



Judul Tesis : PENGARUH *Chaetoceros sp* YANG DITUMBUHKAN  
DALAM MEDIA KULTUR YANG DIBERI ABU SEKAM  
PADI TERHADAP KELANGSUNGAN HIDUP DAN PER-  
TUMBUHAN LARVA UDANG WINDU, *Peneaus monodon*  
Fabricius.

Tesis : Salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
sarjana pada Jurusan Perikanan, Fakultas  
Pernakan, Universitas Hasanuddin,  
Ujung Pandang

Nama : U s m a n

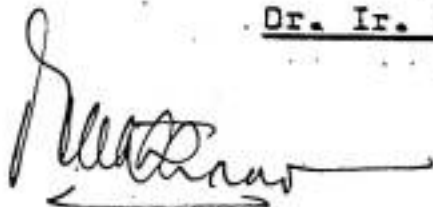
Nomor Pokok : 86 06 308

Tesis ini telah diperiksa

dan disetujui oleh :



Dr. Ir. Rajuddin Syamsuddin, M.Sc.  
Pembimbing Utama



Ir. Daud Thana  
Pembimbing Anggota

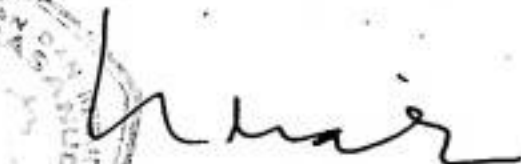


Ir. Hasanuddin Atjo  
Pembimbing Anggota

Diketahui :



Ir. Arsyuddin Salam, M.Agr.Fish  
Ketua Jurusan



Dr. Ir. H. M. Natsir Nessa, M.S  
Dekan

16 Maret 1991  
Tanggal Lulus

## RINGKASAN

USMAN. 8606308. Pengaruh Chaetoceros sp Yang Ditumbuhkan Dalam Media Kultur Yang Diberi Abu Sekam Padi Terhadap Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Larva Udang Windu (Penaeus monodon Fabricius), dibawah bimbingan Dr. Ir. Rajuddin Syamsuddin, M.Sc, sebagai ketua, Ir. Daud Thana dan Ir. Hasanuddin Atjo, masing-masing sebagai anggota.

Penelitian dilaksanakan pada tanggal 10 September hingga 7 Oktober 1990 di Balai Benih Udang (BBU) Dinas Perikanan TK. I Sulawesi Selatan di Desa Bojo, Kecamatan Mallusetasi, Kabupaten Barru.

Penelitian bertujuan mengetahui pengaruh penggunaan Chaetoceros sp yang diberi abu sekam padi dalam penumbuhannya terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan larva udang windu. Digunakan ember plastik sebanyak 18 buah berkapasitas 30 liter, kemudian diisi air laut yang telah disaring masing-masing sebanyak 20 liter.

Larva udang windu stadia nauplius-6 sebanyak 6.000 ekor sebagai hewan uji awal diperoleh dari Balai Benih Udang (BBU) tempat penelitian.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap dengan dua perlakuan dan tiga ulangan. Sebagai faktor perlakuan adalah larva udang windu yang diberi Chaetoceros sp yang memakai abu sekam padi dalam penumbuhannya dan Chaetoceros sp yang memakai  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ .

Selain kepadatan populasi Chaetoceros sp, tingkat kelangsungan hidup dan pertumbuhan larva udang windu, juga dilakukan pengamatan parameter kualitas air seperti suhu, salinitas dan pH setiap hari, oksigen terlarut, karbon dioksida bebas, alkalinitas, kesadahan dan ammonia diamati setiap tiga hari, sedangkan Ca, Mg, Fe dan Al diamati pada awal, pertengahan dan akhir penelitian.

Pertumbuhan populasi Chaetoceros sp yang memakai abu sekam padi sangat berbeda nyata ( $P > 0,01$ ) dengan pertumbuhan populasi Chaetoceros sp yang memakai  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , sedangkan tingkat kelangsungan hidup dan pertumbuhan larva udang windu yang diberi Chaetoceros sp yang ditumbuhkan dengan abu

sekam padi tidak berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) dengan larva udang windu yang diberi Chaetoceros sp yang memakai  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  dalam penumbuhannya, karena abu sekam padi ini hanya dimanfaatkan oleh Chaetoceros sp dalam penumbuhannya tetapi tidak lebih memperbaiki kualitasnya.

## KATA PENGANTAR

Syukur alhamdulillah, penulis panjatkan kehadirat Allah Subhanahu Wataala atas limpahan rahmat dan taufik-Nya sehingga penelitian dan penulisan tesis ini dapat terselesaikan dengan baik.

Dalam perjalanan penelitian dan penulisan tesis ini, penulis menghadapi berbagai hambatan dan problem yang membutuhkan kesabaran dan perjuangan keras. Namun hambatan dan problem tersebut dapat dilalui berkat bimbingan, bantuan, dan dorongan dari berbagai pihak, yang pada kesempatan ini dengan penuh kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih, khususnya kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Rajuddin Syamsuddin, M.Sc, Bapak Ir. Daud Thana dan Bapak Ir. Hasanuddin Atjo yang dengan tulus ikhlas telah membimbing penulis sejak dari rencana penelitian hingga tersusunnya tesis ini.
2. Bapak Kepala Dinas Perikanan TK. I Sulawesi Selatan dan Bapak Pimpinan Balai Benih Udang (BBU) Bojo beserta seluruh stafnya atas bantuan dan fasilitas yang diberikan sehingga terlaksananya penelitian ini dengan baik.
3. Ayahanda (almarhum), ibunda dan paman tercinta yang telah bersusah payah mendidik, membesarkan dan telah banyak berkorban baik moril maupun meteril selama penulis menempuh pendidikan.
4. Kakak Ir, Dody Dharmawan T. Umar, Kakak Ir. Muhammad

Yusri Karim, Agussalim Pamus, Agus Salim Safrullah,  
Andi Parenrengi, Ridwan Titdoy, Yusnaini, Nur Asia Umar  
dan Rosmiati yang telah banyak memberikan bantuannya.

Mudah-mudahan segala bantuan yang diberikan tersebut  
diterima oleh Allah Subhanahu Wataala sebagai amal saleh.

