

**PERTUMBUHAN UDANG WINDU (*Penaeus monodon* Fabr.) PADA
TAMBAK INTENSIF YANG MENGGUNAKAN BIOFILTER DI BALAI
BESAR PENGEMBANGAN BUDIDAYA AIR PAYAU
JEPARA, JAWA TENGAH**

Oleh :
Yuni Indriati
C02498039

SKRIPSI



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR**

Januari, 2003

G/MSP
2003
0041

IPB University
a Hic epta mita IPB University
IPB University



**PERTUMBUHAN UDANG WINDU (*Penaeus monodon*, Fabr.) PADA
TAMBAK INTENSIF YANG MENGGUNAKAN BIOFILTER DI BALAI
BESAR PENGEMBANGAN BUDIDAYA AIR PAYAU
JEPARA, JAWA TENGAH**

Oleh :
YUNI INDRIATI
C02498039

SKRIPSI
Sebagai Salah Satu Syarat untuk
Memperoleh Gelar Sarjana di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
Januari, 2003**

Yuni Indriati (C02498039). Pertumbuhan Udang windu (*Penaeus monodon*, Fabr.) pada Tambak Intensif yang Menggunakan Biofilter Di Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau Jepara, Jawa Tengah. Di bawah bimbingan Ismudi Muchsin dan Rita Rachmawati.

RINGKASAN

Ditinjau dari segi ekonomi, udang windu merupakan jenis udang yang diunggulkan untuk dibudidayakan. Hal ini disebabkan udang windu mampu tumbuh cepat dan mencapai ukuran besar di tambak, mempunyai harga relatif tinggi di pasaran, mampu bertoleransi dengan kisaran salinitas maupun temperatur yang cukup lebar, mempunyai konversi makanan yang cukup baik dan mempunyai kulit yang keras sehingga tidak menyulitkan dalam penanganan. Agar pelaksanaan budidaya udang windu dengan sistem intensif bisa berhasil dengan baik, salah satu faktor yang dipandang perlu untuk dilaksanakan adalah melalui pengelolaan kualitas air tambak secara baik. Dengan penggunaan biofilter diharapkan kualitas air dapat dipertahankan pada kisaran optimum untuk menunjang pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang. Pertumbuhan pada udang merupakan proses penambahan ukuran bertahap, yaitu penambahan bobot dan panjang dengan tiba-tiba pada setiap rangkaian pergantian kulit. Pertumbuhan merupakan salah satu penentu besarnya populasi udang pada media air laut, air tawar maupun yang dibudidayakan di tambak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan udang windu pada tambak intensif yang menggunakan prinsip kerja biofilter.

Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei-Juni 2002 di Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau Jepara, Jawa Tengah. Pengambilan contoh udang dilakukan pada dua tambak yaitu tambak pemeliharaan I (G2) dan II (G3) dengan menggunakan anco. Luas masing-masing tambak tersebut adalah 4000 m². Dua tambak yang diteliti mendapatkan masukan air setelah melewati kolam-kolam biofilter yang terdiri dari kolam ikan nila, bandeng, kolam pengendapan, kolam kerang hijau dan kolam rumput laut. Padat tebar udang di kedua tambak tersebut adalah 25 ekor/m². Kolam biofilter rumput laut ditanami rumput laut (*Gracilaria sp.*) sebanyak 200 kg dengan luas kolam sebesar 4500 m², dimana kolam tersebut disekat menjadi tiga bagian dengan luas masing-masing 1500 m². Luas kolam sedimentasi /outlet yaitu sebesar 500 m². Kolam biofilter nila ditebari ikan nila dengan ukuran ± 50,0 gram/ekor sebanyak 1500 ekor dengan luas kolam 2000 m². Kolam biofilter bandeng ditebari ikan bandeng dengan ukuran ± 66,7 gram/ekor sebanyak 2500 ekor dengan luas kolam 2500 m². Pada kolam sedimentasi yang terletak setelah kolam biofilter bandeng memiliki luas sebesar 200 m². Sedangkan kolam biofilter kerang hijau ditanami kerang hijau sebanyak 300 kg dengan luas kolam sebesar 4000 m². Pengambilan contoh udang pertama dimulai setelah biofilter diaktifkan yaitu setelah 30 hari tebar. Pengukuran panjang total dan bobot tubuh udang windu pada masing-masing tambak dilakukan 10 hari sekali sebanyak 4 kali. Jumlah udang yang diukur setiap penarikan contoh sebanyak ± 200 ekor di masing-masing tambak. Analisis pertumbuhan udang dilakukan dengan menggunakan model pertumbuhan Von Bertalanffy. Parameter fisika-kimia air yang diukur meliputi oksigen terlarut, suhu, salinitas, pH, kecerahan, TSS, nitrogen (amonia), nitrit dan fosfat.

Analisis terhadap 832 ekor udang windu di tambak pemeliharaan I (G2) dan 856 ekor di tambak pemeliharaan II (G3) menghasilkan persamaan pertumbuhan panjang total udang sebagai berikut :

$$L_{GI} = 10,14 (1 - e^{-0,73(t+0,33)})$$

$$L_{GII} = 12,53 (1 - e^{-0,23(t+1,35)})$$

Nilai K di tambak pemeliharaan I (G2) dan tambak pemeliharaan II (G3) masing-masing sebesar 0,73 dan 0,23. Nilai K di tambak pemeliharaan I (G2) lebih besar daripada tambak pemeliharaan II (G3), hal itu berarti udang di tambak pemeliharaan I (G2) lebih cepat mencapai panjang tak terhingga (L_{∞}) dibandingkan tambak pemeliharaan II (G3). Panjang tak terhingga (L_{∞}) udang di tambak pemeliharaan I (G2) dan tambak pemeliharaan II (G3) masing-masing sebesar 10,14 cm dan 12,53 cm. Pertambahan panjang total rata-rata udang windu di tambak pemeliharaan I (G2) dan II (G3) masing-masing sebesar 0,97 cm dan 1,00 cm per 10 hari. Sedangkan pertambahan bobot tubuh rata-rata udang windu di tambak pemeliharaan I (G2) dan II (G3) masing-masing sebesar 2,10 gram dan 2,20 gram per 10 hari. Laju pertumbuhan harian udang di tambak pemeliharaan I (G2) dan II (G3) masing-masing sebesar 1,80% dan 2,00%. Secara umum pertumbuhan udang pada tambak intensif yang menggunakan biofilter ini masih kurang optimum.

Berdasarkan hasil pengukuran parameter kualitas air di tambak pemeliharaan I (G2), tambak pemeliharaan II (G3) dan kolam-kolam biofilter, dapat disimpulkan bahwa kualitas air secara umum layak untuk kehidupan dan pertumbuhan udang, kecuali untuk salinitas dan kecerahan. Tingginya nilai salinitas diduga akibat dari evaporasi yang tinggi karena penelitian ini berlangsung saat musim kemarau dan sangat sedikitnya masukan air baru dari luar tambak, mengingat tambak ini adalah tambak *closed recirculation system*. Nilai kecerahan air yang tinggi terjadi pada awal pengamatan. Hal tersebut diduga terjadi karena populasi plankton masih rendah dan sisa pakan belum banyak. Nilai kecerahan air yang rendah terjadi diakhir pengamatan. Hal tersebut diduga terjadi karena ukuran udang yang semakin besar sehingga sisa pakan dan ekskresi udang juga semakin banyak dan semakin terakumulasi.

Secara umum, biofilter yang digunakan dalam penelitian ini mampu mempertahankan kualitas air pada kisaran optimum untuk menunjang pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang. Namun demikian pertumbuhan pada tambak pemeliharaan kurang optimal. Hal tersebut disebabkan karena pertumbuhan udang dipengaruhi banyak faktor selain kualitas air.

SKRIPSI

Judul Penelitian : **PERTUMBUHAN UDANG WINDU (*Penaeus monodon*, Fabr.)
PADA TAMBAK INTENSIF YANG MENGGUNAKAN
BIOFILTER DI BALAI BESAR PENGEMBANGAN
BUDIDAYA AIR PAYAU JEPARA, JAWA TENGAH**

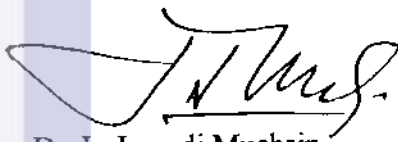
Nama : Yuni Indriati

Nomor Pokok : C02498039

Program Studi : Manajemen Sumberdaya Perairan

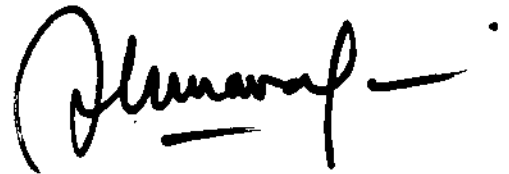
Menyetujui :

I. Komisi Pembimbing



Dr. Ir. Ismudi Muchsin

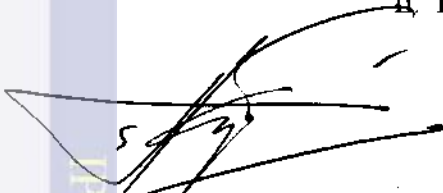
Ketua



Ir. Rita Rachmawati, M.Si.

Anggota

II. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan



Ir. Sigid Hariyadi, M.Sc.

Ketua Program Studi



Dr. Indra Jaya, M.Sc.

Pembantu Dekan I

Tanggal ujian : 17 Januari 2003

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar belakang	1
B. Perumusan masalah	1
C. Tujuan	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	3
A. Biologi dan taksonomi udang	3
B. Pertumbuhan udang windu	4
C. Kualitas air bagi kepentingan budidaya udang	6
a. Suhu	6
b. Salinitas	7
c. Kecerahan dan TSS	7
d. Oksigen terlarut	8
e. pH	9
f. Fosfat	9
g. Amonia	9
h. Nitrit	11
D. Tambak ramah lingkungan	11
III. METODE PENELITIAN	17
A. Waktu dan tempat	17
B. Alat dan bahan	18
C. Cara pemasangan biofilter	18
D. Cara pemeliharaan udang	19
E. Cara pengambilan contoh udang windu	19
E. Metode pengukuran parameter kualitas fisika-kimia air	20
F. Analisis data	21
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	23
A. Pertumbuhan udang windu	23
B. Parameter fisika-kimia perairan	27
1. Parameter fisika	27
a. Suhu	27
b. Salinitas	28
c. Kecerahan dan TSS	30
2. Parameter kimia	31

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Udang windu (<i>Penaeus monodon</i> , Fabr.)	3
2. Kurva pertumbuhan panjang	4
3. Kurva pertumbuhan berat	5
4. Petakan tambak ramah lingkungan	12
5. Proses yang terjadi di tandon pada sedimen, nutrisi dan zat toksik	14
6. Petakan tambak dengan kolam-kolam biofilter	17
7. Cara pemasangan biofilter rumput laut	18
8. Grafik pertumbuhan bobot tubuh selama pengamatan	25
9. Grafik pertumbuhan panjang total selama pengamatan	25
10. Nilai rata-rata suhu selama pengamatan di tiap kolam	28
11. Nilai rata-rata salinitas selama pengamatan di tiap kolam	29
12. Nilai rata-rata TSS selama pengamatan di tiap kolam	30
13. Nilai rata-rata oksigen terlarut selama pengamatan di tiap kolam	30
14. Nilai rata-rata pH selama pengamatan di tiap kolam	32
15. Nilai rata-rata amoniak selama pengamatan di tiap kolam	33
16. Nilai rata-rata nitrit selama pengamatan di tiap kolam	34
17. Nilai rata-rata fosfat selama pengamatan di tiap kolam	35

1. Untuk menguji apakah ada pengaruh dari kepadatan stocking
 2. Untuk menguji apakah ada pengaruh dari jenis pakan
 3. Untuk menguji apakah ada pengaruh dari jenis tambak
 4. Untuk menguji apakah ada pengaruh dari jenis biofilter
 5. Untuk menguji apakah ada pengaruh dari jenis udang
 6. Untuk menguji apakah ada pengaruh dari jenis air
 7. Untuk menguji apakah ada pengaruh dari jenis sedimen
 8. Untuk menguji apakah ada pengaruh dari jenis nutrisi
 9. Untuk menguji apakah ada pengaruh dari jenis zat toksik
 10. Untuk menguji apakah ada pengaruh dari jenis petakan tambak
 11. Untuk menguji apakah ada pengaruh dari jenis kolam-kolam biofilter
 12. Untuk menguji apakah ada pengaruh dari jenis cara pemasangan biofilter
 13. Untuk menguji apakah ada pengaruh dari jenis grafik pertumbuhan
 14. Untuk menguji apakah ada pengaruh dari jenis nilai rata-rata
 15. Untuk menguji apakah ada pengaruh dari jenis suhu
 16. Untuk menguji apakah ada pengaruh dari jenis salinitas
 17. Untuk menguji apakah ada pengaruh dari jenis TSS
 18. Untuk menguji apakah ada pengaruh dari jenis oksigen terlarut
 19. Untuk menguji apakah ada pengaruh dari jenis pH
 20. Untuk menguji apakah ada pengaruh dari jenis amoniak
 21. Untuk menguji apakah ada pengaruh dari jenis nitrit
 22. Untuk menguji apakah ada pengaruh dari jenis fosfat



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Hasil pengukuran panjang total udang windu (<i>P. monodon</i>) selama pengamatan	42
2. Hasil analisis pertumbuhan <i>P.monodon</i> , Fabr di tambak pemeliharaan I (G2)	46
3. Hasil analisis pertumbuhan <i>P.monodon</i> , Fabr di tambak pemeliharaan II (G3).....	47
4. Perhitungan uji Z terhadap nilai L_{∞} udang windu (<i>P. monodon</i> , Fabr.....	48
5. Nilai rata-rata parameter fisika-kimia air pada tiap lokasi pengamatan.....	49
6. Analisis laju pertumbuhan harian.....	50

Halaman ini adalah bagian dari dokumen yang telah diproses oleh sistem manajemen dokumen IPB University. Untuk informasi lebih lanjut, silakan kunjungi situs web IPB University.

I. PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Prospek udang windu (*Penaeus monodon*, Fabr.) sebagai salah satu komoditas ekspor non migas tampaknya masih mempunyai peluang yang cukup cerah dan memberikan peranan yang sangat penting dalam perekonomian Indonesia, khususnya dalam peningkatan pendapatan nelayan. Agar pelaksanaan budidaya udang windu dengan sistem intensif bisa berhasil dengan baik, maka salah satu faktor yang dipandang perlu untuk dilaksanakan adalah melalui pengelolaan kualitas air tambak secara baik. Dengan penggunaan biofilter diharapkan kualitas air tambak dapat dipertahankan pada kisaran optimum untuk menunjang pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang.

Ditinjau dari segi teknis maupun ekonomi, udang windu merupakan jenis udang yang diunggulkan untuk dibudidayakan. Hal ini disebabkan udang windu mampu tumbuh cepat dan mencapai ukuran besar di tambak, mempunyai harga relatif tinggi di pasaran, mampu bertoleransi dengan kisaran salinitas maupun temperatur yang cukup lebar, mempunyai konversi makanan yang cukup baik dan mempunyai kulit yang keras sehingga tidak menyulitkan dalam penanganan (Kontara *et al.*, 1986).

Pertumbuhan udang merupakan proses penambahan ukuran bertahap, yaitu penambahan bobot dan panjang dengan tiba-tiba pada setiap rangkaian pergantian kulit. Pertumbuhan merupakan salah satu penentu besarnya populasi udang pada media air laut, air tawar maupun yang dibudidayakan di tambak.

B. Perumusan masalah

Peningkatan aktivitas dan perkembangan usaha budidaya udang windu secara intensif dapat menimbulkan dampak negatif terhadap kualitas lingkungan. Penurunan kualitas air tambak dapat berasal dari kegiatan budidaya udang di dalam tambak. Pada usaha budidaya tambak udang secara intensif yang ditandai dengan padat tebar yang tinggi, umumnya pemberian pakan buatan dilakukan dalam jumlah lebih banyak jika dibandingkan dengan tambak sistem semi intensif ataupun tambak tradisional. Tetapi dalam kenyataannya, tidak semua pakan yang diberikan dikonsumsi habis oleh udang. Sisa-sisa pakan akan menumpuk sejalan dengan umur udang sehingga akan menambah bahan organik dalam tambak. Untuk mencegah hal tersebut, perlu dilakukan penelitian aspek pengelolaan air buangan (limbah)

pemeliharaan udang agar air tersebut dapat segera dimanfaatkan kembali atau tidak mengurangi daya dukung suatu perairan. Jika akumulasi sisa pakan dan ekskresi udang lebih besar daripada kemampuan penguraian secara alami, maka kualitas lingkungan akan menurun.

Peningkatan bahan organik dan unsur hara pada batas-batas tertentu akan meningkatkan produktivitas perairan. Akan tetapi jika bahan organik terus meningkat sampai melampaui daya dukung perairan dapat menurunkan kualitas perairan karena munculnya gas-gas beracun (H_2S , CH_4 dan lain-lain), menurunkan pH dan oksigen terlarut. Akumulasi amonia dan ketersediaan oksigen pada tingkat konsentrasi tertentu akan membahayakan kehidupan dan dapat menghambat pertumbuhan.

Pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup udang sangat ditentukan oleh kualitas air. Kualitas air yang terlalu fluktuatif menyebabkan udang akan mengeluarkan energi lebih besar untuk beradaptasi terhadap kondisi tersebut, sehingga energi yang didapat udang dari pakan untuk pertumbuhannya menjadi berkurang. Selain itu kualitas air yang buruk akan menyebabkan udang stres dan mengakibatkan menurunnya pertumbuhan, tingkat kelangsungan hidup dan juga udang mudah terserang penyakit.

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan upaya mempercepat proses penguraian bahan organik dan amonia air bekas pemeliharaan udang windu sebelum mencapai tingkat tercemar. Suatu tambak intensif dengan prinsip kerja biofilter akan dimanfaatkan untuk tujuan tersebut.

C. Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pertumbuhan udang windu pada tambak intensif yang menggunakan prinsip kerja biofilter.



III. TITIKSAJIAN PUSTAKA

A. Biologi dan taksonomi udang

Udang windu termasuk dalam golongan filum krustase yang hidup di dasar perairan (bentik), tidak menyukai cahaya terang, bersifat kanibal terutama pada keadaan lapar, ekskresi amonia cukup tinggi, dan untuk pertumbuhan membutuhkan fase ganti kulit (Adisukresno *in* Niman, 2002).

Menurut Suwignyo *in* Niman (2002) taksonomi udang windu adalah sebagai berikut :

Filum : Crustacea

Kelas : Malacostraca

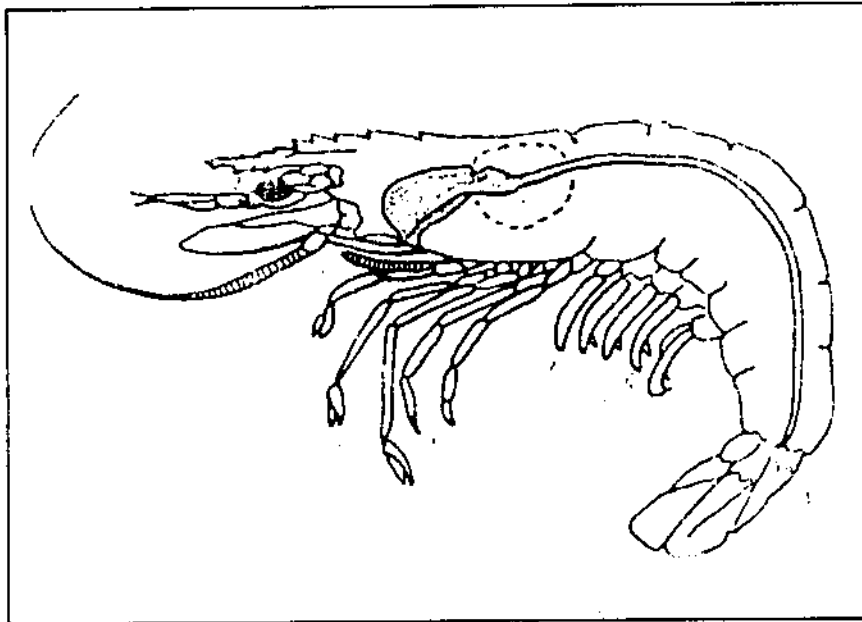
Subkelas : Decapoda

Ordo : Natantia

Famili : Penaeidae

Genus : *Penaeus*

Spesies : *Penaeus monodon*, Fabricius



Sumber : Poemomo, 1988

Gambar 1. Udang windu (*Penaeus monodon*, Fabr.)

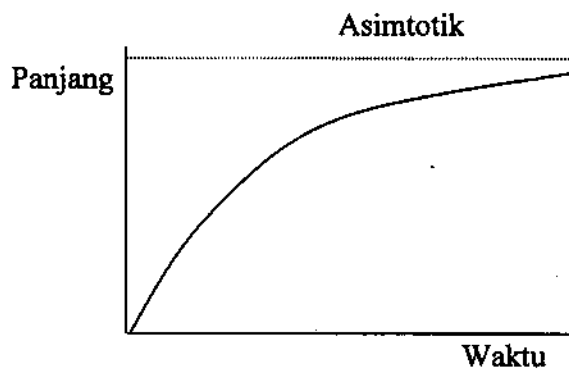
Udang bersifat omnivora, juga pemakan detritus dan sisa-sisa organik lainnya, baik hewani maupun nabati. Pada tingkat *mysis*, makanan udang terdiri dari campuran diatom, zooplankton yang terdiri dari *Trochopora*, *Balanus*, *Copepoda*, dan larva *Polychaeta* (Villaluz *et al.* in Bima, 1989)

B. Pertumbuhan udang windu

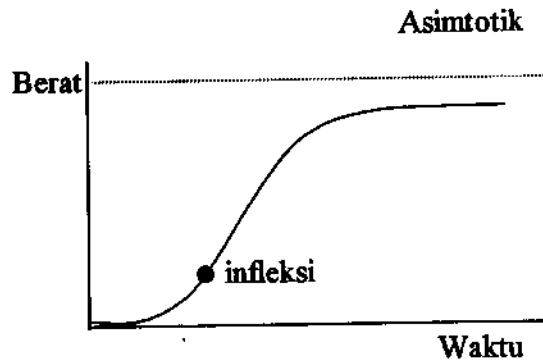
Pertumbuhan merupakan fenomena penggunaan makanan oleh organisme dan hal ini berupa pertambahan panjang, berat maupun volume sehubungan dengan waktu.

Apabila panjang diplotkan dengan umur hasilnya adalah suatu kurva dengan sudut antara kurva dengan sumbu Y yang semakin besar dengan bertambahnya umur sehingga garis kurva tersebut mendekati garis asimtotik yang sejajar dengan sumbu X (Gambar 2). Kurva berat dan umur juga mendekati asimtotik atas, tetapi bentuknya *sigmoid* yang tidak simetri dengan titik infleksi, yang menunjukkan pada titik itu pertumbuhan udang meningkat dibandingkan dengan pertumbuhan sebelumnya. Kurva pertumbuhan berat ini dapat dilihat pada Gambar 3.

Pertumbuhan nisbi adalah panjang atau berat yang dicapai dalam satu periode waktu tertentu dihubungkan dengan panjang atau berat pada awal periode tersebut.



Gambar 2. Kurva pertumbuhan panjang



Gambar 3. Kurva pertumbuhan berat

Pertumbuhan dipengaruhi oleh banyak faktor, diantaranya :

1. Jenis makanan : makanan yang mengandung protein akan memacu pertumbuhan
2. Ukuran makanan : menentukan pencernaan makanan yang diserap
3. Jumlah ikan : mempengaruhi kesediaan makanan
4. Faktor lingkungan : suhu, oksigen, kualitas air dan lain-lainnya
5. Kondisi ikan : umur, keturunan dan pengaruh genetik

Villahuz *et al.* in Bima (1989) berpendapat bahwa pertumbuhan udang berhubungan dengan pergantian kulit. Hal ini disebabkan karena penambahan ukuran udang tidak mungkin terjadi sewaktu tubuh udang masih terbungkus rangka luarnya. Menurut Wickins in Bima (1989) cara pendugaan ini mengandung kelemahan, karena meskipun pada krustase pertumbuhan berhubungan langsung dengan pergantian kulit, sebaliknya pergantian kulit dapat saja terjadi tanpa adanya pertumbuhan. Udang windu merupakan jenis udang yang mempunyai pertumbuhan paling cepat di antara beberapa spesies udang yang dibudidayakan. Poernomo (1988) mengatakan bahwa daya dukung atau mutu lingkungan berpengaruh nyata pada kehidupan udang yang dimanifestasikan pada kesehatan dalam pertumbuhan. Kondisi padat dalam tambak yang ditimbulkan akibat penebaran yang tinggi berpengaruh nyata pada kesehatan dan pertumbuhan.

Adiwijaya *et al.* (2001) mencatat penambahan panjang total dan bobot tubuh rata-rata udang windu di dua tambak (tambak I dan II) dengan sistem resirkulasi tertutup masing-masing adalah sebesar 1,28 cm per 10 hari dan 1,92 gram per 10 hari. Masa pemeliharaan

dua tambak tersebut adalah 60 hari. Tambak tersebut menggunakan dua petak pembesaran, dua buah parit/internal yang diisi ikan sebagai biofilter dan satu petak karantina/petak air suplai dengan padat tebar awalnya ± 35 ekor/m².

Sedangkan pertumbuhan udang windu di dua tambak (H-2 dan H-3) yang tebar tanggal 15 Juli 2002 tanpa biofilter di BBPBAP memiliki pertambahan panjang total dan bobot tubuh rata-rata di tambak H-2 masing-masing adalah sebesar 1.60 cm per 10 hari dan 2.57 gram per 10 hari. Pertambahan panjang total dan bobot tubuh rata-rata di tambak H-3 masing-masing adalah sebesar 1.53 cm per 10 hari dan 2.42 gram per 10 hari. Masa pemeliharaan dua tambak tersebut adalah 60 hari. Tambak tersebut terdiri dari dua petak pembesaran, satu petak tandon dan satu saluran pengendapan dengan kepadatan tebar awalnya ± 10 ekor/m².

C. Kualitas air bagi kepentingan budidaya udang

Air merupakan media budidaya udang di tambak dan memegang peranan sangat penting karena kualitas dan kuantitas air sangat menentukan keberhasilan dalam budidaya udang. Parameter kualitas air yang berperan dalam budidaya udang antara lain suhu, salinitas, kecerahan, padatan tersuspensi (TSS), oksigen terlarut, pH, kesadahan, nitrogen (amonia), nitrit dan fosfat.

a. Suhu

Suhu air sangat berkaitan dengan konsentrasi oksigen dalam air dan laju konsumsi oksigen hewan air. Suhu air berbanding terbalik dengan konsentrasi jenuh oksigen terlarut dan berbanding lurus dengan laju konsumsi oksigen hewan air serta laju reaksi kimia dalam air (Ahmad, 1992). Florkin *in* Bima (1989) menyatakan bahwa kenaikan suhu perairan akan diikuti dengan kenaikan laju metabolisme, akibatnya akan mempengaruhi pertumbuhan udang. Jika suhu air meningkat maka konsumsi oksigen oleh udang juga meningkat dan sebaliknya menurunkan kelarutan oksigen dalam air. Hal ini ditegaskan oleh Wardoyo (1997) yang menyatakan bahwa suhu air mempengaruhi reaksi kimia yang terjadi di dalam perairan maupun reaksi biokimia dalam tubuh udang. Lebih lanjut dinyatakan apabila suhu air lebih kecil atau sama dengan 26°C dan lebih besar atau sama dengan 40°C konsumsi udang berkurang atau berhenti sama sekali. Suhu air yang optimal untuk perkembangan hidup udang adalah antara 28-30°C. Pada kisaran suhu tersebut konsumsi oksigen cukup tinggi sehingga nafsu makan udang tinggi, di bawah suhu 25-18°C nafsu makan udang menurun.

b. Salinitas

Sebagian besar udang laut yang dibudidayakan bersifat *euryhaline* artinya mudah beradaptasi dengan fluktuasi salinitas yang terjadi karena perubahan iklim dan faktor hidrologi pada daerah pantai (Chien, 1992). Kunvankij *et al.* (1986) menambahkan bahwa udang yang lebih muda dapat mentolerir fluktuasi salinitas yang lebih besar daripada udang dewasa. Pasca Larva (PL) dari banyak spesies udang Penaeid dapat lebih tahan pada kisaran salinitas yang besar dan tidak berpengaruh terhadap kehidupan dan pertumbuhan mereka. Osmoregulasi akan efisien pada salinitas 3-5‰ untuk juvenil dan 15-50‰ untuk dewasa. Walaupun toleransi *P. monodon* terhadap salinitas tinggi, tetapi dalam budidaya sebaiknya salinitas dipertahankan pada kadar optimal untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang.

Harris (1988) menyatakan bahwa udang mempunyai tekanan osmosis cairan *haemolimp* tertentu sesuai ukuran, sehingga jika salinitas tidak sesuai akan mengakibatkan porsi energi (yang berasal dari makanan) udang untuk kepentingan osmoregulasi menjadi besar. Menurut Ahmad (1992), salinitas yang optimal adalah 12-20‰. Mortalitas akan tinggi dan pertumbuhan juvenil akan menurun pada salinitas lebih kecil dari 10‰ untuk awal PL, 15-20‰ untuk akhir PL, dan 15-25‰ untuk juvenil. Salinitas 15-25‰ merupakan salinitas yang optimal untuk pembesaran *P. monodon* (Boyd *in* Chien, 1992). Namun demikian pemeliharaan udang pada salinitas rendah menurut Wang *et al in* Tarsim (2000) dapat mencegah timbulnya penyakit *white spot*. Perubahan salinitas juga akan mengakibatkan tingginya mortalitas *P. monodon*.

c. Kecerahan dan *Total Suspended Solid* (TSS)

Kecerahan air merupakan fungsi dari bahan yang tersuspensi dan koloid dalam air, untuk perairan tambak bahan-bahan tersebut terutama terdiri dari plankton (Wardoyo, 1997). Fitoplankton terdiri atas berbagai jenis yang masing-masing dicerminkan oleh warna air (Ahmad, 1992). Dominasi plankton ditentukan oleh perbandingan nitrogen dan fosfor serta salinitas. Chlorophyceae yang berwarna hijau biasa mendominasi air bersalinitas rendah. Diatom yang berwarna kecoklatan biasa mendominasi perairan dengan N : P lebih kecil dari 10-20 : 1. Dinoflagellata yang berwarna merah dan dapat mengeluarkan racun tumbuh subur pada perairan dengan N : P dibawah 10 : 1. Semua plankton menjadi berbahaya jika kecerahan air kurang dari 25 cm. Menurut Wardoyo (1997), kecerahan yang baik bagi udang adalah 31-45 cm.

Dampak dari TSS yang tinggi adalah sedimentasi yang selanjutnya menyebabkan perairan menjadi semakin dangkal. Disisi lain, penumpukan bahan organik di dasar tambak berakibat pada meningkatnya proses dekomposisi yang akan mengurangi kandungan oksigen perairan dan menghasilkan bahan-bahan toksik seperti amonia, H_2S , CH_4 , NO_2 dan lain-lain.

d. Oksigen terlarut

Seperti organisme yang lain, udang memerlukan oksigen untuk bernafas. Oksigen yang diserap oleh udang dimanfaatkan dalam proses metabolisme, baik untuk pembentukan sel baru (pertumbuhan) dan untuk gerak maupun untuk pergantian sel yang rusak (Ahmad, 1992). Selanjutnya Kontara *et al.* (1986) mengatakan, udang lebih sensitif terhadap perubahan oksigen terlarut daripada perubahan suhu. Pada konsentrasi oksigen yang rendah (lebih rendah dari 50% konsentrasi jenuh), tekanan parsial oksigen dalam air tidak cukup tinggi untuk memungkinkan penetrasi oksigen ke dalam *lamella* insang udang sehingga udang mati lemas. Konsentrasi jenuh adalah konsentrasi saat jumlah molekul oksigen yang lepas dari air sama dengan jumlah molekul oksigen yang masuk ke dalam air (Boyd, 1991). Konsentrasi jenuh oksigen terlarut bervariasi menurut tekanan udara, temperatur, salinitas dan kandungan gas lain dalam air.

Konsentrasi oksigen terlarut sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang. Menurut Boyd (1991) konsentrasi oksigen terlarut yang kurang dari 1 mg/l akan mengakibatkan kematian apabila berlangsung dalam beberapa jam. Pertumbuhan akan lambat pada konsentrasi 1-5 mg/l bila berlangsung kontinyu. Untuk pertumbuhan yang baik, konsentrasi oksigen terlarutnya adalah 5 mg/l (kejenuhan). Sekitar 35% mortalitas udang terjadi jika oksigen terlarut lebih kecil dari 1 mg/l dan tingkat respirasi *P. monodon* tetap konstan pada oksigen terlarut di atas 3,0 sampai 4,0 mg/l pada salinitas 4-45‰ dan temperatur 20-30 °C (Chien, 1992)

Oksigen dalam tambak berasal dari fotosintesis, air masuk, aerasi dan difusi, sedangkan pengeluaran oksigen adalah karena pergantian air, respirasi organisme akuatik, dan oksidasi yang terjadi dalam lingkungan tambak. Perbedaan laju fotosintesis pada siang hari dan laju respirasi pada malam hari mengakibatkan perubahan konsentrasi oksigen terlarut. Pada waktu dini hari kadar oksigen dalam air dapat rendah sekali sedangkan pada siang hari dapat menjadi keadaan lewat batas jenuh. Saat-saat kritis di tambak terjadi pada waktu dini hari (01.00-06.00 WIB), dan pada siang hari saat cuaca cerah biasanya terjadi peningkatan oksigen.

e. pH

Menurut Kungvankij *et al.* (1986) pH air kolam menunjukkan kesuburan dan daya produktivitas (produktivitas potensial) dari kolam tersebut. Derajat keasaman menyebabkan lingkungan perairan (tambak) layak atau tidak layak bagi udang, karena pH mempengaruhi laju reaksi kimia serta tekanan osmosis yang terjadi di perairan dan tubuh udang (Wardoyo, 1997). Adanya proses fotosintesis di perairan akan memanfaatkan CO_2 di perairan sehingga mengubah sistem kesetimbangan $\text{HCO}_3^- - \text{CO}_2$ dan hidrolisis yang ada, yang pada akhirnya meningkatkan pH perairan.

