Georgia. *Limnology and Oceanography*, 4 (4). 386-397.
- Ravera, O.1978. Biological Aspects of Freshwater Pollution. *Proceedings of The Course Held at The Joint Research Centre of The Commission of The European Communities, Ispra, Italy*.
- Reynolds, C.S. 1990. *The Ecology of Freshwater Phytoplankton. Third Edition*. Cambridge University Press, New York.
- Round, F.E. 1993. *A Review and Methods for The use of Epilithic Diatoms for Detecting and Monitoring Change in River Water Quality. Methods for The Examination of Water and Associated Materials*. HMSO Books, London.
- Salim, A. 2007. *Penelitian Deskriptif Interpretatif*. Direktorat Profesi Pendidik Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik Dan Tenaga Kependidikan Departemen Pendidikan Nasional.
- Salmin. 2005. Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan oksigen Biologi (BOD) sebagai Salah satu Indikator Menentukan Kualitas air. *Oseana*, XXX (3) : 21-26.
- Santoso, S. 2005 . *Seri Solusi Bisnis Berbasis TI Menggunakan SPSS untuk Statistik Multivariat*. Penerbit PT Elex Media Komputindo Kelompok Gramedia, Jakarta.
- Stevenson, J. R. 2002. *Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers :Periphyton Protocols, Second edition*. U.S. Environmental Protection Agency Policy. Washington DC.

- Sukran, D., Nurhayat, D., Didem, Elmaci. 2006. Relationships Among Epipellic Diatom Taxa, Bacterial Abundances and Water Quality in a Highly Polluted Stream Catchment, Bursa – Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 112 (1-3) : 1-22.
- Taylor, J.C., Yuuren, J.V., Pieterse, A.J.H. 2007. The Application and Testing of Diatom-Based Indices in the Vaal and Rivers, South Africa. *Water SA*, 33 (1), January.
- Tucker, C.S. 1991 . Water Quantity and Quality Requirements for Channel Catfish Hatcheries. *Southern Regional Aquaculture Center (SRAC)*, Publication No. 461. November 1991.
- Vollenweider, R.A., Talling, J.F., Westlake, D.F. 1974. *A Manual on Methods for Measuring Primary Production in Aquatic Environment. Second Edition.* Blackwell Scientific Publications Osney Mead, Oxford, London.
- Wasielesky, W, Bianchini, A, Sanchez, C.C, Poersch, L.H. 2003. The effect of Temperature, Salinity and Nitrogen Products on Food Consumption of Pink Fartantepenaeus paulensis. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 46 : 135-141
- Watanabe M.M., Mayama S., Hiroki M. and Hiyashoyi N. 2000. Biomass, Species Composition and Diversity of Epipelagic Algae in Mire Pools. *Hidrobiologia*, 421 (1) : 91-102.
- Winter, J.G. and Duthie, H.C. 2000. Stream Epilithic, Epipellic and Epiphytic Diatoms : Habitat Fidelity and Use in Biomonitoring. *Aquatic Ecology, Springer Netherlands*, 34 (4).
- Wurts, W.A., Masser, M.P. 2004. Liming Pond for Aquaculture. *Southern Regional Aquaculture Center (SRAC)* Publication No.4100.
- Zelaya, O, Boyd, C.E., Coddington, D.R., Green B.W. 2001. Effect of Water Recirculation on Water Quality and Bottom Soil in Aquaculture Ponds. Ninth Work Plan, *Effluent and Pollution Research 4*. Department of Fisheries and Allied Aquacultures, Auburn University, Alabama, USA.