Akhirnya penulis berharap, semoga tesis yang sederhana  
ini ada manfaatnya bagi penulis maupun pembaca umumnya.  
Atas segala kekurangannya, penulis memohon maaf yang sebesar-  
besarnya.

Ujung Pandang, Desember 1990

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN .....	i
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI .....	iv
DAFTAR TABEL .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR LAMPIRAN .....	ix
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1. Latar Belakang .....	1
2. Tujuan dan Kegunaan .....	3
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
1. Pemeliharaan Larva Udang Windu .....	4
2. Makanan Larva Udang Windu .....	6
3. Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Larva .....	9
4. Parameter Kualitas Air .....	10
<b>III. BAHAN DAN METODE PENELITIAN</b> .....	<b>14</b>
1. Tempat dan Waktu Penelitian .....	14
2. Alat dan Bahan Penelitian .....	14
a. Wadah Penelitian .....	14
b. Hewan dan Pakan Uji .....	14
3. Metode Penelitian .....	15
a. Penumbuhan <u>Chaetoceros</u> sp .....	15
b. Pemeliharaan Hewan Uji .....	15
c. Pemeliharaan Media Larva .....	16
4. Pengukuran Peubah .....	16
a. Kepadatan <u>Chaetoceros</u> sp .....	16



b.	Tingkat Kelangsungan Hidup (Survival Rate) .....	17
c.	Pertumbuhan .....	18
d.	Kualitas Air .....	18
5.	Rancangan Percobaan .....	19
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN .....	25
1.	Penumbuhan <u>Chaetoceros</u> sp .....	25
2.	Kualitas Air .....	27
3.	Tingkat Kelangsungan Hidup Larva Udang Windu .....	31
4.	Pertumbuhan Larva Udang Windu .....	34
V.	KESIMPULAN DAN SARAN .....	38
1.	Kesimpulan .....	38
2.	Saran .....	38

DAFTAR PUSTAKA.

LAMPIRAN-LAMPIRAN



## DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Komposisi Pupuk Dasar dalam Media Kultur <u>Chaetoceros</u> sp .....	21
2. Komposisi Vitamin dalam Media Kultur <u>Chaetoceros</u> sp .....	21
3. Sumber Silikat yang Digunakan untuk Penumbuhan <u>Chaetoceros</u> sp (sebagai perlakuan awal) .....	21
4. Komposisi Kimia Abu Sekam Padi Dalam Media Kultur <u>Chaetoceros</u> sp .....	22
5. Nilai Rata-rata Kepadatan Populasi <u>Chaetoceros</u> sp (100.000 sel/ml) Selama Uji Coba Penumbuhan Secara Massal .....	25
6. Hasil Pengamatan Rata-rata Kualitas Air Selama Penelitian .....	27
7. Nilai Rata-rata Kelangsungan Hidup Larva Udang Windu ( <u>Penaeus monodon</u> Fabr.) Selama Penelitian .....	32
8. Panjang Rata-rata Larva Udang Windu ( <u>Penaeus monodon</u> Fabr.) Selama Penelitian.	34
9. Kecepatan Perkembangan Stadia Larva Udang Windu ( <u>Penaeus monodon</u> Fabr.) Selama Penelitian .....	37

## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Perkembangan Larva Udang Windu (nauplius-1 hingga post larva-1) .....	23
2. Denah Penempatan Wadah Penelitian .....	24
3. Grafik Tingkat Kelangsungan Hidup Larva Udang Windu ( <u>Penaeus monodon</u> Fabr.) Selama Penelitian .....	33
4. Grafik Pertumbuhan (panjang rata-rata) Larva Udang Windu ( <u>Penaeus monodon</u> Fabr.) Selama Penelitian .....	36

## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Cara Penumbuhan <u>Chaetoceros</u> sp Secara Massal .....	43
2. Tanda-tanda Utama Stadia dan Sub-stadia Larva Udang Windu ( <u>Penaeus monodon</u> Fabr.) (Nurdjana dkk., 1989) .....	44
3. Data Pengamatan untuk Rancangan Acak Lengkap .....	45
4. Nilai Kepadatan Populasi <u>Chaetoceros</u> sp (100.000 sel/ml) Selama Uji Coba Penumbuhan Secara Massal .....	46
5. Jenis Makanan Buatan yang Digunakan Sebagai Makanan Tambahan .....	47
6. Uji Statistik (Sidik Ragam) Kepadatan <u>Chaetoceros</u> sp Saat Puncak Populasi (hari V) Pada Uji Coba Penumbuhan .....	47
7. Uji Statistik (Sidik Ragam) Nilai Kelangsungan Hidup (Survival Rate) Larva Udang Windu ( <u>Penaeus monodon</u> Fabr.) pada Akhir Penelitian	48
8. Uji Statistik (Sidik Ragam) terhadap Pertumbuhan (Panjang Rata-rata) Larva Udang Windu ( <u>Penaeus monodon</u> Fabr.) pada Akhir Penelitian .....	48

## I. PENDAHULUAN

### 1. Latar Belakang

Udang windu merupakan salah satu komoditi ekspor non-migas dari sub-sektor perikanan yang sangat potensial untuk dikembangkan karena mempunyai nilai ekonomi yang tinggi.

Semula, produksi udang Indonesia didominasi oleh penangkapan di laut, tetapi setelah adanya Keppres nomor 39/1980, maka produksi udang Indonesia menunjukkan penurunan yang tajam. Oleh karena itu, untuk mempertahankan produksi udang pada tingkat yang optimum, maka usaha perikanan udang melalui teknik budidaya harus dipacu perkembangannya.

Perkembangan sistim usaha budidaya udang ini menyebabkan peningkatan akan permintaan benih. Sistim penyediaan benih yang masih bergantung kepada kemurahan alam semesta, tentu saja tidak mencukupi. Oleh karena itu ditempuh jalan keluarnya dengan mengusahakan panti-panti pembenihan udang (hatchery).

Hatchery sebagai pemasok utama kebutuhan benih udang di tambak dewasa ini masih mengalami kendala-kendala, diantaranya biaya produksi yang tinggi dan tingkat kematian larva pada fase zoea yang masih tinggi. Tingginya kematian pada stadia tersebut disebabkan karena kurang tersediannya makanan alami yang cocok bagi larva (Shigueno, 1975).