Nilai pH yang ideal untuk udang adalah 6,8-9,0, sedangkan pH air 4,5-6,0 dan 9,8-11,0 mengganggu metabolisme udang. Pada pH kurang dari 4,0 dan lebih dari 11,0 udang akan mati (Wardoyo, 1997). Menurut Chien (1992), pH dibawah 6,0 akan terjadi kematian yang tinggi pada *P. monodon* dan pada pH 3,5 terjadi kematian 100% jika berlangsung selama 20 jam. Nilai pH yang disarankan untuk budidaya *P. monodon* adalah 7,5-8,5.

f. Fosfat

Fosfat adalah nutrien yang dibutuhkan untuk pertumbuhan fitoplankton dan merupakan faktor pembatas (Boyd, 1991). Pada tambak yang diberi pakan buatan, ekskresi dari udang akan menambah fosfat dalam tambak. Fosfat yang berlebihan dapat menimbulkan *blooming* fitoplankton. *Blooming* fitoplankton berbahaya karena jika terjadi *die-off* (kematian masal) akan menyebabkan penurunan oksigen terlarut yang besar dan timbul senyawa beracun seperti NH_3 dan H_2S . Pada sistem air mengalir pada umumnya fosfat tidak terakumulasi karena pergantian air cepat, sedangkan pada kolam tergenang akumulasi nutrien dapat mengakibatkan konsentrasi fosfor meningkat yang ditandai dengan kelimpahannya fitoplankton yang tinggi. Menurut Rheinheimer (1991), fosfat dalam perairan berasal dari fosfolipid, gula terfosforilasi, dan phitin. Mikroorganisme penting untuk merombak senyawa fosfat. Mikroorganisme perombak senyawa fosfor ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) adalah *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Bacillus*, *Micrococcus*, dan *E. coli*.

g. Amonia

Amonia-nitrogen khususnya amonia bebas (NH_3) sangat beracun bagi hewan air dan dapat bertambah hingga konsentrasi yang membahayakan dalam budidaya udang intensif. Penumpukan NH_3 dalam air akan mempercepat laju penembusan NH_3 dan menghambat pengeluaran NH_3 melalui dinding sel udang (Cahyadi, 1992). Akumulasi ion amonium (NH_4^+)

dalam cairan tubuh udang dalam jumlah banyak dapat menimbulkan gangguan metabolisme yang mengarah pada penurunan laju pertumbuhan atau bahkan kematian. Tingginya amonia juga akan meningkatkan konsumsi oksigen oleh jaringan, kerusakan insang dan menurunnya kemampuan darah dalam mentransportasikan oksigen dalam tubuh (Boyd, 1991). Pada konsentrasi *sublethal* dapat menyebabkan perubahan histologis pada ginjal, limpa, tiroid dan darah serta menurunnya daya tahan terhadap penyakit (Boyd, 1982). Boyd, (1982) mengemukakan bahwa konsentrasi *sublethal* amonia ialah 0,006-0,340 mg/l NH₃ sedangkan konsentrasi *lethal* (dalam 24-72 jam) amonia adalah antara 0,400 mg/l dan 2,00 mg/l. Ahmad (1992) menyatakan bahwa konsentrasi amonia total di tambak sebaiknya tidak lebih dari 0,500 mg/l. Konsentrasi amonia sebesar 0,500 mg/l mampu menurunkan laju pertumbuhan udang sampai 50%. Lebih lanjut dinyatakan bahwa konsentrasi amonia yang aman bagi udang adalah 0,1 mg/l. Amonia-nitrogen ada dalam dua bentuk di dalam air yaitu amonia bebas (NH₃) dan ion amonium (NH₄⁺) (Boyd,1991). Reaksi keseimbangan dalam air ialah sebagai berikut :



Keseimbangan konsentrasi amonia bebas dan amonium dalam air dipengaruhi oleh temperatur dan pH (Boyd, 1991). Proporsi amonia bebas akan meningkat dengan meningkatnya temperatur dan pH. Toksisitas amonia-nitrogen tergantung pada besarnya konsentrasi amonia bebas (NH₃) (Boyd, 1982). Amonium (NH₄⁺) tidak membahayakan karena tak mampu menembus dinding sel insang udang (Ahmad, 1992). Daya racun amonia (NH₃) akan meningkat jika kandungan oksigen terlarut dalam air rendah. Jika kadar oksigen tak mencukupi dan pH meningkat diluar kisaran toleransi hidup udang, maka kematian akan semakin tinggi karena disamping amonia meningkat, daya tahan udang juga menurun. Apabila kadar oksigen terlarut kurang dari 2 mg/l, maka akan mengakibatkan udang stress atau bahkan menimbulkan kematian, sedangkan pada konsentrasi oksigen lebih dari 4 mg/l, amonia tidak terlalu berbahaya (Boyd,1991).

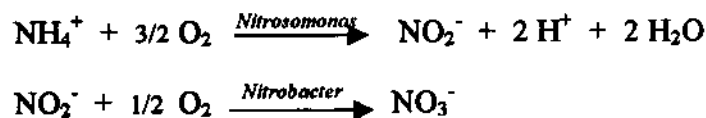
Amonia dalam tambak berasal dari sisa metabolisme hewan air dan dari dekomposisi bahan organik oleh bakteri (Boyd, 1991). Bahan organik tersebut berasal dari sisa pakan, kotoran udang, maupun dalam bentuk plankton dan bahan organik tersuspensi (Ahmad,1992).

Secara alami bahan organik-nitrogen dalam tambak akan didekomposisi oleh bakteri heterotrop melalui proses amonifikasi dan denitrifikasi menjadi senyawa-senyawa anorganik

seperti amonia. Bakteri heterotrop ini mengkonsumsi oksigen kemudian melepas CO₂ dan amonia dengan mengoksidasi bahan organik (Moriarty in Tarsim,2000). Bakteri pengoksidasi bahan organik antara lain *Achromobacter*, *Pseudomonas*, *Flavobacterium* dan *Moraxella* (Best *et al.*, in Tarsim, 2000). Karakteristik dan intensitas dekomposisi tergantung pada keberadaan oksigen yang terlarut. Jika kadar oksigen terlarut tinggi, maka proses dekomposisi akan berlangsung secara aerob. Sedangkan proses anaerob akan terjadi bila kadar oksigen terlarutnya rendah. Dekomposisi anaerob berbahaya karena menghasilkan senyawa-senyawa beracun seperti amonia. Dekomposisi bahan organik secara anaerob lebih lambat daripada aerob (Boyd, 1982). Semakin lama umur budidaya udang, laju dekomposisi anaerob akan semakin tinggi yang menyebabkan produk anaerobik seperti amonia lebih dominan terutama pada sedimen.

h. Nitrit

Nitrit merupakan senyawa turunan amonia. Amonia hasil dekomposisi akan diubah menjadi nitrit dan nitrat melalui proses nitrifikasi oleh bakteri nitrifikasi (Boyd,1982). Proses nitrifikasi berlangsung melalui dua tahap. Tahap pertama adalah oksidasi amonia menjadi nitrit oleh bakteri *Nitrosomonas sp.* dan tahap kedua adalah oksidasi nitrit menjadi nitrat oleh bakteri *Nitrobacter sp.*. Reaksi nitrifikasi menurut Best *et al.* in Tarsim (2000) adalah sebagai berikut :



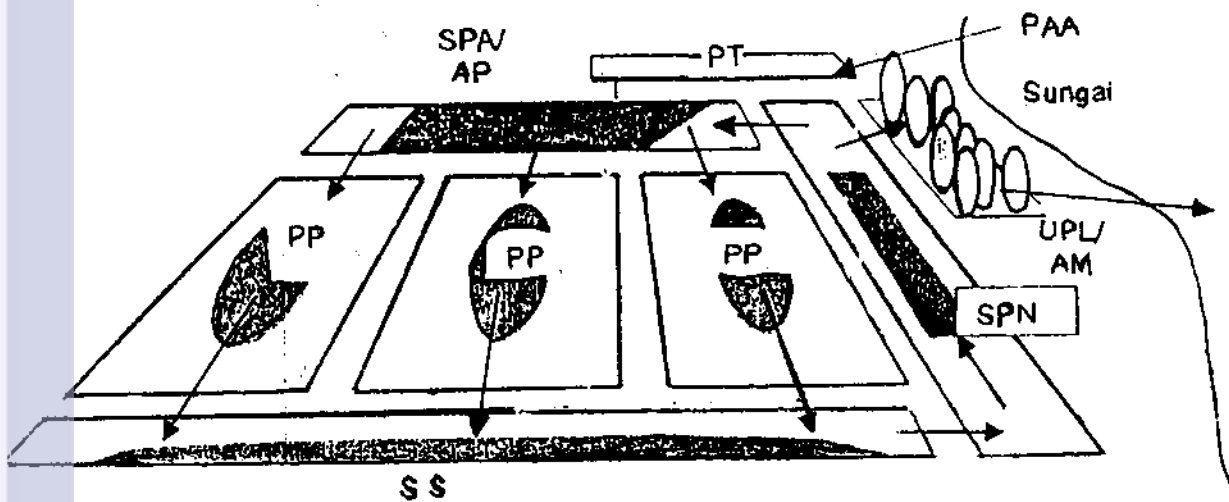
Nitrit merupakan senyawa antara dalam proses nitrifikasi yang mampu menimbulkan *methemoglobin* pada ikan. *Methemoglobin* adalah proses oksidasi Fe²⁺ pada hemoglobin atau Cu²⁺ pada hemosianin oleh NO₂⁻ sehingga menghambat pengikatan oksigen, dapat terjadi pada udang (Ahmad, 1992). Udang lebih tahan daripada ikan karena pigmen pernafasan udang (hemosianin) masih mampu mengikat oksigen walaupun terdapat oksidator dalam darah seperti nitrit. Untuk *P. monodon* konsentrasi nitrit yang aman untuk pertumbuhan adalah 1,8 mg/l (Chien,1992).

D. Tambak ramah lingkungan

Menurut Kokarkin (2001) sebuah tambak intensif yang ramah lingkungan harus memenuhi kriteria sebagai berikut :

- Mendapatkan air yang bebas hama penular
- Tambak dapat menampung air (tidak rembes)
- Mampu mengurangi limbah mengendap
- Mampu mengurangi limbah terlarut
- Dapat menjaga keseimbangan proses biologis
- Menggunakan bahan kimiawi/obat-obatan yang mudah terurai
- Menebar benih yang bebas penyakit patogen obligat

Secara diagramatik, pengaturan petakan tambak ramah lingkungan dapat dilihat pada Gambar 4 berikut ini :



Keterangan :

- SPA/AP = Saluran pemasukan air
 PT = Petak *treatment* / perlakuan (karantina-air siap pakai)
 AP = Petak air siap pakai berisi ikan omnivora-herbivora (bandeng - mujair jantan/nila jantan-belanak)
 PP = Petak pembesaran udang
 SS = Saluran sedimentasi
 SPN = Saluran penyerapan nutrisi terlarut (rumput laut)
 UPL/AM = Petak pengolahan limbah (oksidasi dan pohon bakau) – areal mangrove
 PA = Pompa air masuk dari sumber utama/kanal utama

Gambar 4. Petakan tambak ramah lingkungan

Untuk memenuhi persyaratan tambak ramah lingkungan maka tambak tersebut harus terdiri atas :

- a. Sahuran pengairan
- b. Petak tandon perlakuan air masuk
- c. Petak tandon air siap pakai
- d. Petak pemeliharaan dengan sistem pembuangan sedimen limbah
- e. Sahuran pengendapan limbah
- f. Sahuran pengurangan nutrien terlarut
- g. Petak pengolahan limbah

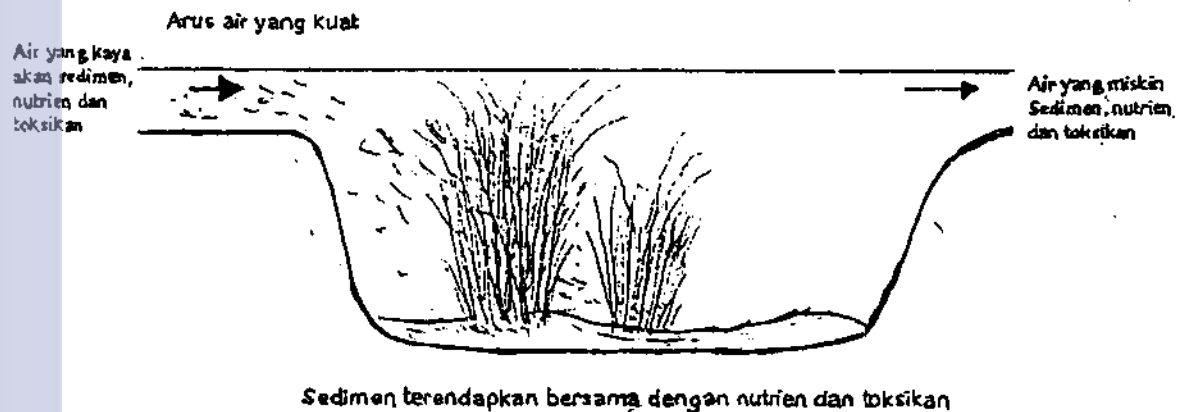
Menurut Chanratchakool *et al.* (1994), dalam kegiatan budidaya, persediaan air harus mencukupi baik secara kuantitas maupun kualitas. Banyak sumber air yang tidak cocok bagi budidaya karena bercampur dengan buangan industri, domestik dan pertanian bahkan air yang sangat sering berubah kualitas airnya lebih baik dihindari. Dijelaskan pula dalam Primadona (1994) bahwa dampak yang timbul karena kondisi tersebut adalah munculnya beberapa jenis penyakit yang lebih diakibatkan karena kualitas air yang tidak mendukung budidaya udang. Untuk berpindah lahan sulit dilakukan, karena membutuhkan biaya yang besar. Selanjutnya menurut Cholik *et al.* (1998), untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan menggunakan bahan-bahan kimia, bakterisida, mikroba, enzim dan sebagainya. Permasalahan baru yang timbul adalah biaya operasional akan semakin tinggi dan resiko merusakkan lingkungan akan semakin parah bila pemakaian zat tersebut tidak tepat.

Upaya yang mungkin dilakukan adalah mengolah air buangan tersebut agar sesuai dengan kebutuhan bagi budidaya udang yakni dengan menggunakan sistem resirkulasi. Sistem resirkulasi, dikenal juga sebagai *closed system*, merupakan sistem budidaya dimana air limbah dari tambak dapat digunakan kembali setelah mendapat perlakuan agar kondisi air layak untuk budidaya. Menurut Wickins in Sumantadinata *et al.* (1986) kelebihan sistem resirkulasi dibandingkan dengan sistem konvensional adalah : (1) kondisi optimum untuk pertumbuhan dapat lebih dipertahankan, (2) tidak terdapat masalah predator, (3) lebih memungkinkan untuk otomatisasi, (4) penempatan tidak mutlak harus dekat pantai, (5) terhindar dari bahaya pencemaran karena tidak dipengaruhi perairan alami, (6) dapat bermanfaat untuk berbagai jenis organisme, (7) pengendalian terhadap penyakit dan makanan berlebih mudah dilaksanakan, dan (8) pemanenan lebih mudah dilakukan. Sedangkan menurut Techner

(1996), sistem resirkulasi mempunyai kelebihan dan keuntungan dalam pelaksanaannya.

Kelebihan yang didapat dari sistem ini terutama bila diterapkan pada lokasi tambak yang sulit mendapatkan kualitas air yang bagus bagi budidaya, misalnya pada kawasan industri, kawasan padat pemukiman dan kawasan pertambakan padat. Keuntungan lain yang dapat diperoleh adalah adanya konversi air, kontrol penyakit dan kontrol lingkungan.

Perlakuan yang digunakan dalam sistem resirkulasi ini bisa dibagi ke dalam empat kelompok secara fisika, kimia, biologi dan kombinasi antara ketiganya. Pada proses fisika, upaya pertama yang dilakukan adalah proses sedimentasi untuk menghilangkan bahan-bahan yang dapat mengendap (Primadona, 1994). Menurut Asian Wetland Bureau *et al.*, (1993), tandon dapat mengendapkan dan menguraikan sedimen yang terbawa oleh air. Di dalam sedimen terdapat pula nutrisi dan zat toksik. Keberadaan nutrisi dapat dimanfaatkan dengan cara mengkonversi ke dalam bentuk biomassa yaitu diantaranya dalam bentuk rumput laut, tanaman air, klekap dan ikan. Jumlah zat toksik di tandon akan semakin berkurang baik karena terendapkan bersama sedimen maupun karena tanaman yang aktif menyerap zat toksik. Proses yang terjadi di tandon pada sedimen, nutrisi dan zat toksik dapat dilihat pada Gambar 5 di bawah ini :



Gambar 5. Proses yang terjadi di tandon pada sedimen, nutrisi dan zat toksik (Asian Wetland Bureau *et al.*, 1993)

Menurut Primadona (1994), komponen biofilter atau kolam perlakuan biologis memegang peranan penting dalam sistem resirkulasi. Perlakuan biologis tersebut adalah dengan menggunakan makhluk hidup sebagai biofilter seperti dengan mengintroduksi ikan, moluska,

Tumbuhan air dan bakteri pengurai. Selanjutnya menurut Cholik *et al.* (1998) organisme yang digunakan untuk biofilter sebaiknya yang bersifat *euryhaline*.

Keuntungan teknis dengan penggunaan ikan sebagai biofilter adalah sebagai berikut :

- Ikan-ikan tersebut akan memakan plankton, khususnya yang berukuran besar (berdiameter besar) sehingga yang tumbuh adalah plankton yang berdiameter kecil seperti Chlorophyta dan Diatom.
- Biomassa fitoplankton dan bahan terurai yang berlimpah dapat dimanfaatkan sehingga air lebih bersih dan warna air ikut terkendali. Pengaruh plankton terhadap warna air disajikan pada Tabel 1.

Daur ulang nutrisi, baik berupa partikel hidup maupun mati. Partikel tersebut dimakan oleh ikan kemudian sisa metabolisme dari ikan menghasilkan bahan anorganik yang merupakan sumber nutrisi bagi fotosintesis fitoplankton.

Tabel 1. Pengaruh jenis plankton terhadap warna air

Jenis plankton	Warna air	Daya cerah (cm)	Keterangan
<i>Diatomae;</i> <i>Navicula;</i> <i>Nitzschia.</i>	Cokelat muda	35	baik; dipertahankan
<i>Scinodiscus;</i> <i>Chaetoceros;</i> <i>Melosira;</i> <i>Skeletonema.</i>	Cokelat tua	25	baik; pengenceran air
<i>Zooplankton;</i> <i>Brachionus.</i>	Cokelat tua	25	tidak baik; air diganti (resirkulasi)
<i>Phytoflagellat;</i> <i>Peridinium.</i>	Cokelat kemerahan	25	bahaya; air diganti
<i>Diatomae;</i> <i>Phytoflagellat</i>	Cokelat kehijauan	25	Kurang baik, air diencerkan
"asam organik"(tambak baru)	Cokelat kehitaman/jernih	60 - 80	tidak baik; pengapuran
<i>Chlorophyta;</i> <i>Chlorococum;</i> <i>Planktosphaera.</i>	Hijau daun muda	35	baik; dipertahankan
<i>Crustigena</i> dan lain-lain	Hijau tua	25	kurang baik; air diencerkan
<i>Phytoflagellat;</i> <i>Clamidomonas</i> <i>Cilomonas;</i> <i>Dunaliella;</i> <i>Chryptomonas.</i>	Hijau kekuningan		
<i>Cyanophyceae;</i> <i>Oscillatoria;</i> <i>Phormidium;</i> <i>Anabaena;</i> <i>Anabaenopsis;</i> <i>Chroococcus.</i>	Hijau tua kebiruan	20	Tidak baik, air diganti (resirkulasi air)

Sumber : Poernomo (1988)

Keuntungan perlakuan biologis dengan tumbuhan air sebagai biofilter adalah sebagai berikut :

- dapat menjaga air laut pada pH 8 atau lebih
- dapat meningkatkan daya dukung lingkungan (*carrying capacity*)
- mampu mengabsorbsi senyawa nitrit dan amonia
- meningkatkan oksigen dan mengurangi BOD dan COD (Techner, 1996)

Penggunaan kerang hijau sebagai biofilter berfungsi untuk memfilter air, pengendapan dan juga absorpsi logam-logam berat. Menurut Roberts (1976), kelas Bivalva telah banyak digunakan oleh ahli ekologi dalam menganalisis pencemaran perairan. Hal ini disebabkan karena sifatnya yang menetap dan cara makannya yang bersifat *filter feeder*, sehingga mempunyai kemampuan untuk mengakumulasi bahan-bahan polutan, seperti bakteri dan logam berat. Proses masuknya mikroorganisme ke dalam bivalva yang bersifat *filter feeder* bermula pada saat sejumlah volume air disaring melalui insang untuk mendapatkan oksigen dan bahan makanan (Cook, 1991). Selanjutnya dikatakan bahwa bahan-bahan partikel yang tersuspensi, termasuk mikroorganisme yang terjebak di dalam lendir yang terdapat pada insang dan dengan bantuan gerakan *ciliari* di bawa menuju ke mulut. Pada saat lendir melalui *labial palp*, partikel partikel tersebut dipilih dan yang bukan makanan dikeluarkan sebagai *pseudofeces*.

Sivalingam *in* Vakily (1989) mengatakan bahwa sebagian besar anggota Pelecypoda termasuk *filter feeder* dan sebagian makanannya adalah fitoplankton, bakteri, jamur dan agregat bahan organik yang berukuran 0,46 mikron atau kurang. Makanan yang tersuspensi dalam air dimanfaatkannya dengan jalan menyaring air di lingkungan tempat hidupnya.

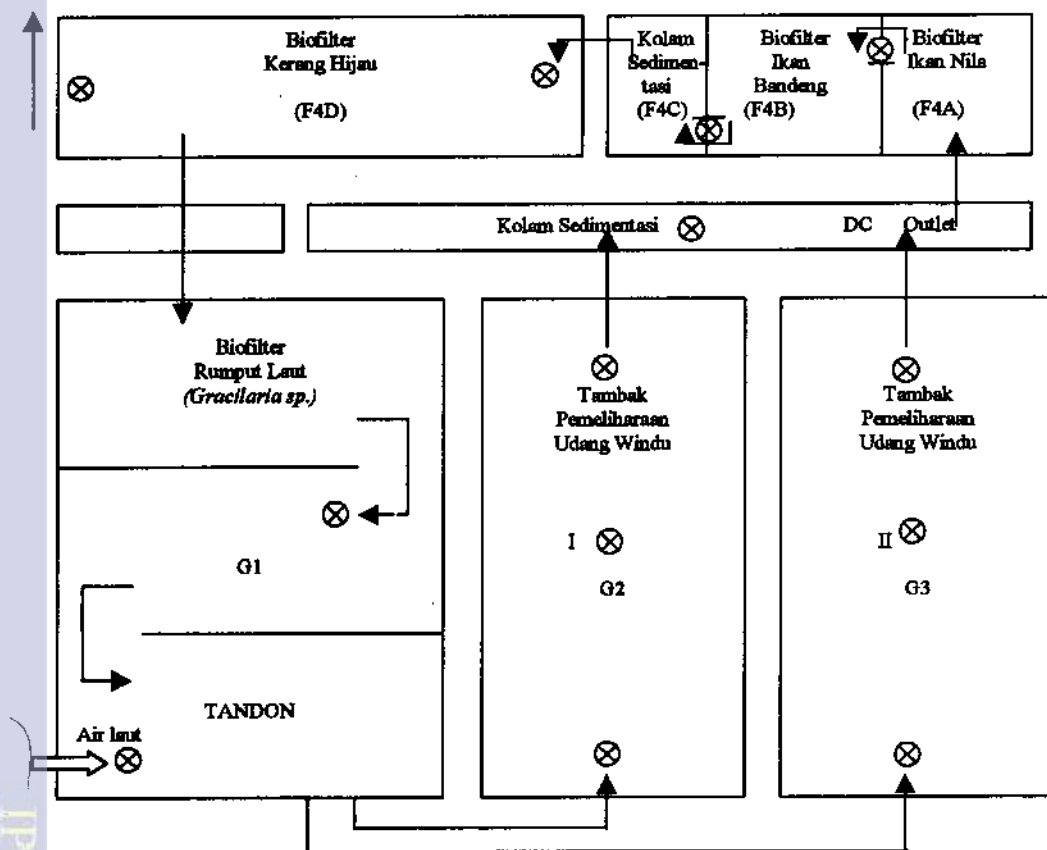
Penelitian tentang isi perut kerang hijau yang dilakukan di Malaysia dan Singapura menunjukkan bahwa makanan kerang tersebut terdiri dari diatom, *detritus*, *Tintinid*, brachiopoda, larva bivalva, gastropoda, dinoflagellata, chlorophyceae dan cyanophyceae (Tang *in* Suwignyo *et al.*, 1984). Namun Tan *in* Suwignyo *et al.*, (1984) menyebutkan bahwa pemeriksaan terhadap *feces* yang dikeluarkan oleh kerang hijau ternyata *detritus*, *Tintintid* dan *detritus* merupakan makanan sebenarnya, sedangkan larva bivalva dan gastropoda dikeluarkan dalam bentuk *pseudofeces*.

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan tempat

Penelitian ini dilakukan pada dua tambak di Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau (BBPBAP) Jepara, Jawa Tengah. Penelitian ini dilakukan mulai bulan Mei sampai dengan bulan Juni 2002. Tambak-tambak yang diteliti terletak di blok G, yaitu tambak pemeliharaan I (G2) dan tambak pemeliharaan II (G3). Luas masing-masing tambak tersebut adalah 4000 m² dengan panjang 80 meter dan lebar 50 meter. Dua tambak yang diteliti mendapatkan masukan air yang melewati kolam-kolam biofilter. Seperti yang diperlihatkan pada Gambar 6, kolam-kolam biofilter ini terdiri dari kolam ikan nila, kolam ikan bandeng, kolam pengendapan, kolam kerang hijau dan kolam rumput laut.

Utara



Keterangan : ⊗ = titik pengambilan contoh parameter kualitas air

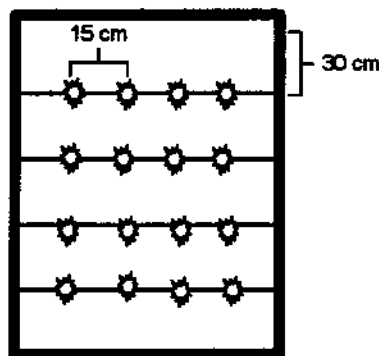
Gambar 6. Petakan tambak dengan kolam-kolam biofilter

B. Alat dan bahan




Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah anco, ember, aerator, penggaris skala 1 mm, timbangan skala 1 gram, termometer Hg, refraktometer, *secchi disk*. Sedangkan organisme yang diukur pertumbuhannya adalah udang windu (*P. monodon*).

C. Cara pemasangan biofilter

Kolam biofilter rumput laut ditanami rumput laut (*Gracilaria* sp.) sebanyak 200 kg dengan luas kolam 4500 m². Kolam tersebut disekat menjadi tiga bagian dengan luas masing-masing 1500 m². Pemasangan biofilter rumput laut dilakukan dengan cara menggunakan bambu yang dibuat kerangka yang berbentuk persegi panjang. Di setiap kerangka bambu tersebut dipasang tali tambang pada sisi yang berhadapan, kemudian rumput laut diikatkan ke tali tambang dengan menggunakan tali rafia yang telah dipasang disepanjang tali tambang. Cara pemasangan biofilter rumput laut dapat dilihat pada Gambar 7. Untuk luas kolam sedimentasi /outlet yaitu 500 m². Sedangkan kolam biofilter nila ditebahi ikan nila dengan ukuran ± 50,0 gram/ekor sebanyak 1500 ekor dengan luas kolam 2000 m². Kolam biofilter bandeng ditebahi ikan bandeng dengan ukuran ± 66,7 gram/ekor sebanyak 2500 ekor dengan luas kolam 2500 m². Ikan nila dan ikan bandeng tidak diberi pakan buatan, hanya mengandalkan pakan alami saja dan sisa pakan yang tidak termakan oleh udang. Pada kolam sedimentasi yang terletak setelah kolam biofilter bandeng memiliki luas 200 m². Sedangkan kolam biofilter kerang hijau ditanami kerang hijau sebanyak 300 kg dengan luas kolam 4000 m².



Keterangan :

-  = bambu
-  = tali tambang
-  = rumput laut

Gambar 7. Cara pemasangan biofilter rumput laut

D. Cara pemeliharaan udang

Kedua tambak ditebari pasca larva udang windu pada tanggal 2 April 2002 masing-masing sebanyak 100.000 ekor. Benih udang windu yang digunakan pada kedua tambak tersebut adalah pasca larva stadia PL₁₅. Setelah 30 hari tebar, biofilter mulai diaktifkan guna mempertahankan kualitas air pada kedua tambak pemeliharaan. Pada kedua tambak, masing-masing dipasang empat buah kincir untuk menambah dan meratakan kelarutan oksigen pada seluruh lapisan air. Pada saat udang berumur 1-50 hari, kincir dioperasikan sebanyak dua unit dengan waktu operasional antara 18-24 jam, sedangkan sat udang berumur lebih dari 50 hari, kincir dioperasikan sebanyak empat unit dengan waktu operasional 24 jam. Penambahan air baru dilakukan untuk mengganti air yang hilang akibat evaporasi. Penambahan air baru pada tandon (kolam biofilter rumput laut) sebanyak 10-15% yang dilakukan setiap 3-5 hari sekali dan disterilisasi dengan menggunakan kaporit 5 ppm. Sebelum air baru digunakan, terlebih dahulu diendapkan selama beberapa waktu untuk mengendapkan bahan-bahan tersuspensi dan koloid dalam air.

E. Cara pengambilan contoh udang windu

Udang windu ditangkap dari dua tambak yaitu tambak pemeliharaan I (G2) dan II (G3) dengan menggunakan anco. Pengambilan sampel udang pertama dimulai setelah biofilter diaktifkan. Setiap udang yang ditangkap dilakukan pengukuran panjang total yang diukur mulai dari ujung telson sampai ujung rostrum dengan menggunakan penggaris skala 1 mm, sebelumnya udang dihuruskan terlebih dahulu. Sedangkan untuk pengukuran bobot tubuh dilakukan di tiap titik pengambilan contoh dengan menggunakan timbangan skala 1 gr, setelah itu hasilnya dibagi dengan jumlah udang yang ditimbang untuk mendapatkan berat rata-rata udang. Setiap hasil pengukuran dicatat, setelah itu udang dilepaskan kembali ke tambak. Pengukuran panjang total dan bobot tubuh udang windu pada masing-masing tambak dilakukan 10 hari sekali sebanyak 4 kali seperti yang diperlihatkan dalam Tabel 6. Pengambilan contoh udang dilakukan hanya sampai umur 60 hari .

Tabel 2. Jadwal Pengambilan Contoh Udang

Pengambilan contoh udang	Waktu Pengukuran Udang
I	3 Mei 2002
II	13 Mei 2002
II	23 Mei 2002
IV	3 Juni 2002

Jumlah udang yang diukur setiap kali pengambilan contoh sebanyak ± 200 ekor disetiap tambak

F. Cara pengukuran parameter kualitas fisika-kimia air

Parameter fisika-kimia air yang diukur meliputi oksigen terlarut, suhu, salinitas, pH, kecerahan, TSS, nitrogen (amonia), nitrit dan fosfor. Pengukuran parameter kualitas air dilakukan seminggu sekali dengan menyesuaikan jadwal pengukuran yang dilakukan oleh laboratorium fisika – kimia BBPBAP. Alat dan metode yang digunakan untuk analisis parameter kualitas air disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Alat dan metode dalam analisis parameter fisika dan kimia (APHA, 1979)

Parameter	Unit	Alat/Metode	Tempat
A. Fisika			
1. Suhu	$^{\circ}\text{C}$	Termometer Hg	<i>In situ</i>
2. Salinitas	‰	Refraktometer	Lab
3. Kecerahan	m	Secchi disk	<i>In situ</i>
4. TSS	mg/l	Gravimetrik	Lab
B. Kimia			
1. Oksigen terlarut	mg/l	DO-meter	<i>In situ</i>
2. pH	-	pH meter	Lab
3. NH_3	mg/l	Spektrofotometer, phenol	Lab
4. NO_2	mg/l	Spektrofotometer, sulfanilamide	Lab
5. Fosfor	mg/l	Spektrofotometer, phosphomolybdate	Lab

F. Analisis Data

Model Pertumbuhan menurut Von Bertalanffy (FAO, 1999) adalah sebagai berikut :

$$L_t = L_{\infty} [1 - \exp (-K (t - t_0))]$$

Keterangan :

L_{∞} = Panjang asimtotik atau panjang maksimum udang yang dapat dicapai

K = Koefisien pertumbuhan

t = Umur (waktu)

t_0 = Umur udang teoritis pada saat panjangnya 0 cm

Untuk menduga parameter K dan L_{∞} digunakan persamaan Ford-Walford dari penurunan rumus pertumbuhan Von-Bertalanffy sebagai berikut :

$$L_{(t)} = L_{\infty} (1 - e^{-K(t-t_0)})$$

$$= L_{\infty} - L_{\infty} \cdot e^{-K(t-t_0)}$$

$$L_{\infty} - L_{(t)} = L_{\infty} \cdot e^{-K(t-t_0)} \dots\dots\dots (1)$$

Persamaan (1) merupakan pertumbuhan udang pada umur t . Untuk pertumbuhan udang pada umur $(t + 1)$, maka persamaannya menjadi :

$$L_{(t+1)} = L_{\infty} (1 - e^{-K[(t+1)-t_0]})$$

$$= L_{\infty} (1 - e^{-K[(t-t_0)]} \cdot e^{-K})$$

$$= L_{\infty} - L_{\infty} \cdot e^{-K[(t-t_0)]} \cdot e^{-K}$$

$$= L_{\infty} - (L_{\infty} - L_{(t)}) \cdot e^{-K}$$

$$= L_{\infty} - L_{\infty} \cdot e^{-K} + L_{(t)} \cdot e^{-K}$$

$$L_{(t+1)} = L_{\infty} (1 - e^{-K}) + L_{(t)} \cdot e^{-K}$$

$$Y = a + bX$$

Keterangan:

$$Y = L_{t+1}$$

$$X = L_t$$

$$a = L_{\infty} (1 - e^{-K}) \dots\dots\dots (2)$$

$$b = e^{-K} \dots\dots\dots (3)$$



Nilai a dan b dapat diduga dari analisis regresi linier

$X_i = L_t$ = Panjang udang pada umur t hari yang bersangkutan

$Y_i = L_{t+1}$ = Panjang udang pada umur t hari yang berikutnya

Koefisien pertumbuhan K dapat diduga dari persamaan (3) :

$$b = e^{-K}$$

$$K = - \ln b$$

Peubah pertumbuhan L_{∞} dapat diduga dari persamaan (2) :

$$a = L_{\infty} (1 - e^{-K})$$

$$= L_{\infty} (1 - b)$$

$$L_{\infty} = \frac{a}{(1 - b)}$$

Untuk menduga umur udang pada saat $L = 0$ atau t_0 digunakan persamaan empiris Pauly (1983) sebagai berikut :

$$\text{Log} (-t_0) = -0,3922 - 0,2752 \text{ Log } L_{\infty} - 1,038 \text{ Log } K$$