Kualitas dan kuantitas makanan yang diberikan sangat menentukan pertumbuhan dan kelangsungan hidup larva udang windu. Salah satu usaha dalam meningkatkan produksi benih udang tersebut adalah dengan pemberian makanan alami yang tepat, terutama pada fase-fase awal kehidupan larva.

Salah satu jenis makanan alami yang cocok untuk pertumbuhan larva udang windu adalah Chaetoceros sp (Nurdjana, dkk., 1983). Jenis diatom ini dapat diperoleh langsung dari laut, tetapi kualitasnya tidak dapat dijamin karena tercampur dengan berbagai mikroorganisme lain yang tidak dibutuhkan, bahkan dapat membahayakan kehidupan larva. Untuk memenuhi kebutuhan akan jenis makanan alami tersebut bagi keperluan larva udang di hatchery, usaha kultur murni dan massalnya telah berhasil dilakukan dengan baik melalui penerapan isolasi dan penggunaan media kultur baku.

Dalam perkembangannya Chaetoceros sp ini membutuhkan silikat. Hingga saat ini kebutuhan silikat dalam kultur diatom di hatchery diperoleh dari industri farmasi dengan harga yang relatif tinggi. Abu sekam padi yang merupakan limbah pertanian dapat digunakan sebagai sumber silikat dan beberapa peneliti telah berhasil memanfaatkan limbah tersebut dalam penumbuhan diatom (Chaetoceros sp).

Abu sekam padi ini disamping mengandung silikat dan natrium oksida juga terdapat unsur hara makro dan mikro bagi pertumbuhan diatom dan larva udang windu. Karena itu

dirasa perlu adanya penelitian lanjutan penggunaan Chaetoceros sp tersebut terhadap larva udang windu.

## 2. Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan Chaetoceros sp yang diberi abu sekam padi dalam penumbuhannya terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan larva udang windu. Hasilnya diharapkan sebagai bahan informasi yang berguna bagi pengusaha pembenihan udang windu dalam rangka meningkatkan produksi dengan menekan biaya produksi.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 1. Pemeliharaan Larva Udang Windu

Stadia larva merupakan bagian yang paling lemah dari seluruh daur hidup udang windu, sehingga untuk memperoleh kualitas dan kuantitas larva yang tinggi perlu adanya perawatan yang baik (Nurdjana dkk., 1983), yang menyangkut penebaran nauplius, pemberian pakan, penjagaan kualitas air serta pemantauan terhadap perkembangan maupun kesehatan larva (Sudarmini, 1988).

Secara garis besar, ada dua macam teknik pemeliharaan larva di hatchery, yaitu metode Jepang dan metode Galveston (Poernomo, 1979 dan Nurdjana dkk., 1983). Selanjutnya Shigueno (1975) mengatakan bahwa pada teknik Jepang, peneluran, penetasan dan pemeliharaan larva serta penumbuhan makanan alami semuanya dilakukan di dalam bak larva. Sedangkan pada teknik Galveston, pemeliharaan larva dilakukan pada bak tersendiri (Platon, 1978).

Kepadatan larva (nauplius) yang dipelihara hendaknya disesuaikan dengan tingkat pemeliharaan larva, dimana kepadatan yang dianjurkan adalah 50 - 100 ekor/liter (Ilyas dkk., 1987). Selanjutnya Kungvankij et al. (1986) mengatakan bahwa tingkat kepadatan yang tinggi memerlukan penanganan kualitas air yang lebih hati-hati serta pemberian makanan yang lebih intensif.



Dalam pemeliharaan larva, aerasi selain berfungsi meningkatkan kandungan oksigen dalam air juga berperan menciptakan sirkulasi air sehingga makanan selalu terdapat secara merata dalam media pemeliharaan larva, mempercepat penguapan gas-gas beracun sebagai hasil proses pembusukan sisa-sisa makanan dan kotoran lain (Nurdjana dkk., 1989). Kemudian Anindiastuti dan Mardjono (1986) menyarankan agar kekuatan aerasi pada stadia nauplius sekitar 400 cc/menit, 600 cc/menit pada stadia zoea dan 900 cc/menit pada stadia mysis.

Larva udang windu merupakan organisme yang peka terhadap cahaya, dan kepakaan ini akan berkurang dengan meningkatnya umur larva, sehingga selama pemeliharaan awal, hendaknya larva dihindari dari cahaya matahari langsung (Anindiastuti dan Mardjono, 1986). Larva Penaeus monodon dapat hidup normal pada kisaran cahaya 2.000 - 5.000 lux, dan pada intensitas 25.000 lux tidak satupun larva yang mampu mencapai stadia zoea (SEAFDEC, 1976 dalam Ahmad, 1981).

Menurut Nurdjana dkk. (1989), penutupan bak pemeliharaan larva bertujuan untuk melindungi bak larva dari hujan, kotoran, menetralkan fluktuasi suhu yang tinggi dan mencegah terjadinya blooming plankton dalam media pemeliharaan larva. Selanjutnya Anindiastuti dan Mardjono (1986) menganjurkan agar larva pada stadia nauplius sampai mysis dipelihara dalam ruang tertutup.

Dalam pemeliharaan larva, aerasi selain berfungsi meningkatkan kandungan oksigen dalam air juga berperan menciptakan sirkulasi air sehingga makanan selalu terdapat secara merata dalam media pemeliharaan larva, mempercepat penguapan gas-gas beracun sebagai hasil proses pembusukan sisa-sisa makanan dan kotoran lain (Nurdjana dkk., 1989). Kemudian Anindiastuti dan Mardjono (1986) menyarankan agar kekuatan aerasi pada stadia nauplius sekitar 400 cc/menit, 600 cc/menit pada stadia zoea dan 900 cc/menit pada stadia mysis.

Larva udang windu merupakan organisme yang peka terhadap cahaya, dan kepakaan ini akan berkurang dengan meningkatnya umur larva, sehingga selama pemeliharaan awal, hendaknya larva dihindari dari cahaya matahari langsung (Anindiastuti dan Mardjono, 1986). Larva Penaeus monodon dapat hidup normal pada kisaran cahaya 2.000 - 5.000 lux, dan pada intensitas 25.000 lux tidak satupun larva yang mampu mencapai stadia zoea (SEAFDEC, 1976 dalam Ahmad, 1981).