Untuk menghitung laju pertumbuhan harian digunakan rumus :

$$X = \sqrt{\frac{W_t}{W_0}} - 1 \times 100\%$$

Keterangan :

t = masa pemeliharaan

W_t = bobot awal udang

W_0 = bobot akhir udang



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pertumbuhan udang windu

Pendugaan pertumbuhan panjang udang windu di dua tambak pemeliharaan dilakukan dengan menggunakan model pertumbuhan Von Bertalanffy. Analisis terhadap 832 ekor udang windu di tambak pemeliharaan I (G2) dan 856 ekor udang windu di tambak pemeliharaan II (G3) (Lampiran 2 dan 3) diperoleh persamaan pertumbuhan panjang total udang sebagai berikut :

$$L_{4I} = 10,14 (1 - e^{-0,73 (t + 0,33)}), \text{ dan}$$

$$L_{4II} = 12,53 (1 - e^{-0,23 (t + 1,35)})$$

Parameter-parameter pertumbuhan pada tambak pemeliharaan I (G2) dan tambak pemeliharaan II (G3) disajikan dalam Tabel 4 berikut ini :

Tabel 4. Parameter pertumbuhan panjang udang windu

Parameter	Tambak I (G2)	Tambak II (G3)
L	10,14	12,53
k	0,73	0,23
t ₀	-0,33	-1,35

Nilai k adalah parameter koefisien pertumbuhan yang menentukan seberapa cepat udang mencapai panjang tak terhingga (L_{∞}). Setelah dilakukan analisis, didapatkan udang windu yang terdapat di tambak pemeliharaan I (G2) dan di tambak pemeliharaan II (G3) memiliki nilai k masing-masing sebesar 0,73 dan 0,23 (Tabel 8). Berdasarkan nilai koefisien pertumbuhan (k) ini, maka secara alami udang di tambak pemeliharaan I (G2) lebih cepat mencapai panjang tak terhingga daripada udang di tambak pemeliharaan II (G3). Panjang tak terhingga (L_{∞}) yang mungkin dicapai oleh udang di tambak pemeliharaan I (G2) dan di tambak pemeliharaan II (G3) masing-masing sebesar 10,14 cm dan 12,53 cm (Tabel 4). Panjang tak terhingga udang pada tambak pemeliharaan II (G3) lebih besar daripada tambak pemeliharaan I (G2), hal tersebut diduga terjadi karena nilai kualitas air pada tambak pemeliharaan II (G3) lebih sesuai untuk pertumbuhan udang (Lampiran 2).

Pertambahan panjang total (cm) dan bobot tubuh (gram) udang windu selama pengamatan dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5. Pertambahan panjang total dan bobot tubuh udang windu setiap pengamatan di tambak pemeliharaan I (G2)

Umur (hari)	Panjang Total (cm)	Bobot Tubuh (gram)	Pertambahan	
			Panjang Total (cm)	Bobot Tubuh (gram)
30	6.9	3.2	-	-
40	8.6	5.9	1.7	2.7
50	9.3	8.3	0.7	2.4
60	9.8	9.5	0.5	1.2

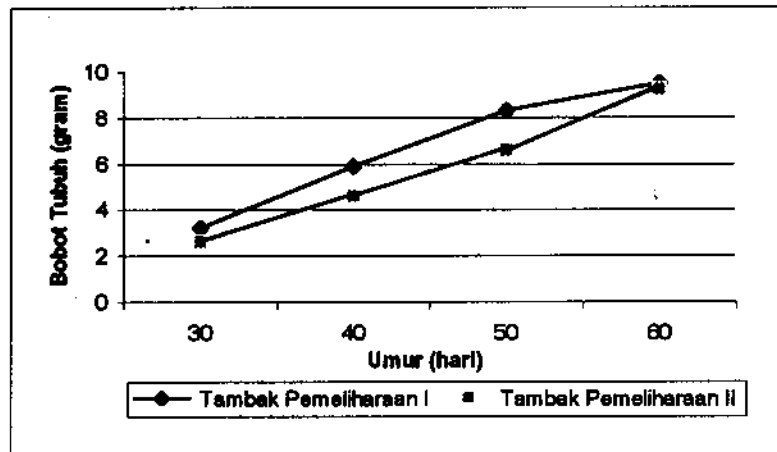
Tabel 6. Pertambahan panjang total dan bobot tubuh udang windu setiap pengamatan di tambak pemeliharaan II (G3)

Umur (hari)	Panjang Total (cm)	Bobot Tubuh (gram)	Pertambahan	
			Panjang Total (cm)	Bobot Tubuh (gram)
30	6.6	2.6	-	-
40	7.9	4.6	1.3	2.0
50	8.7	6.6	0.8	2.0
60	9.6	9.2	0.9	2.6

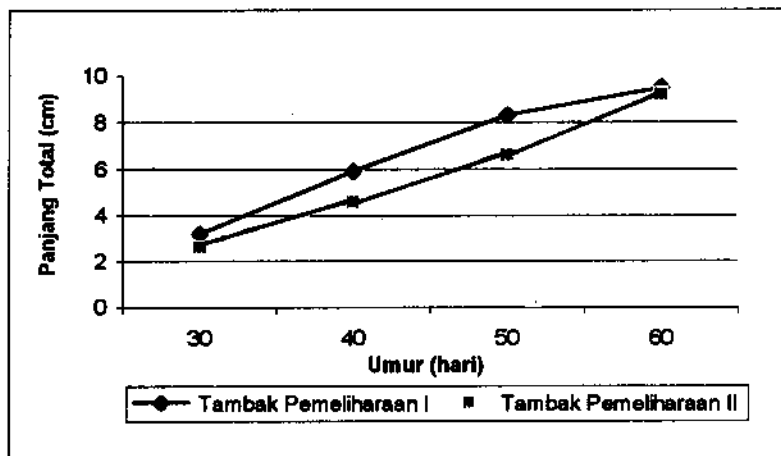
Dari Tabel 5 dapat dilihat bahwa pertambahan panjang total rata-rata yang dicapai udang, yaitu selisih antara panjang total rata-rata udang pada umur 30 hari (pengambilan contoh I) dengan umur 40 hari (pengambilan contoh II) di tambak pemeliharaan I (G2) sebesar 1,7 cm lebih panjang 0,4 cm dari tambak pemeliharaan II (G3) yang memiliki pertambahan panjang total rata-rata sebesar 1,3 cm (Tabel 6). Selanjutnya pada umur 50 hari, pertambahan panjang total rata-rata udang di tambak pemeliharaan I (G2) mengalami penurunan yaitu sebesar 0,7 cm (Tabel 5) dan semakin menurun pada pengambilan contoh IV (umur 60 hari), pertambahan panjang total rata-ratanya hanya 0,5 cm (Tabel 5). Sedangkan di tambak pemeliharaan II (G3), pertambahan panjang total rata-rata udang pada umur 50 hari juga mengalami penurunan yaitu sebesar 0,8 cm dan pada umur 60 hari mengalami peningkatan kembali yaitu sebesar 0,9 cm (Tabel 6).

Untuk pertambahan bobot tubuh rata-rata yang dicapai udang di tambak pemeliharaan I (G2), yaitu saat udang berumur 40 hari adalah sebesar 2,7 gram (Tabel 5). Sedangkan saat udang berumur 50 hari (pengambilan contoh III) mengalami penurunan, pertambahan bobot

tubuh rata-rata udang hanya sebesar 2,4 gram dan semakin menurun pada pengambilan contoh IV yaitu pada saat udang berumur 60 hari, pertumbuhannya hanya sebesar 1,2 gram (Tabel 5). Berbeda dengan pertambahan bobot tubuh rata-rata udang di tambak pemeliharaan II (G3), saat udang berumur 40 hari pertumbuhannya hanya 2,0 gram, dan pada pengambilan contoh III, pertumbuhannya juga hanya 2,0 gram. Tetapi saat udang berumur 60 hari (pengambilan contoh IV), pertambahan bobot tubuh rata-ratanya mengalami peningkatan yaitu sebesar 2,6 gram (Tabel 6). Pola pertumbuhan bobot tubuh dan panjang total udang dapat dilihat pada Gambar 8 dan Gambar 9.



Gambar 8. Grafik pertumbuhan bobot tubuh selama pengamatan



Gambar 9. Grafik pertumbuhan panjang total selama pengamatan

Setelah dilakukan perhitungan diperoleh hasil bahwa pertambahan panjang total rata-rata di tambak pemeliharaan I (G2) dan II (G3) masing-masing sebesar 0,97 cm dan 1,00 cm per

10 hari. Sedangkan pertambahan bobot tubuh rata-rata udang windu di tambak pemeliharaan I (G2) dan II (G3) masing-masing sebesar 2,1 gram dan 2,2 gram per 10 hari.

Kecepatan tumbuh udang dipengaruhi oleh banyak faktor, salah satu diantaranya adalah kemampuan memanfaatkan ketersediaan makanan di lingkungannya. Perbedaan kemampuan inilah diduga yang menyebabkan kecepatan tumbuh udang di kedua tambak pemeliharaan udang berbeda. Selain itu, hal tersebut diduga juga karena udang di tambak pemeliharaan II (G3) mempunyai kemampuan yang lebih baik untuk beradaptasi dengan lingkungan dan juga dalam mengasimilasi makanan menjadi daging dibanding udang pada tambak pemeliharaan I (G2). Hal ini diperkuat oleh pernyataan Sumantadinata *in* Uli (1997) yang mengemukakan bahwa kecepatan tumbuh sejalan dengan jumlah dan kualitas makanan yang dimakan dan kemampuan untuk mengasimilasi makanan menjadi daging.

Adiwijaya *et al.* (2001) mencatat pertambahan panjang total rata-rata dan bobot tubuh rata-rata di dua tambak dengan sistem resirkulasi tertutup adalah sebesar 1,28 cm per 10 hari dan 1,92 gram per 10 hari. Pertambahan panjang total rata-rata udang dalam penelitian ini lebih rendah daripada pertambahan panjang total rata-rata udang yang dilaporkan oleh Adiwijaya *et al.* (2001), namun pertambahan bobot tubuh rata-ratanya lebih besar. Dengan demikian dapat dikatakan udang pada tambak dalam penelitian ini lebih berisi daripada udang pada tambak yang dilaporkan oleh Adiwijaya *et al.* (2001).

Tabel 7. Rekapitulasi data hasil penelitian dan data data pembanding

Parameter	Tambak					
	Penelitian		Adiwijaya <i>et al.</i> (2001)		Tanpa biofilter	
	G1	G2	I	II	H-2	H-3
Pertambahan panjang total rata-rata (cm/10 hari)	0,97	1,00	1,28	1,28	1,60	1,53
Pertambahan bobot tubuh rata-rata (gram/10 hari)	2,10	2,20	1,92	1,92	2,57	2,42
Laju pertumbuhan harian (%)	1,80	2,00	3,04	3,09	2,52	2,37

Sedangkan laporan pertumbuhan udang windu tanpa biofilter di dua tambak BBPBAP (H-2 dan H-3), baik bobot maupun panjang total rata-rata lebih besar daripada penelitian ini. Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhannya relatif proporsional terhadap pertumbuhan udang dalam penelitian ini.

Pertambahan bobot tubuh rata-rata dalam penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan hasil penelitian Adiwijaya *et al.* (2001), tetapi laju pertumbuhannya lebih rendah. Tingginya laju pertumbuhan harian hasil penelitian Adiwijaya *et al.* (2001), kemungkinan disebabkan karena ukuran awalnya yang lebih kecil. Pada umumnya semakin besar ukuran suatu spesies, laju pertumbuhannya semakin menurun. Untuk tambak tanpa biofilter, memiliki pertambahan bobot tubuh rata-rata dan laju pertumbuhan harian yang lebih besar dibandingkan hasil penelitian ini. Hal tersebut menunjukkan bahwa pertumbuhan udang dalam penelitian ini kurang optimum terutama pada tambak G2, saat 10 hari terakhir pengambilan contoh udang. Pada selang waktu tersebut, pertumbuhannya hanya 1,35%. Diduga pada saat itu udang sudah mulai terjangkit virus *white spot* yang mengakibatkan turunnya nafsu makan udang sehingga pertumbuhannya menjadi lambat.

Mewabahnya virus *white spot* di tambak pemeliharaan semakin nyata pada 10 hari berikutnya, terlihat dari semakin tingginya tingkat kematian udang. Akibatnya pada umur 70 hari dilakukan pemanenan total untuk menyelamatkan udang yang masih tersisa.

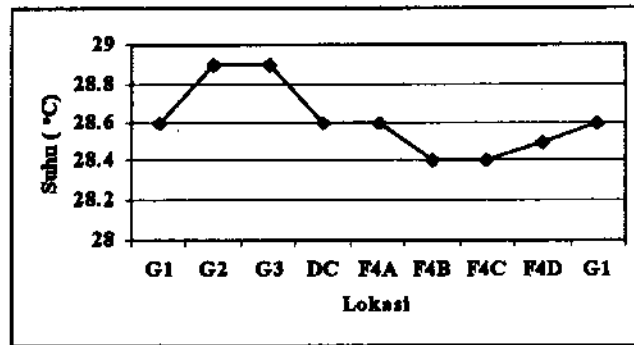
Keberadaan virus *white spot* pada kedua tambak pemeliharaan dalam penelitian ini, kemungkinan berasal dari rembesan air tambak sekitar yang sudah terlebih dahulu terjangkit virus tersebut. Rembesan air tersebut terjadi karena konstruksi tambak sudah cukup tua dan kondisi pematangnya kurang solid.

B. Parameter fisika-kimia perairan

1. Parameter fisika

a. Suhu

Nilai rata-rata suhu di tambak pemeliharaan udang dan kolam-kolam biofilter selama pengamatan dapat dilihat pada Gambar 10.



Keterangan :

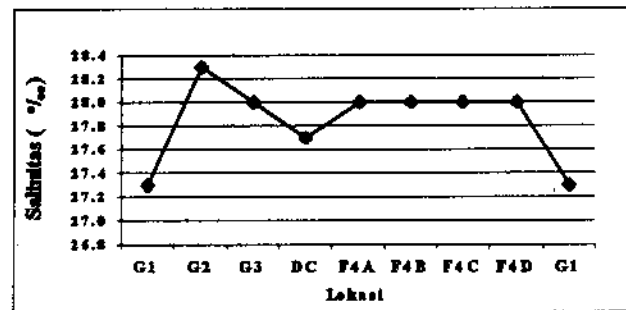
- G1 = kolam biofilter rumput laut
- G2 = kolam pemeliharaan udang windu I
- G3 = kolam pemeliharaan udang windu II
- DC = kolam sedimentasi/outlet
- F4A = kolam biofilter nila
- F4B = kolam biofilter bandeng
- F4C = kolam sedimentasi
- F4D = kolam biofilter kerang hijau

Gambar 10. Nilai rata-rata suhu selama pengamatan di setiap kolam

Dari Gambar 10 dapat dilihat bahwa nilai rata-rata suhu paling tinggi berada di tambak pemeliharaan I (G2) dan tambak pemeliharaan II (G3) yaitu sebesar 28,9°C. Sedangkan nilai rata-rata terendah dimiliki oleh kolam biofilter bandeng dan kolam sedimentasi sebesar 28,4°C. Kisaran suhu pada kedua lokasi penelitian (G2 dan G3) masih mendukung pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang (28,0°C -30,0°C). Nilai rata-rata suhu selama pengamatan menunjukkan nilai yang tidak jauh berbeda atau cenderung stabil di setiap titik pengambilan contoh. Hal tersebut terjadi karena waktu pengukuran suhu dilakukan pada waktu yang sama (08.00-09.00 WIB).

b. Salinitas

Nilai rata-rata salinitas di tambak pemeliharaan udang dan kolam-kolam biofilter selama pengamatan dapat dilihat pada Gambar 11.