Menurut Nurdjana dkk. (1989), penutupan bak pemeliharaan larva bertujuan untuk melindungi bak larva dari hujan, kotoran, menetralkan fluktuasi suhu yang tinggi dan mencegah terjadinya blooming plankton dalam media pemeliharaan larva. Selanjutnya Anindiastuti dan Mardjono (1986) menganjurkan agar larva pada stadia nauplius sampai mysis dipelihara dalam ruang tertutup.

Selama proses pemeliharaan larva, air di dalam bak pemeliharaan larva tetap dijaga mutunya (Ilyas dkk., 1987). Wickins (1976) mengatakan bahwa pergantian air merupakan bagian dari pengelolaan kualitas air, yang bertujuan untuk menjaga perubahan kimia dengan jalan memelihara tingkat kelarutan oksigen yang tinggi, mengurangi bahan-bahan dan mengontrol bahan-bahan terlarut. Menurut Ilyas dkk. (1987), pergantian air secara rutin, dimulai stadia mysis sedangkan pada stadia zoea pergantian air hanya dilakukan apabila diperlukan. Sementara Quintio et al. (1984) mengatakan bahwa pergantian air secara teratur sebanyak 30 % dari total volume air mulai dari zoea sampai post larva, sangat efektif untuk mempertahankan kondisi air yang baik bagi pertumbuhan dan kelangsungan hidup larva udang windu. Selanjutnya Platon (1978) menganjurkan agar pergantian air setiap hari pada stadia larva adalah sebanyak setengah sampai dua per tiga dari volume air yang ada.

### 3. Makanan Larva Udang Windu

Ketersediaan makanan yang cukup dan sesuai dengan sifat dan perkembangan larva merupakan salah satu faktor penentu berhasilnya pembenihan udang (Anonim, 1980). Menurut Hastuti (1989), larva udang pada stadia zoea harus mendapat makanan dari luar, karena pada stadia ini kuning telur di dalam tubuhnya sudah habis. Selanjutnya Kokarkin (1989) mengatakan bahwa di unit pembenihan, larva udang diberi

makanan alami dan makanan buatan. Ditambahkan oleh Hastuti (1989), bahwa makanan alami berupa alga diberikan mulai stadia zoea hingga mysis, nauplii artemia diberikan mulai stadia mysis-2 hingga siap panen sedangkan makanan buatan diberikan dari stadia zoea sampai siap dipanen.

Shigueno (1975) mengatakan bahwa penyediaan makanan alami yang cukup akan memenuhi kebutuhan gizi dan energi bagi larva sehingga tingkat kematiannya dapat ditekan. Hastuti (1988) mengemukakan bahwa ketergantungan larva udang terhadap makanan alami adalah mutlak karena mengandung nilai gizi yang terdiri dari protein, karbohidrat dan lemak yang sangat dibutuhkan bagi pertumbuhan dan kelangsungan hidupnya. Selanjutnya dikatakan bahwa agar ketersediaan makanan alami dapat berlangsung secara kontinyu dan cukup, maka suatu unit pembenihan perlu melakukan budidaya (kultur) makanan alami dengan teknik yang baik.

Beberapa jenis plankton yang banyak digunakan dan sudah mulai dikultur adalah Chaetoceros sp, Skeletonema costatum, Tetraselmis chuii, Isochrysis galbana, Brachionus plicatilis, dan Spirulina sp (Hastuti, 1988). Kemudian Platon (1978) mengatakan bahwa diatom adalah efektif untuk larva udang windu, salah satu species yang cocok adalah Chaetoceros sp.

Aslianti (1988) mengatakan bahwa untuk meningkatkan produksi plankton pada pembenihan udang, perlu adanya pupuk atau unsur yang memiliki daya rangsang untuk mempercepat

pertumbuhan dan dapat tersedia pada saat diperlukan. Unsur hara makro dan mikro yang ditambahkan dalam media kultur harus sesuai dengan kebutuhan diatom yang dikultur dan berfungsi sebagai (1) bagian dasar protoplasma, (2) mempengaruhi permeabilitas membran, (3) memberi pengaruh antagonis dan (4) sebagai katalisator (Prawiraatata dkk., 1981). Selanjutnya Bidwel (1974 dalam Takdir, 1990) mengatakan bahwa nitrogen (N), fosfor (P), dan sulfur (S), penting untuk pembentukan protein, magnesium (Mg) penting untuk pembentukan butir-butir klorofil, sedangkan besi (Fe) perlu diberikan dalam pertumbuhannya karena selain untuk pembentukan klorofil juga merupakan faktor aktif dalam proses respirasi.

Silikat mutlak dibutuhkan dalam perkembangan diatom, khususnya untuk pembentukan cangkang (Mudjiman, 1984). Dikatakan oleh McVey (1983) bahwa pertumbuhan Chaetoceros sp memerlukan silikat dalam bentuk  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ . Menurut Ambo Upe dkk. (1989), abu sekam padi mempunyai komponen utama silikat dan natrium oksida, disamping mengandung unsur-unsur hara Ca, Mg, Al, Fe dan air. Kemudian berdasarkan hasil penelitian Takdir (1989), abu sekam padi ini dapat digunakan sebagai pengganti  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  dalam mengkultur Chaetoceros sp.

Setelah 4 - 5 hari penumbuhan, Chaetoceros sp ini sudah dapat dipanen untuk diberikan kepada larva bersama air mediana (Hastuti, 1989). Disarankan oleh Ilyas dkk. (1987), agar pemanenan Chaetoceros sp dilakukan pada saat mencapai



puncak populasi, dengan kepadatan maksimum dalam budidaya massalnya adalah  $3.10^6$  sel/ml.

### 3. Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Larva

Keberhasilan usaha budidaya ditentukan oleh tingkat produksi yang tinggi dan dipengaruhi oleh laju pertumbuhan dan kelangsungan hidup yang tinggi (Sumeru, 1988). Lebih lanjut dikatakan bahwa pertumbuhan dan kelangsungan hidup ini dipengaruhi oleh ketersediaan makanan, kualitas lingkungan serta hama dan penyakit.

Tingkat kelangsungan hidup larva udang windu dari stadia nauplius hingga zoea dapat mencapai 90 %, stadia zoea sampai mysis sebesar 30 - 70 % dan stadia mysis hingga post larva-1 sebesar 70 - 80 % (Quinitio et al., 1984).

Bardach et al. (1972) mengatakan bahwa pertumbuhan dan produksi yang tinggi dapat diperoleh dengan jalan memberi makanan yang lebih baik. Menurut Hastuti (1988), kombinasi antara makanan buatan dan makanan alami memberikan pertumbuhan dan kelangsungan hidup larva udang windu yang lebih baik dibandingkan hanya diberi makanan buatan saja. Nurdjana dkk. (1989) menambahkan bahwa pemberian makanan alami akan meningkatkan kelangsungan hidup larva udang, sedangkan makanan buatan umumnya akan meningkatkan laju pertumbuhan larva. Sementara itu Platon (1978) mengatakan bahwa usaha untuk memperbesar tingkat kelangsungan hidup larva adalah dengan memperbaiki makanan dan daya dukung lingkungannya.

Pada udang, pertumbuhan merupakan fungsi dari frekuensi pergantian kulit dan peningkatan panjang serta berat pada setiap pergantian kulit (Wickins, 1976). Happer (1967 dalam Atjo, 1983) mengatakan bahwa pertumbuhan udang dapat diduga berdasarkan peningkatan ukuran pada waktu dan frekuensi pergantian kulit. Akan tetapi pendugaan ini memiliki kelemahan karena pada crustacea dapat saja terjadi pergantian kulit tetapi tidak diikuti pertumbuhan (Lee, 1971 dalam Wickins, 1976).

Sikong (1983) mengatakan bahwa faktor yang mempengaruhi pertumbuhan suatu organisme dapat dikelompokkan ke dalam (1) faktor dalam antara lain keturunan, jenis kelamin dan umur, (2) faktor luar yaitu faktor lingkungan, baik fisik maupun kimiawi seperti suhu, salinitas, tekanan, pH dan tekanan parsial gas-gas respirasi, maupun lingkungan biotik seperti makanan, kerapatan, kompetisi, predasi, parasit dan penyakit.

Dalam kondisi lingkungan yang baik, telur udang windu akan menetas menjadi stadia nauplius setelah 12 - 15 jam, stadia nauplius berlangsung selama 46 - 50 jam, stadia zoea selama 3 - 4 hari dan stadia mysis selama 4 - 5 hari (Sudarmini, 1988).

#### 4. Parameter Kualitas Air

Menurut Ilyas dkk. (1987), agar kepadatan alga persatuan volume media kultur dapat mencapai kapasitas tinggi, maka diperlukan kondisi lingkungan yang optimal yaitu keadaan



suhu stabil ( $23 - 25^{\circ}\text{C}$ ), salinitas yang tepat ( $25 - 36^{\circ}/\text{oo}$ ), pH  $7,5 - 8,5$ , tersedianya unsur hara yang diperlukan secara lengkap dan cukup jumlahnya, air yang bebas cemaran baik secara biologi maupun kimia, cukup penyinaran dan media kultur teraduk secara merata. Sedangkan Hastuti (1989), mengatakan bahwa suhu yang optimum bagi pertumbuhan Chaetoceros sp adalah  $25 - 30^{\circ}\text{C}$ .

Parameter kualitas air utama yang mempengaruhi kehidupan udang antara lain adalah suhu, salinitas, kandungan oksigen terlarut, derajat keasaman (pH), alkalinitas, kesadahan, karbon dioksida, ammonia dan zat-zat/unsur-unsur beracun lainnya (Wickins, 1976; Anonim, 1988 dan Poernomo, 1988).

Menurut Tiensongrusmee (1980), udang windu dapat mentolerir suhu antara  $18 - 38^{\circ}\text{C}$ . Pada suhu  $28^{\circ}\text{C}$  sampai  $30^{\circ}\text{C}$ , stadia zoea dan mysis akan berlangsung masing-masing selama  $4 - 5$  hari (Ilyas dkk., 1987). Sementara Sudrajat dan Mustafa (1990) berpendapat bahwa perubahan suhu air sebesar  $5^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam menimbulkan kondisi yang sangat kritis untuk kehidupan larva udang windu.

Udang muda mempunyai toleransi yang luas terhadap perubahan salinitas daripada udang dewasa (Anonim, 1978). Menurut Tiensungrusmee (1980), air laut untuk suplai pembenihan harus mempunyai salinitas antara  $28 - 32$  permil. Karena tekanan osmotik cairan tubuh udang akan seimbang dengan



tekanan osmotik lingkungan (isoosmotik) pada salinitas lingkungan 28 permil (Liao, 1987 dalam Anonim, 1988).

Salah satu diantara faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan udang adalah pH (Anonim, 1978). Ugang windu dapat mentolerir pH air antara 6,0 - 9,0, sedangkan pertumbuhan optimum terjadi pada pH air antara 7,0 - 8,5 (Tiensongrusmee, 1980).

Oksigen dalam air diperlukan udang untuk respirasi, sehingga kekurangan oksigen dalam air dapat mengganggu kehidupan udang (Cholik dan Poernomo, 1987). Sedangkan kematian udang terjadi jika oksigen terlarut kurang dari 1,2 ppm (Anonim, 1978).

CO<sub>2</sub> bebas di air antara lain disebabkan oleh hasil respirasi dari organisme perairan, interaksi antara permukaan air dengan atmosfer serta penguraian bahan-bahan organik (Sumawidjaya, 1977). Menurut Swingle (1968), kandungan CO<sub>2</sub> bebas 100 ppm, hampir semua organisme perairan mati.

Senyawa ammonia yang ada dalam lingkungan perairan merupakan hasil dari pemupukan, kotoran udang dan perombakan oleh jasad mikroorganisme, melalui proses nitrifikasi dan asimilasi (Anonim, 1988). Menurut Wickins (1976), kadar maksimum ammonia (NH<sub>3</sub>) yang masih aman bagi udang adalah 0,1 ppm.