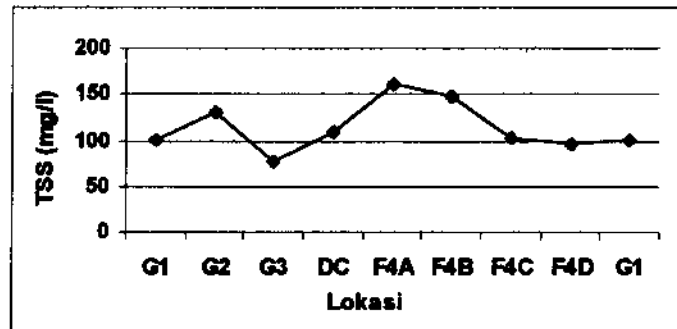
Gambar 11. Nilai rata-rata salinitas selama pengamatan di setiap kolam

Dari Gambar 11 dapat dilihat bahwa nilai rata-rata salinitas tertinggi berada di tambak pemeliharaan II (G3) yaitu sebesar 28,3%. Kolam biofilter nila, biofilter bandeng, kolam sedimentasi dan kolam biofilter kerang hijau memiliki nilai yang sama yaitu sebesar 28,0%, sedangkan nilai rata-rata terendah dimiliki oleh kolam biofilter rumput laut yaitu sebesar 27,3% (Lampiran 5). Salinitas pada kedua tambak pemeliharaan kurang ideal untuk pertumbuhan udang, nilai tersebut lebih tinggi dari pernyataan Boyd *in Chien* (1992) bahwa salinitas optimum untuk pertumbuhan udang, yaitu 15,0-25,0%. Tingginya nilai salinitas pada kedua tambak diduga akibat dari evaporasi yang tinggi, mengingat penelitian ini berlangsung saat musim kemarau. Salinitas air tambak juga dipengaruhi oleh besarnya tingkat pergantian air. Pada tambak dengan sistem resirkulasi tertutup (*closed recirculation system*), masuknya air dari luar diupayakan sekecil mungkin terutama untuk menghindari masuknya virus pembawa penyakit. Tambak yang diamati dalam penelitian ini mendapatkan masukan air pada saat yang diperlukan untuk mengganti air yang hilang akibat evaporasi. Bertambahnya air tawar akan menurunkan salinitas. Pemeliharaan udang dengan salinitas yang rendah dapat mencegah timbulnya *white spot* (Wang *et al.*, 1998).

Udang mempunyai tekanan osmosis tertentu, sehingga jika tekanan osmosis lingkungan berbeda jauh dengan tekanan osmosis udang akan mengakibatkan porsi energi (yang berasal dari makanan) untuk kepentingan osmoregulasi menjadi besar (Harris, 1998). Namun udang memiliki efisiensi osmosis dan pengaturan ion yang baik sehingga perubahan salinitas secara bertahap dapat ditolerir.

c. Kecerahan dan *Total Suspended Solid* (TSS)

Nilai rata-rata TSS di tambak pemeliharaan udang dan kolam-kolam biofilter dapat dilihat pada Gambar 12 .



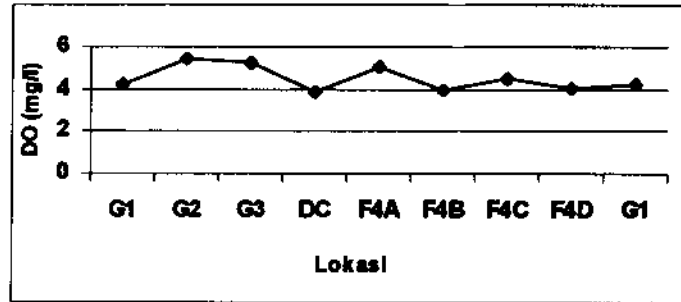
Gambar 12. Nilai rata-rata TSS selama pengamatan di setiap kolam

Pada Gambar 12 dapat diketahui bahwa nilai rata-rata TSS tertinggi dimiliki oleh kolam biofilter nila yaitu sebesar 160,3 mg/l. Tingginya nilai TSS pada kolam biofilter nila ini diduga karena kolam ini letaknya berada setelah *outlet*, sehingga kandungan partikel tersuspensi baik lumpur maupun bahan organiknya tinggi. Selain itu pergerakan ikan nila yang aktif dan mempunyai kecenderungan sifat mencari makan pada dasar kolam diduga menyebabkan teraduknya lumpur dan sedimen yang ada di dasar kolam. Sedangkan nilai rata-rata TSS terendah dimiliki oleh tambak pemeliharaan udang II (G3) yaitu sebesar 77,7 mg/l. Hal tersebut diduga karena pergerakan udang di tambak tersebut lamban. Kecerahan sangat dipengaruhi oleh bahan-bahan yang tersuspensi dan koloid dalam air (lumpur, plankton, *feces*, sisa pakan, detritus). Kecerahan air, baik di tambak pemeliharaan I (G2) maupun di tambak pemeliharaan II (G3) berkisar antara 25-50 cm. Kisaran ini kurang ideal bagi perkembangan udang di tambak. Hal ini sesuai dengan pernyataan Wardoyo (1997) bahwa kecerahan yang baik bagi perkembangan udang di tambak adalah 31-45 cm. Nilai kecerahan air yang tinggi terjadi pada awal pengamatan. Hal tersebut diduga terjadi karena populasi plankton masih rendah dan sisa pakan belum banyak. Nilai kecerahan air yang rendah terjadi diakhir pengamatan. Hal tersebut diduga terjadi karena ukuran udang yang semakin besar sehingga sisa pakan dan ekskresi udang juga semakin banyak dan semakin terakumulasi.

2. Parameter kimia

a. Oksigen terlarut

Nilai rata-rata oksigen terlarut (DO) di tambak pemeliharaan udang dan kolam-kolam biofilter dapat dilihat pada Gambar 13.

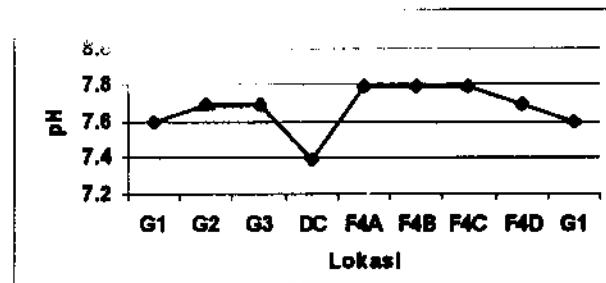


Gambar 13. Nilai rata-rata oksigen terlarut selama pengamatan di setiap kolam

Nilai rata-rata oksigen terlarut tertinggi dimiliki oleh tambak pemeliharaan udang I (G2) dan berikutnya tambak pemeliharaan udang II (G3) yaitu sebesar 5,4 mg/l dan 5,3 mg/l. Hal ini diduga karena pengaruh penggunaan kincir. Penggunaan kincir pada malam hari bermanfaat untuk menambah suplai oksigen ke perairan dan mengurangi gas-gas beracun seperti H_2S . Sedangkan pada siang hari untuk menghomogenkan kandungan oksigen terlarut pada seluruh lapisan perairan, mengingat udang bersifat nokturnal yaitu aktif mencari makan saat malam hari sehingga saat siang hari cenderung berada di dasar perairan. Nilai rata-rata oksigen terlarut pada kolam biofilter rumput laut dinilai kurang optimum, sementara fungsi biofilter rumput laut adalah menyuplai oksigen di perairan karena kemampuannya melakukan proses fotosintesis. Hal tersebut diduga karena tingginya bahan organik yang ada di kolam biofilter rumput laut. Bahan organik diubah menjadi bahan anorganik melalui proses dekomposisi yang memerlukan oksigen, sehingga oksigen yang ada akan dimanfaatkan oleh proses dekomposisi tersebut. Hal ini didukung oleh tingginya kandungan nilai amonia pada kolam biofilter rumput laut.

b. pH

Nilai rata-rat pH pada tambak pemeliharaan udang dan kolam-kolam biofilter dapat dilihat pada Gambar 14 .

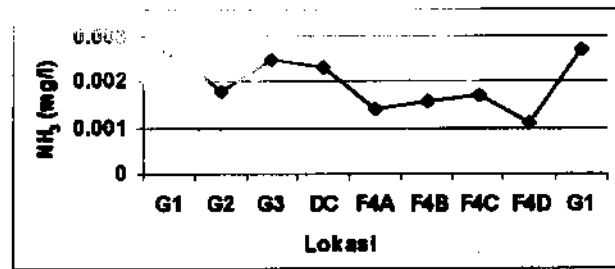


Gambar 14. Nilai rata-rata pH selama pengamatan di setiap kolam

Nilai rata-rata pH tertinggi dimiliki oleh kolam biofilter nila, biofilter bandeng dan sedimentasi yaitu sebesar 7,8 sedangkan nilai terendah dimiliki oleh kolam sedimentasi/outlet yaitu sebesar 7,4 (Gambar 14). Rendahnya nilai pH pada kolam sedimentasi/outlet diduga akibat tingginya kandungan bahan organik sisa-sisa ekskresi dari udang pada dasar kolam tersebut. Bahan organik tersebut akan diuraikan melalui proses dekomposisi sehingga menyebabkan tingginya kandungan CO_2 . Tingginya kandungan CO_2 menyebabkan reaksi kesetimbangan $\text{CO}_2 - \text{HCO}_3^-$ bergerak ke kanan dimana akan menyebabkan konsentrasi H^+ menjadi tinggi sehingga nilai pH menjadi rendah. Boyd (1991) dan Ahmad (1992) menyatakan bahwa pada keadaan normal pH air tambak berkisar antara 7,0-9,0. Keadaan ini ideal untuk menunjang pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup udang. Sedangkan menurut Chien (1992), nilai pH air yang baik adalah 6,8-9,0. Nilai rata-rata pH pada tambak pemeliharaan udang dan kolam-kolam biofilter dinilai ideal untuk menunjang pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang. Kisaran nilai pH yang relatif kecil karena air laut mempunyai kapasitas *buffer* yang tinggi, di samping itu penurunan pH dapat ditanggulangi dengan penambahan kapur pada malam hari. Fluktuasi nilai pH yang besar akan mengganggu pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang.

c. NH_3 (Amonia)

Nilai rata-rata NH_3 di tambak pemeliharaan udang dan kolam-kolam biofilter selama pengamatan dapat dilihat pada Gambar 15.

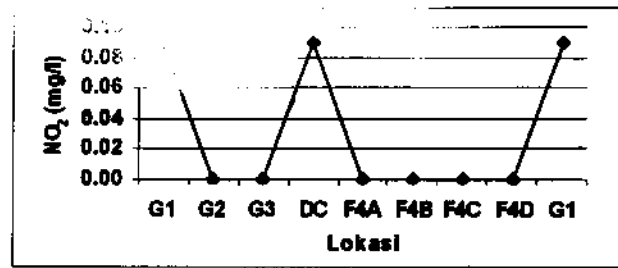


Gambar 15. Nilai rata-rata amonia selama pengamatan di setiap kolam

Dari Gambar 15 dapat diketahui bahwa nilai rata-rata amonia tertinggi selama pengamatan dimiliki oleh kolam biofilter rumput laut yaitu sebesar 0,0027 mg/l. Hal ini diduga dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya karakteristik dasar kolam rumput laut tersebut sebetulnya memang telah tinggi kandungan bahan organiknya termasuk amoniaknya. Selain itu kolam biofilter juga merupakan kolam tandon pertama yang menerima masukan air dari luar sehingga dapat diduga air dari luar tersebut telah mengandung bahan-bahan pencemar yang mengandung amonia yang tinggi pula. Nilai rata-rata amonia terendah dimiliki oleh kolam biofilter kerang hijau yaitu sebesar 0,0011 mg/l. Hal tersebut diduga karena biofilter kerang hijau berfungsi cukup efektif dalam mengabsorpsi amonia. Nilai rata-rata amonia di tambak pemeliharaan udang dan kolam-kolam biofilter masih berada pada kisaran optimum untuk menunjang pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang. Konsentrasi amonia akan mematikan apabila berada di atas konsentrasi 0,4 mg/l (Boyd, 1991). Dinamika proses kimia maupun biologi dalam tambak menyebabkan kandungan amonia dalam tambak berfluktuasi.

d. NO₂ (Nitrit)

Nilai rata-rata nitrit di tambak pemeliharaan udang dan kolam-kolam biofilter selama pengamatan dapat dilihat pada Gambar 16.



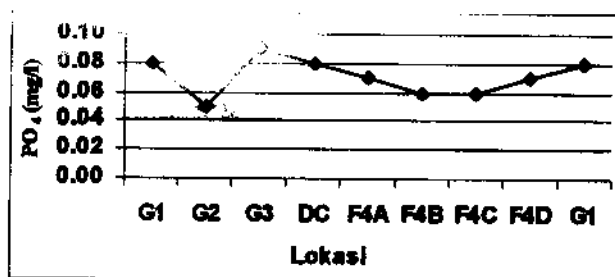
Gambar 16. Nilai rata-rata nitrit selama pengamatan di setiap kolam

Nilai rata-rata nitrit pada kolam biofilter rumput laut dan kolam sedimentasi/outlet yang dapat diukur masing-masing memiliki nilai sebesar 0,09 mg/l (Gambar 16). Hal tersebut diduga karena pada kolam biofilter rumput laut memiliki nilai amonia yang tinggi. Amonia tersebut akan dioksidasi menjadi nitrit, sehingga nilai nitrit menjadi tinggi. Sedangkan pada kolam sedimentasi/outlet, diduga terjadi karena pada kolam tersebut terakumulasi bahan-bahan organik yang tinggi hasil ekskresi dan sisa pakan dari udang. Nilai nol pada Gambar 16 menunjukkan bahwa konsentrasi nitrit di lokasi tersebut sangat kecil sehingga tidak mampu terdeteksi oleh alat yang digunakan. Hal tersebut diduga terjadi karena biofilter-biofilter tersebut berfungsi secara optimum dalam mengabsorpsi kandungan nitrit yang ada di perairan.

Nilai rata-rata nitrit pada tambak pemeliharaan udang dan kolam-kolam biofilter dinilai layak untuk menunjang pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang. Nitrit dalam perairan bersifat labil karena nitrit akan berubah menjadi nitrat dalam waktu yang singkat setelah melalui proses nitrifikasi. Sebaiknya konsentrasi nitrit dalam tambak udang windu tidak lebih dari 1,8 mg/l, karena nitrit sebanyak 6,4 mg/l dilaporkan dapat menurunkan 50% laju pertumbuhan udang *P.indicus* (Chien, 1992).

e. PO₄ (Fosfat)

Nilai rata-rata PO₄ (fosfat) di tambak pemeliharaan dan kolam-kolam biofilter selama pengamatan dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 17. Nilai rata-rata fosfat selama pengamatan di setiap lokasi pengamatan

Nilai rata-rata fosfat tertinggi selama pengamatan dimiliki oleh tambak pemeliharaan udang II (G3) yaitu sebesar 0,09 mg/l. Sedangkan nilai terendah dimiliki oleh tambak pemeliharaan udang I (G2) yaitu sebesar 0,05 mg/l (Gambar 17). Fosfat merupakan nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan fitoplankton. Keberadaan fosfat dalam tambak terutama berasal dari pupuk dan sisa pakan. Jumlah fosfat yang berlebihan dalam tambak berbahaya karena dapat menimbulkan *blooming* fitoplankton.

C. Peranan masing-masing biofilter

Penggunaan biofilter pada tambak pemeliharaan udang bertujuan untuk mempertahankan kualitas air pada kisaran optimum guna mendukung pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang. Masing-masing biofilter memiliki peran yang berbeda, antara lain sebagai berikut :

a. Biofilter ikan nila dan bandeng

Kecerahan sangat dipengaruhi oleh bahan-bahan yang tersuspensi dan koloid dalam air. Bahan tersuspensi terdiri dari lumpur, sisa pakan, detritus, *feces*, dan plankton. Penggunaan ikan sebagai biofilter bertujuan agar ikan-ikan tersebut mampu memanfaatkan plankton yang tidak diinginkan (Cyanophyceae) sehingga plankton yang tumbuh di dalam tambak pemeliharaan terdiri dari kelas Chlorophyceae dan Bacillariophyceae (diatom). Kedua kelas plankton tersebut merupakan pakan alami yang disukai dan baik bagi pertumbuhan udang.

Kelimpahan fitoplankton dan bahan terurai yang tinggi dapat dimanfaatkan oleh ikan-ikan tersebut sehingga air dalam tambak lebih bersih dan warna air ikut terkendali. Selain mengendalikan warna air, biofilter ikan nila dan ikan bandeng juga berperan dalam mendaur ulang nutrisi, baik partikel hidup maupun mati. Partikel yang dimakan ikan menghasilkan sisa metabolisme berupa *feces*, yang kemudian dimanfaatkan fitoplankton sebagai sumber nutrisi untuk proses fotosintesis. Kecerahan air di awal pengamatan pada tambak pemeliharaan I berkisar antara 25–45 cm sedangkan di tambak pemeliharaan II berkisar antara

25–50 cm. Pada pengamatan selanjutnya, kecerahan air baik di tambak pemeliharaan I maupun II berkisar antara 25–45 cm. Pada beberapa waktu, tingkat kecerahan kurang ideal bagi perkembangan udang di tambak, karena kecerahan yang baik bagi udang adalah 31-45 cm (Wardoyo, 1997). Kondisi ini terjadi karena biofilter ikan nila dan ikan bandeng belum berfungsi secara efektif dalam mengendalikan kualitas air seperti yang diharapkan.

b. Biofilter kerang hijau

Penggunaan kerang hijau sebagai biofilter berfungsi untuk memfilter air, pengendapan dan juga absorpsi logam-logam berat. Nilai rata-rata TSS pada kolam biofilter kerang hijau yaitu sebesar 96,7 mg/l, sedangkan untuk nilai rata-rata NH_3 yaitu sebesar 0,0011 mg/l

(Lampiran 2). Nilai parameter-parameter ini menggambarkan bahwa biofilter kerang hijau berfungsi cukup efektif untuk memfilter air dan mengendapkan bahan-bahan organik dan bahan-bahan yang tersuspensi di perairan tersebut. Hal ini terlihat dari nilainya yang paling minimum jika dibandingkan dengan kolam-kolam yang lain.

c. Biofilter rumput laut

Penggunaan rumput laut sebagai biofilter antara lain berfungsi untuk meningkatkan kelarutan oksigen, menjaga pH air berada pada kisaran nilai 8 atau lebih dan mengabsorpsi senyawa nitrit serta amonia. Nilai rata-rata oksigen terlarut pada kolam biofilter rumput laut yaitu sebesar 4,2 mg/l, sedangkan nilai rata-rata pH sebesar 7,6 dan nilai rata-rata senyawa nitrit dan amonia adalah masing-masing sebesar 0,0900 mg/l dan 0,0027 mg/l (Lampiran 2). Nilai parameter-parameter tersebut masih berada pada kisaran optimum untuk menunjang pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang. Namun demikian nilai kelarutan oksigen lebih rendah dan nilai nitrit serta nilai amonia lebih tinggi dari kolam-kolam yang lain, sehingga dapat diduga biofilter rumput laut ini kurang mampu berfungsi secara efektif untuk menyuplai oksigen dan mengabsorpsi senyawa nitrit serta amonia di perairan tersebut.