Besarnya nilai alkalinitas dalam perairan menunjukkan kapasitas penyangga perairan itu serta dapat pula digunakan untuk menduga kesuburan (Swingle, 1968). Selanjutnya

dikatakan bahwa alkalinitas yang baik bagi keperluan perikanan adalah 50 - 200 ppm  $\text{CaCO}_3$  eq. Kemudian Boyd (1979) mengatakan bahwa nilai alkalinitas yang lebih dari 40 ppm  $\text{CaCO}_3$  eq. adalah baik bagi proses biologi.

Swingle (1968), mengklasifikasikan perairan menjadi perairan lunak (soft waters) dengan kesadahan kurang dari 50 ppm  $\text{CaCO}_3$  eq. dan perairan sadah (hard waters) yang berkesadahan 50 ppm  $\text{CaCO}_3$  atau lebih. Selanjutnya dikatakan bahwa untuk keperluan budidaya ikan, maka perairan yang nilai kesadahannya 15 ppm atau lebih, tidak memerlukan pengapuran.

Magnesium (Mg) dan kalsium (Ca), merupakan unsur-unsur utama yang larut dalam air laut, sedangkan besi (Fe) dan aluminium (Al) merupakan unsur-unsur renik (Koesoebiono, 1981). Kelarutan Mg, Ca, Fe dan Al dalam air laut alami masing-masing sekitar 1.272 ppm, 400 ppm, 0,02 ppm dan 0,5 ppm (Sverdrup et al. dalam Anonim, 1978).

### III. BAHAN DAN METODE PENELITIAN



#### 1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 10 September sampai 7 Oktober 1990 di Balai Benih Udang (BBU) Dinas Perikanan Tingkat I Sulawesi Selatan yang berlokasi di Desa Bojo, Kecamatan Mallusetasi, Kabupaten Barru.

#### 2. Alat dan Bahan Penelitian

##### a. Wadah Penelitian

Wadah yang digunakan dalam penelitian ini adalah ember plastik berkapasitas 30 liter sebanyak 18 buah. Untuk penyediaan udara digunakan aerator. Semua peralatan sebelum digunakan terlebih dahulu disucihamakan dengan larutan natrium hypochlorine 150 ppm, lalu dijemur di bawah terik matahari dan dicuci dengan air tawar.

##### b. Hewan dan Pakan Uji

Hewan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah larva udang windu stadia nauplius-6 sebagai hewan uji awal sebanyak 6.000 ekor. Hewan uji diperoleh dari Balai Benih Udang tempat penelitian ini dilaksanakan.

Dua pakan uji yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu Chaetoceros sp yang ditumbuhkan dengan memakai abu sekam padi dan Chaetoceros sp yang ditumbuhkan dengan  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ .

### 3. Metode Penelitian

#### a. Penumbuhan Chaetoceros sp

Pada penumbuhan Chaetoceros sp dalam setiap wadah yang bervolume 20 liter air, digunakan pupuk dasar (Tabel 1) 40 ml dan vitamin (Tabel 2) 4 ml (McVey, 1983). Sedangkan untuk silikat diperoleh dari dua sumber masing-masing 40 ml yaitu : (A) abu sekam padi dan (B)  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (Tabel 3). Kemudian penebaran inokulum Chaetoceros sp dengan kepadatan awal 100.000 sel/ml (Platon, 1978). Penumbuhan Chaetoceros sp ini dilakukan setiap hari selama penelitian berlangsung, dan cara penumbuhan tertera pada Lampiran 1.

#### b. Pemeliharaan Hewan Uji

Pemeliharaan hewan uji (larva udang windu) dilakukan dalam wadah yang bervolume 20 liter air dengan kepadatan 50 ekor/liter atau 1.000 ekor/bak. Padat penebaran ini disesuaikan dengan standar yang dianjurkan oleh Platon (1978) dan Qunitio et al. (1984)

Pemberian awal makanan alami (Chaetoceros sp) ini dilakukan pada saat hewan uji akan memasuki stadia zoea-1 dengan kepadatan sekitar 30.000 sel/ml air media, sedangkan pemberian selanjutnya didasarkan pada kepadatan yang dipertahankan dalam media pemeliharaan larva yaitu 50.000 sel/ml untuk zoea-2, 80.000 sel/ml untuk zoea-3 hingga mysis-3 dan 30.000 sel/ml untuk post larva-1 hingga post larva-5,



sesuai yang disarankan oleh Platon (1978) dan Aquacop (1985). Selain Chaetoceros sp ini, larva juga diberi makanan buatan sebagai makanan tambahan seperti yang digunakan di Balai Benih Udang Bojo (Lampiran 5). Pakan buatan ini mulai diberikan pada saat hewan uji memasuki stadia zoea-2, dengan pemberian empat kali sehari semalam yang disesuaikan jadwal pemberian pakan di BBU tersebut yaitu pada jam 06.00, 11.00, 16.00 dan 21.00.

#### c. Pemeliharaan Media Larva

Untuk menjaga kualitas media larva, maka dilakukan pengeluaran sisa-sisa kotoran dan pergantian air sebanyak 15 % pada stadia zoea, 25 % pada stadia mysis dan 45 % pada stadia post larva, sesuai yang disarankan oleh Marzuqi dkk. (1988). Pergantian air ini dilakukan setelah larva mencapai stadia zoea-2 dan selanjutnya setiap hari sebelum pemberian pakan pada sore hari.

#### 4. Pengukuran Peubah

##### a. Kepadatan Chaetoceros sp

Untuk mengetahui jumlah populasi Chaetoceros sp pada setiap wadah, dilakukan pengambilan sampel sebanyak tiga kali dengan petunjuk perhitungan (Martosudarmo dan Sabaruddin, 1983) sebagai berikut :

$$N = n \times 5 \times 10^4$$

dimana N = Kepadatan alga (sel/ml)

$n$  = Jumlah sel alga dalam 5 buah kotak pada blok tengah haemocytometer.

b. Tingkat Kelangsungan Hidup (Survival Rate)

Untuk menghitung tingkat kelangsungan hidup hewan uji, dilakukan dengan menghitung jumlah hewan uji yang ditebar pada awal penelitian dan pada saat memasuki stadia zoea-1 dalam setiap wadah, selanjutnya tiap tiga hari selama penelitian. Jumlah hewan uji yang hidup pada setiap pengamatan dihitung secara sampling dan dilakukan lima kali dengan menggunakan gelas piala bervolume 50 ml. Rumus yang digunakan adalah (Quinitio et al., 1984) :

$$D = \frac{\text{Sampling I} + \text{II} + \text{III} + \text{IV} + \text{V}}{5}$$

$$L = \frac{\text{Jumlah Larva}}{\text{Liter}} \times \text{Volume air wadah pemeliharaan (liter)}$$

dimana  $D$  = Kepadatan larva (ekor/ml) dalam setiap wadah pemeliharaan.

$L$  = Jumlah larva yang hidup pada setiap wadah pemeliharaan.

Sedangkan untuk menghitung tingkat kelangsungan hidup hewan uji digunakan rumus :

$$S = \frac{N_t}{N_o} \times 100 \%$$

dimana  $S$  = Tingkat kelangsungan hidup larva (%)

$N_t$  = Jumlah hewan uji yang hidup pada akhir penelitian (ekor).

$N_o$  = Jumlah hewan uji yang hidup pada awal penelitian (ekor).



### c. Pertumbuhan

Untuk mengetahui pertumbuhan, maka dilakukan pengukuran panjang dan pengamatan perkembangan stadia hewan uji selama penelitian.

Pengukuran panjang ini dilakukan pada saat hewan uji memasuki stadia zoea-1, dan selanjutnya tiap tiga hari selama penelitian, dengan mengukur 5 ekor hewan uji pada setiap wadah secara sampling. Pengukuran dilakukan dengan cara menaruh hewan uji di atas objek gelas dan diberi sedikit air agar larva tidak stres, kemudian dilakukan pengukuran. Pengamatan kecepatan perkembangan stadia hewan uji didasarkan atas petunjuk Nurdjana dkk. (1989) (Gambar 1 dan Lampiran 2) dan dilakukan dua kali sehari yaitu jam 08.00 dan 20.00, dengan cara penanganan seperti pada pengukuran panjang.

### d. Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diamati dalam penelitian ini adalah suhu air, derajat keasaman (pH), salinitas, oksigen terlarut, karbon dioksida, ammonia, alkalinitas, kesadahan, Ca, Mg, Fe dan Al. Pengukuran suhu air dengan termometer, pH dengan pH meter, salinitas dengan hand refraktometer, oksigen terlarut dengan metode winkler, ammonia dengan kalorimetrik, sedangkan karbon dioksida, alkalinitas, kesadahan, Ca, Mg, Fe dan Al dengan titrasi.

Pengamatan parameter kualitas air seperti suhu, pH dan salinitas dilakukan setiap hari, masing-masing pada jam 06.00, 14.00 dan 21.30 untuk suhu, jam 06.00 dan 15.00 untuk pH, dan jam 06.00 untuk pengamatan salinitas. Pengamatan oksigen terlarut, karbon dioksida, alkalinitas dan ammonia dilakukan setiap tiga hari, masing-masing jam 06.00 dan 15.00 untuk oksigen terlarut ( $O_2$ ) dan karbon dioksida ( $CO_2$ ) dan jam 06.00 untuk alkalinitas dan ammonia ( $NH_3-N$ ). Sedangkan pengamatan kesadahan, Ca, Mg, Fe dan Al dilakukan pada awal, pertengahan dan akhir penelitian di laboratorium Jurusan Perikanan.

#### 5. Rancangan Percobaan.

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL), dengan dua perlakuan dan tiga ulangan. Masing-masing perlakuan tersebut adalah :

- Perlakuan A = Pemberian pakan uji A (Chaetoceros sp yang ditumbuhkan dengan abu sekam padi) terhadap hewan uji (larva udang windu).
- Perlakuan B = Pemberian pakan uji B (Chaetoceros sp yang ditumbuhkan dengan  $Na_2SiO_3 \cdot 5H_2O$ ) terhadap hewan uji (larva udang windu).

Pengaturan perlakuan dalam wadah percobaan dilakukan secara acak seperti terlihat pada Gambar 2, dengan bentuk data pengamatan seperti disarankan oleh Soehardjono (1978) (Lampiran 3).

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan (pakan uji) terhadap tingkat kelangsungan hidup dan pertumbuhan hewan uji (larva udang windu), digunakan analisa sidik ragam dengan tarap kepercayaan 5 % dan 1 %.

Tabel 1. Komposisi Pupuk Dasar dalam Media Kultur Chaetoceros sp.

Jenis	Jumlah
$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	1,30 gr
$\text{H}_4\text{BO}_4$ . . . . .	33,60 gr
EDTA . . . . .	45,00 gr
$\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	20,00 gr
$\text{NaNO}_3$ . . . . .	100,00 gr
Akuades . . . . .	1000,00 ml

Sumber : McVey (1983)

Tabel 2. Komposisi Vitamin dalam Media Kultur Chaetoceros sp.

Jenis	Jumlah
Vitamin $\text{B}_{12}$ (Cyanocobalamin) . . . . .	10,00 mg
Vitamin $\text{B}_1$ (Thiamin) . . . . .	200,00 mg
Akuades . . . . .	100,00 ml

Sumber : McVey (1983)