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Hasil analisis terhadap 832 ekor udang windu di tambak pemeliharaan I (G2) dan 856 ekor di tambak pemeliharaan II (G3) diperoleh persamaan masing-masing sebagai berikut :

$$L_t = 10,14 (1 - e^{-0,73(t+0,33)})$$

$$L_t = 12,53 (1 - e^{-0,23(t+1,35)})$$

Nilai k di tambak pemeliharaan I (G2) dan di tambak pemeliharaan II (G3) masing-masing sebesar 0,73 dan 0,23. Berdasarkan nilai k , udang di tambak pemeliharaan I (G2) memiliki kecepatan tumbuh dalam mencapai panjang tak terhingga (L_∞) lebih cepat daripada udang tambak pemeliharaan II (G3). Panjang tak terhingga (L_∞) udang di tambak pemeliharaan I (G2) dan di tambak pemeliharaan II (G3) masing-masing sebesar 10,14 cm dan 12,53 cm.

Pertambahan panjang total rata-rata udang windu di tambak pemeliharaan I (G2) dan di tambak pemeliharaan II (G3) masing-masing sebesar 0,967 cm dan 1,000 cm per 10 hari. Sedangkan pertambahan bobot tubuh rata-rata udang windu di tambak pemeliharaan I (G2) dan di tambak pemeliharaan udang windu II (G3) masing-masing sebesar 2,1 gram dan 2,2 gram per 10 hari. Laju pertumbuhan harian udang di tambak pemeliharaan I (G2) dan II (G3) masing-masing sebesar 1,80% dan 2,00%. Secara umum pertumbuhan udang pada tambak intensif yang menggunakan biofilter ini masih kurang optimum.

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap karakteristik kualitas air yang terdiri dari suhu, salinitas, kecerahan dan TSS, oksigen terlarut, derajat keasaman (pH), fosfat, amonia dan nitrit dapat dikatakan bahwa kualitas air di tambak pemeliharaan udang dan kolam-kolam biofilter secara umum layak untuk kehidupan dan pertumbuhan udang windu, sehingga dapat disimpulkan biofilter-biofilter tersebut berfungsi cukup efektif dalam menjaga kualitas air pada kisaran optimum untuk pertumbuhan udang. Kualitas air yang layak untuk kehidupan udang ternyata belum cukup mendukung pertumbuhan udang secara optimum, karena masih banyak faktor lain yang mempengaruhinya.

PUSAT PUSTAKA

- Adiwijaya, D.; Sugeng; Herman; Triyono. 2001. Penyesuaian arah kincir dan penerapan parit internal untuk efisiensi oksigenasi pada budidaya udang windu sistem resirkulasi tertutup. Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau, Departemen Kelautan Dan Perikanan. Jepara. 16 hal.
- Ahmad, T. 1992. Pengelolaan peubah mutu air yang penting dalam tambak udang intensif. Kerjasama Direktorat Jenderal Perikanan dan Internasional Development Research Centre. Jakarta.
- American Public Health Association (APHA). 1979. Standart methods for the examination of water and wastewater. 14th edition. APHA. American water works Assocation (AWWA). Water Polution Control Federation. Washington DC. 1194h.
- Bima, M. 1989. Studi tentang pertumbuhan udang windu (*Penaeus monodon*, Fabr.) di tiga tambak proyek pandu tambak inti rakyat. Karya Ilmiah (tidak dipublikasikan). Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 101h.
- Boyd, C.E. 1982. Water quality management for pond fish culture. Elsevier Scientific Publication Company, Inc. Netherland.
- Boyd, C.E. 1991. Water quality management and aeration in shrimp farming. American Soybean Association. Us Wheat Associates. USA.
- Chien, Y.H., 1992. Water quality requirements and management for marine shrimp culture *in* Wyban, J. Editor., 1992. Proceedings of The Special Session on Shrimp Farming. World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA. USA.
- Cholik, F., Z.T. Azwar dan T. Sutarmat. 1988. Budidata udang modern berwawasan lingkungan. Hal 142-143. Dalam Seminar Teknologi Perikanan Pantai. Puslitbang Perikanan. Badan Litbang Pertanian Departemen Pertanian bekerjasama dengan Japan International Cooperation Agency (ATA-399). 6-7 Agustus 1998. Hotel Sahid Raya. Denpasar. Indonesia.
- Cook, D.W. 1991. Microbiology of bivalve molluscan shelfish. *In*: D.R. Ward and C. Hackney (editors). Microbiology of Marine Food Product. P:19-39. Van Nostrand Reinhold Publish. New York.
- FAO. 1999. Introduksi pengkajian stok ikan tropis. Buku 1: Manual. Perserikatan Bangsa-bangsa. Roma. (terjemahan)

- Harris, E. 1988. Aspek teknis penitikan udang. Makalah disajikan dalam Seminar Memacu Keberhasilan dan Pengembangan Usaha Pertambakan Udang, Fakultas Perikanan, Institut Pertanian Bogor. Bogor, 16 – 17 September 1988.
- Kokarkin, C. 2001. Petunjuk teknis budidaya udang windu intensif ramah lingkungan. 2001. Departemen Kelautan dan Perikanan. Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau. Jepara
- Kontara, E.K; B. S. Ranoemihardjo; S. Saimun; M. Adijaya., 1986. Teknik budidaya udang windu (*Penaeus monodon*). Balai Budidaya Air Payau. Direktorat Jenderal Perikanan. Jepara.
- Kungvankij, P., T.E. Chua, J. Pundadera Jr., C. Corre, Borlongan A., L.B Tiro Jr., I.O. Potetas, G.A Taleon and J.N. Paw. 1986. Budidaya udang disain kolam, pengoperasian dan pengelolaannya. Diterjemahkan oleh Hardjono dan S.R. Suyanto. INFIS Manual seri 42, 1986. Ditjen Perikanan bekerja sama dengan IDRC. 96 hal.
- Niman, D.A. 2002. Uji Patogenitas virus penyebab white spot pada udang windu (*Penaeus monodon*.Fabr.). Skripsi. (tidak dipublikasikan). Jurusan Budidaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Poernomo, A. 1988. Faktor Lingkungan dominan pada budidaya udang intensif. Balai Penelitian Budidaya Pantai Puslitbang Pertanian. Maros. 66 hal.
- Primadona. Oktober 1994. Sistem resirkulasi pada tambak udang. Majalah Bulanan. 61 hal.
- Robert, D. 1976. Mussels and Pollution. In: B.L Bayne (editor). Marine mussels: their ecology and physiology. P: 67-80. Cambridge University Press. Cambridge-London-New York-Melbourne.
- Sumantadinata, K.; K.Sumawidjaja ; E. Haris ; O. Carman. 1986. Teknologi recirculation system, induced maturation, automatization of feeding (RIA) untuk peningkatan produktivitas telur & kelangsungan hidup larva udang windu (*Penaeus monodon*, Fabr.). Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Fakultas Perikanan, Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Suwignyo, P., J. Basmi, dan D.T.F Lumbanbatu. 1984. Studi beberapa aspek kerang hijau, *mytilus viridis* di Teluk Jakarta. Fakultas Perikanan Institut Pertanian Bogor. Bogor. 134 hal.
- Tarsim. 2000. Studi kualitas air dan produksi tambak udang intensif di PT. Moisson Makmur, Tangerang, Jawa Barat. Skripsi (tidak dipublikasikan). Program Studi Budidaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 42 hal.

Techner. 1996. Recycling memperbaiki kualitas air. Media Informasi Perikanan. 62 hal.

Vakily, J.M. 1989. The biology and culture of mussels of the genus Perna. ICLARM Studies and Reviews No. 17. Manila. 63 hal.

Wardoyo, T.H., 1997. Pengelolaan kualitas air tambak udang. Makalah disajikan pada Pelatihan Manajemen Tambak Udang dan Hatcheri (PMTUH) HIMAKUA, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Bogor 5 – 6 April 1997.



Lampiran 1. Hasil pengukuran panjang total udang windu (*P. monodon*) selama pengamatan

No.	Sampling I	Sampling I	Sampling II	Sampling II	Sampling III	Sampling III	Sampling IV	Sampling IV
	Tambak G2	Tambak G3	Tambak G2	Tambak G3	Tambak G2	Tambak G3	Tambak G2	Tambak G3
1	4.5	4.0	5.9	5.0	5.0	5.2	6.5	6.2
2	4.7	4.2	6.0	5.4	5.5	6.3	6.7	6.9
3	4.7	4.5	6.0	5.5	5.7	6.7	7.0	7.0
4	5.0	4.5	6.3	5.7	6.4	6.7	7.0	7.1
5	5.0	4.5	6.3	5.9	6.4	6.9	7.2	7.1
6	5.0	4.5	6.3	5.9	6.5	6.9	7.2	7.1
7	5.0	4.6	6.3	6.0	6.7	7.0	7.4	7.4
8	5.0	5.0	6.4	6.0	6.7	7.0	7.5	7.5
9	5.1	5.0	6.5	6.0	7.0	7.0	7.5	7.5
10	5.1	5.0	6.6	6.1	7.0	7.0	7.5	7.5
11	5.3	5.0	6.6	6.3	7.0	7.0	7.6	7.5
12	5.3	5.0	6.6	6.3	7.0	7.1	7.7	7.5
13	5.4	5.0	6.7	6.4	7.0	7.1	7.7	7.5
14	5.4	5.0	6.8	6.5	7.2	7.2	7.7	7.6
15	5.5	5.0	6.9	6.5	7.4	7.2	7.8	7.6
16	5.5	5.0	6.9	6.5	7.4	7.2	8.0	7.6
17	5.5	5.0	6.9	6.6	7.4	7.2	8.0	7.6
18	5.5	5.0	7.0	6.6	7.5	7.2	8.0	7.7
19	5.5	5.0	7.0	6.8	7.5	7.2	8.0	7.7
20	5.5	5.0	7.0	6.6	7.5	7.2	8.0	7.7
21	5.5	5.0	7.0	6.6	7.5	7.3	8.0	7.8
22	5.5	5.0	7.0	6.6	7.6	7.3	8.0	7.8
23	5.5	5.0	7.0	6.7	7.7	7.4	8.0	7.8
24	5.5	5.0	7.0	6.7	7.7	7.4	8.1	7.9
25	5.5	5.0	7.0	6.7	7.7	7.4	8.1	7.9
26	5.5	5.3	7.1	6.8	7.7	7.5	8.2	7.9
27	5.5	5.3	7.1	6.8	7.7	7.5	8.2	8.0
28	5.6	5.5	7.1	6.8	7.7	7.5	8.2	8.0
29	5.6	5.5	7.1	6.9	7.7	7.5	8.2	8.0
30	5.6	5.5	7.1	6.9	7.8	7.6	8.3	8.0
31	5.7	5.5	7.2	6.9	7.8	7.6	8.3	8.0
32	5.8	5.5	7.2	6.9	7.8	7.6	8.3	8.0
33	5.8	5.5	7.2	7.0	7.8	7.6	8.3	8.0
34	6.0	5.5	7.2	7.0	7.9	7.6	8.4	8.0
35	6.0	5.5	7.3	7.0	7.9	7.6	8.4	8.0
36	6.0	5.5	7.3	7.0	7.9	7.6	8.5	8.1
37	6.0	5.5	7.4	7.0	7.9	7.6	8.5	8.1
38	6.0	5.5	7.4	7.0	8.0	7.7	8.5	8.2
39	6.0	5.5	7.4	7.0	8.0	7.7	8.5	8.2
40	6.0	5.5	7.4	7.0	8.0	7.7	8.5	8.2
41	6.0	5.5	7.5	7.0	8.0	7.7	8.5	8.3
42	6.0	5.5	7.5	7.0	8.0	7.7	8.5	8.3
43	6.0	5.5	7.5	7.0	8.0	7.7	8.5	8.4
44	6.0	5.5	7.5	7.0	8.0	7.7	8.6	8.4
45	6.0	5.5	7.5	7.0	8.0	7.7	8.6	8.4
46	6.0	5.5	7.6	7.0	8.0	7.7	8.6	8.4
47	6.0	5.5	7.6	7.1	8.0	7.7	8.6	8.5
48	6.0	5.5	7.6	7.1	8.0	7.7	8.7	8.5
49	6.0	5.5	7.6	7.1	8.0	7.8	8.7	8.5
50	6.0	5.5	7.6	7.1	8.0	7.8	8.7	8.5
51	6.0	5.5	7.6	7.1	8.0	7.8	8.9	8.5
52	6.0	5.5	7.6	7.1	8.1	7.8	8.9	8.5
53	6.0	5.5	7.6	7.1	8.1	7.9	9.0	8.5
54	6.0	5.5	7.7	7.1	8.2	7.9	9.0	8.5
55	6.0	5.8	7.7	7.2	8.2	7.9	9.0	8.5
56	6.0	5.8	7.7	7.2	8.2	7.9	9.0	8.5
57	6.0	5.8	7.7	7.2	8.2	7.9	9.0	8.5

Lampiran 1. (lanjutan)

No.	Sampling I	Sampling I	Sampling II	Sampling II	Sampling III	Sampling III	Sampling IV	Sampling IV
	Tambak G2	Tambak G3	Tambak G2	Tambak G3	Tambak G2	Tambak G3	Tambak G2	Tambak G3
58	6.0	6.0	7.7	7.2	8.2	8.0	9.0	8.5
59	6.0	6.0	7.7	7.2	8.3	8.0	9.0	8.5
60	6.0	6.0	7.8	7.2	8.4	8.0	9.0	8.5
61	6.0	6.0	7.8	7.2	8.4	8.0	9.0	8.5
62	6.0	6.0	7.8	7.2	8.4	8.0	9.0	8.5
63	6.1	6.0	7.9	7.2	8.4	8.0	9.1	8.6
64	6.2	6.0	7.9	7.3	8.5	8.0	9.1	8.6
65	6.2	6.0	7.9	7.3	8.5	8.0	9.1	8.6
66	6.2	6.0	7.9	7.3	8.5	8.0	9.1	8.6
67	6.2	6.0	7.9	7.3	8.5	8.0	9.2	8.7
68	6.4	6.0	7.9	7.3	8.5	8.0	9.2	8.7
69	6.4	6.0	7.9	7.3	8.5	8.0	9.2	8.7
70	6.4	6.0	7.9	7.3	8.5	8.0	9.2	8.7
71	6.4	6.0	7.9	7.3	8.5	8.0	9.2	8.8
72	6.5	6.0	8.0	7.4	8.5	8.0	9.2	8.9
73	6.5	6.0	8.0	7.4	8.5	8.0	9.2	8.9
74	6.5	6.0	8.0	7.4	8.5	8.1	9.2	8.9
75	6.5	6.0	8.1	7.4	8.5	8.1	9.2	9.0
76	6.5	6.0	8.1	7.4	8.6	8.2	9.3	9.0
77	6.5	6.0	8.1	7.4	8.6	8.2	9.3	9.0
78	6.5	6.0	8.2	7.5	8.6	8.2	9.4	9.0
79	6.5	6.0	8.2	7.5	8.6	8.2	9.4	9.0
80	6.5	6.2	8.2	7.5	8.7	8.2	9.4	9.0
81	6.5	6.3	8.2	7.5	8.7	8.2	9.4	9.0
82	6.5	6.5	8.2	7.5	8.7	8.2	9.4	9.0
83	6.5	6.5	8.2	7.5	8.7	8.2	9.4	9.0
84	6.5	6.5	8.2	7.5	8.7	8.2	9.5	9.0
85	6.5	6.5	8.2	7.6	8.7	8.2	9.5	9.0
86	6.5	6.5	8.2	7.6	8.7	8.2	9.5	9.0
87	6.5	6.5	8.2	7.6	8.7	8.3	9.5	9.1
88	6.5	6.5	8.2	7.6	8.7	8.3	9.5	9.1
89	6.5	6.5	8.3	7.6	8.7	8.3	9.5	9.2
90	6.5	6.5	8.3	7.6	8.7	8.4	9.5	9.2
91	6.5	6.5	8.3	7.6	8.7	8.4	9.5	9.2
92	6.5	6.5	8.3	7.6	8.7	8.4	9.5	9.2
93	6.5	6.5	8.3	7.6	8.8	8.4	9.5	9.3
94	6.5	6.5	8.3	7.7	8.9	8.4	9.5	9.3
95	6.6	6.5	8.3	7.7	8.9	8.4	9.6	9.3
96	6.6	6.5	8.4	7.7	8.9	8.4	9.6	9.3
97	6.6	6.5	8.4	7.7	8.9	8.4	9.7	9.3
98	6.6	6.5	8.4	7.7	8.9	8.4	9.7	9.3
99	6.7	6.5	8.4	7.8	9.0	8.5	9.7	9.3
100	6.8	6.5	8.4	7.8	9.0	8.5	9.7	9.4
101	6.8	6.5	8.4	7.8	9.0	8.5	9.7	9.4
102	6.8	6.5	8.4	7.8	9.0	8.5	9.7	9.4
103	6.8	6.5	8.5	7.8	9.0	8.5	9.7	9.4
104	6.8	6.5	8.5	7.8	9.0	8.5	9.7	9.4
105	6.8	6.5	8.5	7.8	9.1	8.5	9.7	9.5
106	6.9	6.5	8.5	7.9	9.1	8.5	9.8	9.5
107	6.9	6.5	8.5	7.9	9.1	8.5	9.8	9.5
108	7.0	6.5	8.5	8.0	9.1	8.6	9.8	9.5
109	7.0	6.5	8.5	8.0	9.2	8.6	9.9	9.5
110	7.0	6.5	8.5	8.0	9.3	8.6	10.0	9.5
111	7.0	6.5	8.8	8.0	9.3	8.7	10.0	9.5
112	7.0	6.5	8.8	8.0	9.4	8.7	10.0	9.5
113	7.0	6.6	8.8	8.0	9.5	8.7	10.0	9.5
114	7.0	6.6	8.8	8.0	9.5	8.7	10.0	9.5
115	7.0	6.6	8.8	8.0	9.5	8.7	10.0	9.5

Lampiran 1. (lanjutan)

No.	Sampling I	Sampling I	Sampling II	Sampling II	Sampling III	Sampling III	Sampling IV	Sampling IV
	Tambak G2	Tambak G3	Tambak G2	Tambak G3	Tambak G2	Tambak G3	Tambak G2	Tambak G3
116	7.0	6.6	8.7	8.0	9.5	8.7	10.0	9.5
117	7.0	6.8	8.7	8.0	9.5	8.7	10.0	9.6
118	7.0	6.8	8.7	8.0	9.5	8.7	10.0	9.6
119	7.0	6.8	8.7	8.0	9.5	8.7	10.0	9.6
120	7.0	6.8	8.7	8.0	9.5	8.7	10.0	9.6
121	7.0	6.9	8.7	8.0	9.6	8.7	10.0	9.7
122	7.0	7.0	8.8	8.1	9.6	8.7	10.1	9.7
123	7.0	7.0	8.8	8.1	9.6	8.7	10.2	9.7
124	7.0	7.0	8.8	8.1	9.6	8.7	10.2	9.7
125	7.0	7.0	8.9	8.1	9.6	8.7	10.2	9.7
126	7.0	7.0	8.9	8.1	9.7	8.7	10.3	9.7
127	7.0	7.0	8.9	8.1	9.7	8.7	10.4	9.7
128	7.0	7.0	8.9	8.1	9.7	8.8	10.4	9.7
129	7.0	7.0	8.9	8.1	9.7	8.9	10.4	9.7
130	7.0	7.0	8.9	8.2	9.7	8.9	10.4	9.7
131	7.1	7.0	8.9	8.2	9.8	8.9	10.4	9.7
132	7.1	7.0	9.0	8.2	9.8	8.9	10.4	9.7
133	7.1	7.0	9.0	8.2	9.9	8.9	10.4	9.8
134	7.1	7.0	9.0	8.2	9.9	8.9	10.4	9.9
135	7.2	7.0	9.0	8.2	9.9	8.9	10.4	9.9
136	7.2	7.0	9.0	8.2	9.9	9.0	10.4	10.0
137	7.2	7.0	9.0	8.2	9.9	9.0	10.5	10.0
138	7.2	7.0	9.0	8.2	9.9	9.0	10.5	10.0
139	7.3	7.0	9.0	8.2	10.0	9.0	10.5	10.0
140	7.3	7.0	9.1	8.3	10.0	9.0	10.5	10.0
141	7.3	7.0	9.1	8.4	10.0	9.0	10.5	10.0
142	7.4	7.0	9.1	8.4	10.0	9.0	10.5	10.0
143	7.4	7.0	9.1	8.5	10.0	9.0	10.5	10.0
144	7.4	7.0	9.2	8.5	10.0	9.0	10.5	10.0
145	7.4	7.0	9.2	8.5	10.0	9.0	10.5	10.0
146	7.5	7.0	9.2	8.5	10.1	9.0	10.5	10.0
147	7.5	7.0	9.3	8.5	10.1	9.0	10.5	10.0
148	7.5	7.0	9.3	8.5	10.2	9.0	10.5	10.0
149	7.5	7.0	9.3	8.5	10.2	9.1	10.6	10.0
150	7.5	7.0	9.3	8.5	10.2	9.2	10.6	10.0
151	7.5	7.0	9.3	8.6	10.2	9.2	10.6	10.1
152	7.5	7.0	9.3	8.6	10.2	9.2	10.6	10.1
153	7.5	7.1	9.3	8.6	10.2	9.2	10.7	10.1
154	7.5	7.2	9.4	8.6	10.3	9.2	10.8	10.1
155	7.5	7.2	9.4	8.7	10.4	9.3	10.8	10.1
156	7.5	7.2	9.4	8.7	10.4	9.3	10.9	10.2
157	7.5	7.3	9.5	8.7	10.4	9.3	11.0	10.2
158	7.5	7.4	9.5	8.7	10.4	9.4	11.0	10.3
159	7.5	7.5	9.5	8.7	10.5	9.4	11.0	10.3
160	7.6	7.5	9.5	8.7	10.5	9.4	11.0	10.3
161	7.7	7.5	9.5	8.7	10.5	9.4	11.2	10.3
162	7.7	7.5	9.6	8.7	10.5	9.4	11.3	10.4
163	7.7	7.5	9.6	8.8	10.5	9.4	11.5	10.4
164	7.7	7.5	9.6	8.8	10.5	9.5	11.5	10.4
165	7.7	7.5	9.6	8.9	10.5	9.5	11.5	10.5
166	7.8	7.5	9.6	8.9	10.5	9.5	11.6	10.5
167	7.8	7.5	9.7	8.9	10.5	9.5	11.6	10.5
168	7.8	7.5	9.7	8.9	10.5	9.5	11.7	10.5
169	7.8	7.5	9.7	8.9	10.6	9.5	11.7	10.5
170	7.9	7.5	9.7	8.9	10.6	9.6	11.7	10.5
171	7.9	7.5	9.8	9.0	10.7	9.6	12.0	10.5
172	7.9	7.5	9.9	9.0	10.7	9.6	12.0	10.5

Lampiran 2. Analisis pertumbuhan *P. monodon*, Fabr. di tambak pemeliharaan I (G2)

Panjang udang (L_t) yang digunakan dalam analisis regresi untuk mencari koefisien pertumbuhan Von Bertalanffy adalah berasal dari nilai rata-rata panjang udang yang ditangkap setiap kali sampling.

Pengambilan contoh udang ke-	t (hari)	$L_t (X)$	$L_{t+1} (Y)$
I	30	6,9	8,6
II	40	8,6	9,3
III	50	9,3	9,8
IV	60	9,8	-

$$a = 5,2357$$

$$b = 0,4836$$

Panjang maksimum udang (L_{∞}) :

$$\begin{aligned} L_{\infty} &= \frac{a}{1 - b} \\ &= 10,14 \end{aligned}$$

$$\text{Log } L_{\infty} = 1,006$$

Koefisien pertumbuhan Von Bertalanffy (K) :

$$\begin{aligned} K &= - \ln b \\ &= 0,7265 \end{aligned}$$

$$\text{Log } K = - 0,1388$$

Umur udang pada saat panjang = 0 cm (t_0) :

$$\text{Log } (-t_0) = -0,3922 - 0,2752 \times \text{Log } L_{\infty} - 1,308 \times \text{Log } K$$

$$(-t_0) = 0,3255$$

$$t_0 = -0,33$$

Lampiran 3. Analisis pertumbuhan *P. monodon*, Fabr. di tambak pemeliharaan II (G3)

Panjang udang (L_t) yang digunakan dalam analisis regresi untuk mencari koefisien pertumbuhan Von Bertalanffy adalah berasal dari nilai rata-rata panjang udang yang di tangkap setiap kali sampling.

Pengambilan contoh udang ke-	t (hari)	L_t (X)	L_{t+1} (Y)
I	30	6,6	7,9
II	40	7,9	8,7
III	50	8,7	9,6
IV	60	9,6	-

$$a = 2,6178$$

$$b = 0,7910$$

Panjang maksimum udang (L_∞) :

$$\begin{aligned} L_\infty &= \frac{a}{1 - b} \\ &= 12,53 \end{aligned}$$

$$\text{Log } L_\infty = 1,098$$

Koefisien pertumbuhan Von Bertalanffy (K) :

$$\begin{aligned} K &= -\ln b \\ &= 0,2344 \end{aligned}$$

$$\text{Log } K = 0,6300$$

Umur udang pada saat panjang = 0 cm (t_0) :

$$\text{Log } (-t_0) = -0,3922 - 0,2752 \times \text{Log } L_\infty - 1,308 \times \text{Log } K$$

$$(-t_0) = 1,3482$$

$$t_0 = -1,35$$

Lampiran 4. Uji Z untuk menguji nilai L_{∞} pada udang windu (*P. monodon*, Fabr.)

$$\begin{aligned}
 Z &= \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}{\sqrt{(\delta_1^2 / n_1) + (\delta_2^2 / n_2)}} \\
 &= \frac{12,53 - 10,14}{\sqrt{(1,770^2 / 832) + (1,646^2 / 856)}} \\
 &= \frac{2,39}{\sqrt{3,766 \cdot 10^{-3} + 3,165 \cdot 10^{-3}}} \\
 &= \frac{2,39}{\sqrt{6,931 \cdot 10^{-3}}} \\
 &= \frac{2,39}{0,0833} \\
 &= 28,6915
 \end{aligned}$$

- 1). $H_0 : L_{\infty G2} = L_{\infty G3}$
 $H_1 : L_{\infty G2} \neq L_{\infty G3}$
- 2). Taraf nyata 95% (= 0,05)
- 3). Wilayah kritik : $Z < -1,96$ dan
 $Z > 1,96$
- 4). Keputusan : tolak H_0 ($Z_{hit} > Z_{tabel}$)
- 5). Kesimpulan : $L_{\infty G2} \neq L_{\infty G3}$



Lampiran 5. Nilai rata-rata parameter fisika kimia air pada tiap lokasi pengamatan

PARAMETER	Unit	Lokasi							
		G1	G2	G3	DC	F4A	F4B	F4C	F4D
A. Fisika									
1. Suhu	°C	28.6	28.9	28.9	28.6	28.6	28.4	28.4	28.5
2. Salinitas	‰	27.3	28.3	28.0	27.7	28.0	28.0	28.0	28.0
3. TSS	mg/l	101.1	132	77.7	110.3	160.3	149	104.2	96.7
B. Kimia									
1. DO	mg/l	4.2	5.4	5.3	3.9	5.1	4.0	4.5	4.1
2. pH		7.6	7.7	7.7	7.4	7.8	7.8	7.8	7.7
3. NH ₃	mg/l	0.0027	0.0018	0.0025	0.0023	0.0014	0.0016	0.0017	0.0011
4. NO ₂	mg/l	0.09	td	td	0.09	td	td	td	td
5. PO ₄	mg/l	0.08	0.05	0.009	0.08	0.07	0.06	0.06	0.07



Lampiran 6. Analisis laju pertumbuhan harian

• Tambak pemeliharaan udang G2

$$= \sqrt{\frac{W_t}{W_o}} - 1 \times 100\%$$

$$= \sqrt[60]{\frac{9,5}{3,2}} - 1 \times 100\%$$

$$= 1,80\%$$

• Tambak pemeliharaan udang G2

$$= \sqrt{\frac{W_t}{W_o}} - 1 \times 100\%$$

$$= \sqrt[60]{\frac{9,2}{2,6}} - 1 \times 100\%$$

$$= 2,00\%$$

• Tambak pembanding Adiwijaya *et al.* (2001)

- Tambak I

$$= \sqrt{\frac{W_t}{W_o}} - 1 \times 100\%$$

$$= \sqrt[60]{\frac{6,95}{1,15}} - 1 \times 100\%$$

$$= 3,04\%$$

- Tambak II

$$= \sqrt{\frac{W_t}{W_o}} - 1 \times 100\%$$

$$= \sqrt[60]{\frac{6,85}{1,10}} - 1 \times 100\%$$

$$= 3,09\%$$

• Tambak tanpa biofilter

- Tambak H-2

$$= \sqrt{\frac{W_t}{W_o}} - 1 \times 100\%$$

$$= \sqrt[60]{\frac{9,55}{2,14}} - 1 \times 100\%$$

$$= 2,52\%$$

- Tambak H-3

$$= \sqrt{\frac{W_t}{W_o}} - 1 \times 100\%$$

$$= \sqrt[60]{\frac{9,60}{2,35}} - 1 \times 100\%$$

$$= 2,37\%$$

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Semarang pada tanggal 19 Juni 1979 sebagai anak kedua dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Soemadji dan Ibu Sudiyah.

Pendidikan penulis diawali dengan bersekolah di TK Al-Hidayah Semarang (tamatan tahun 1986) dan kemudian dilanjutkan di SDN 4 Perumnas Banyumanik Semarang (tamatan tahun 1992).

Penulis menempuh pendidikan lanjutan pertama di SMPN 21 Semarang dan tamat tahun 1995, kemudian menempuh pendidikan selanjutnya di SMUN 4 Semarang. Setelah tamat dari SMU tahun 1998 penulis diterima di Institut Pertanian Bogor pada tahun 1998 melalui jalur Undangan Seleksi Masuk IPB (USMI) dan masuk di Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB.

Selama di IPB, penulis pernah aktif di Himpunan Mahasiswa Manajemen Sumberdaya Perairan (HIMASPER) selama periode 1999/2000 dan 2000/2001. Selain itu, penulis juga pernah melakukan magang kerja di pengolahan air limbah PT. PEPSI COLA INDOBEVERAGES Ungaran, Semarang (2001)

Untuk menyelesaikan studi di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, penulis melaksanakan penelitian yang berjudul "Pertumbuhan Udang Windu (*Penaeus monodon*, Fabr.) pada Tambak Intensif yang Menggunakan Biofilter di Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau Jepara, Jawa Tengah".



1. Untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan, maka diperlukan strategi yang tepat dan efektif.
2. Strategi yang tepat adalah strategi yang didasarkan pada analisis situasi yang akurat dan mendalam.
3. Strategi yang efektif adalah strategi yang didasarkan pada analisis situasi yang akurat dan mendalam.
4. Strategi yang tepat dan efektif adalah strategi yang didasarkan pada analisis situasi yang akurat dan mendalam.
5. Strategi yang tepat dan efektif adalah strategi yang didasarkan pada analisis situasi yang akurat dan mendalam.
6. Strategi yang tepat dan efektif adalah strategi yang didasarkan pada analisis situasi yang akurat dan mendalam.
7. Strategi yang tepat dan efektif adalah strategi yang didasarkan pada analisis situasi yang akurat dan mendalam.
8. Strategi yang tepat dan efektif adalah strategi yang didasarkan pada analisis situasi yang akurat dan mendalam.
9. Strategi yang tepat dan efektif adalah strategi yang didasarkan pada analisis situasi yang akurat dan mendalam.
10. Strategi yang tepat dan efektif adalah strategi yang didasarkan pada analisis situasi yang akurat dan mendalam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT, Raja manusia yang tidak pernah berhenti mengasihani dan menyayangi umatnya.
2. My Family, (Bapak, ibu & M'Hesti) yang selalu memberikan kasih sayangnya.
You are the best family, I Love You all.....
3. My best Friends: Udith, .. makasih atas bantuannya yang banyak; DP,.. thanks boleh PGT tapi jangan ngomelin mulu ya..; SARI.. makasih kuenya; Ndari.. makasih proyek masa depannya!; KENI.. yang selalu siap di saat-saat genting; FENIA. . KAMU BAEK BANGET disaat-saat terakhir! IVANA; thanks ya diskusi-diskusinya; Wiwt.. maturnuwun rumusnya; M,Ojl.. yang dah nemenin begadang; M'Zae.. sorry nitip terus!
4. Wismo Ayu Crew: M'Arnis thanks fasilitasnya; DIDI.. gambarnya bagus!; Sophie, Ulpha, Dwi, F35,36, Feri, Heppy, Titik.. thanks pinjamannya yang bikin cantik; DC, Umplung & semuanya.. makasih atas keceriaannya selama 4th.
5. Ir. Kade Ariawan, Bapak.. jasamu tiada tara..
6. M'Arif yang nelpon di saat-saat pengen berbagi kekesalan
7. Noneng (BDP'35), thanks ya.. data eksklusifnya..
8. Friend on the air (Andi&Eyenk) thanks for your spirit messages
9. Keluarga om Darwo dan Bulek Koes atas perhatiannya selama di Bogor
10. Yuli Yulianti.. sorry lama balikin bukunya
12. Semua Perpustakaan makasih pinjaman bukunya....
13. Win's Comp. (M'Budi sorry ngrepotin mulu...)
14. MSP'35 atas kebersamaan kita selama ini...
15. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu!