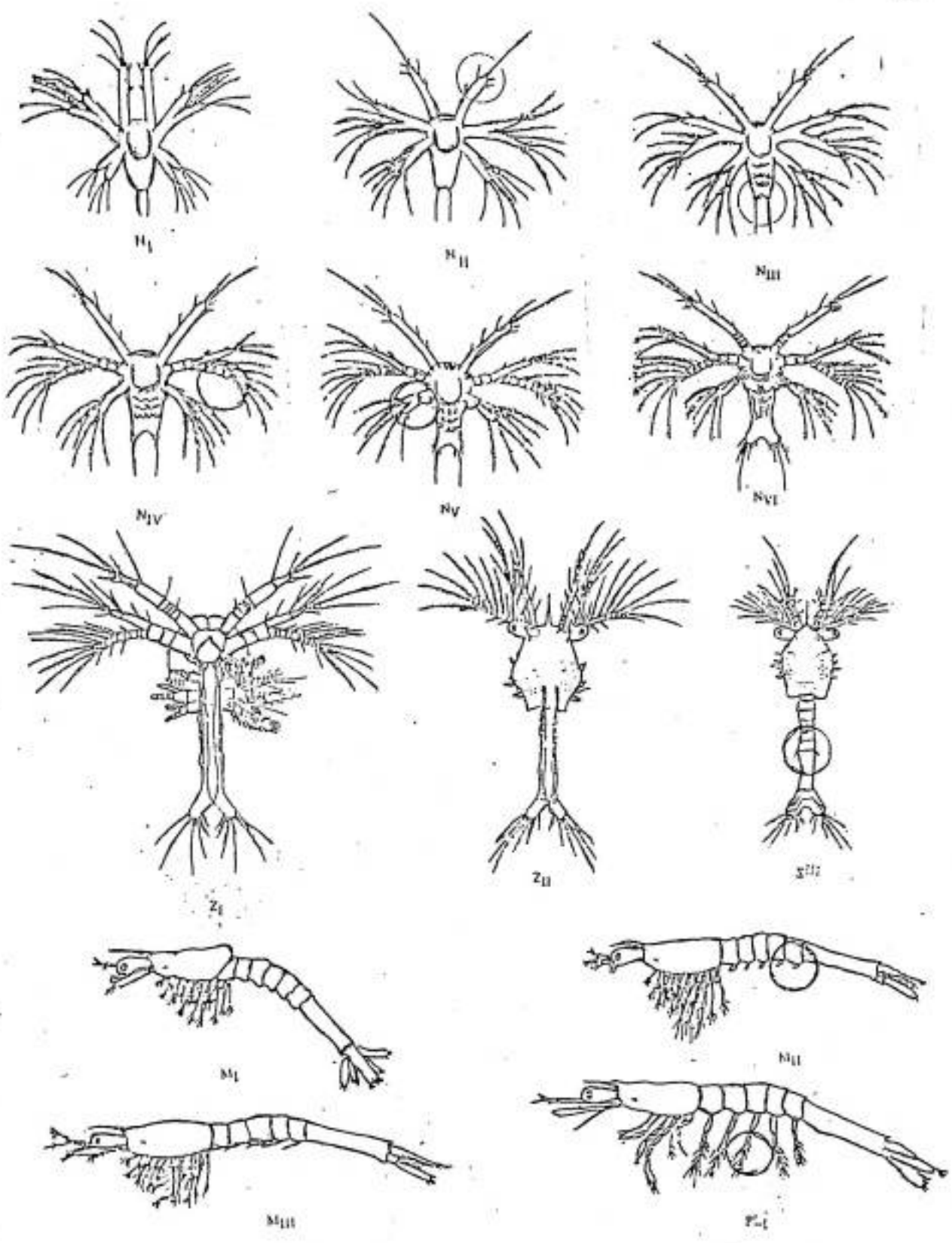
Tabel 3. Sumber Silikat yang Digunakan untuk Penumbuhan Chaetoceros sp (sebagai perlakuan awal).

Jenis	Jumlah
(A) Abu sekam padi . . . . .	59,68 gr
Akuades . . . . .	100,00 ml
(B) $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	4,00 gr
Akuades . . . . .	100,00 ml

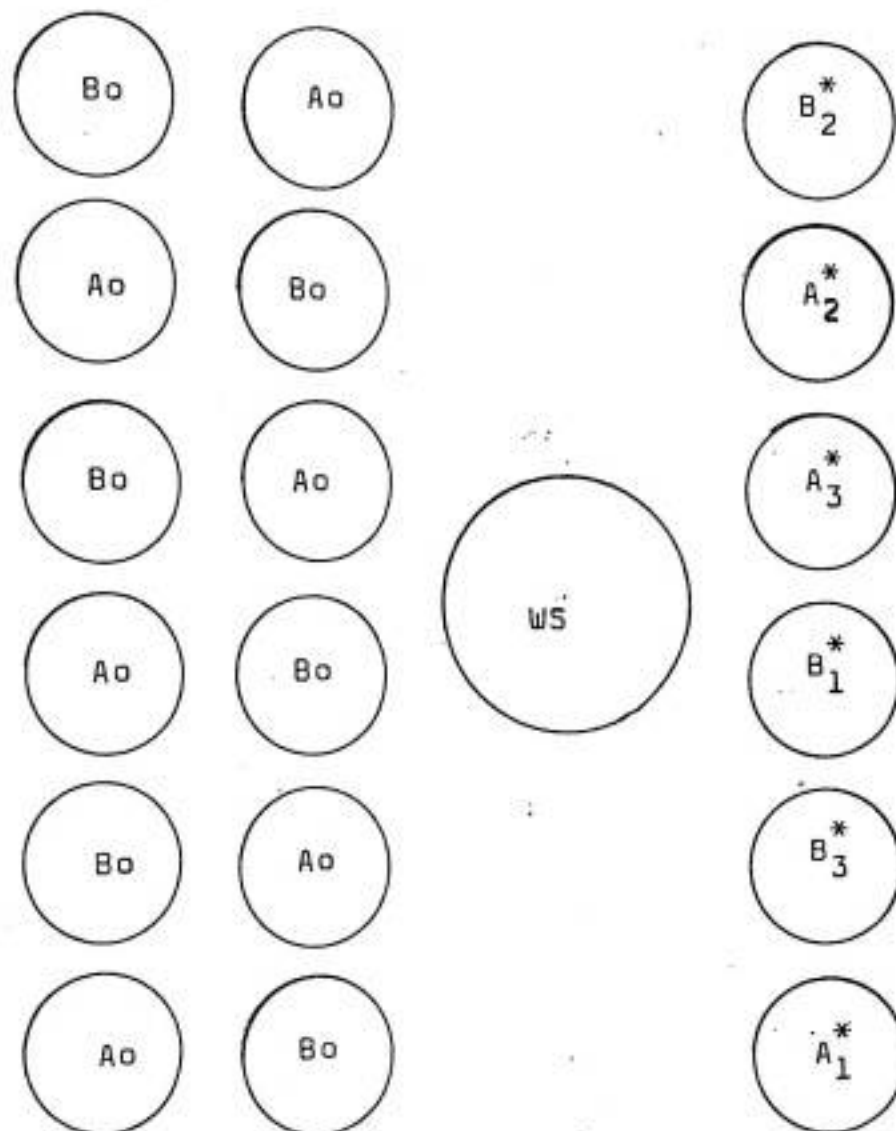
Tabel 4. Komposisi Kimia Abu Sekam Padi dalam Media Kultur Chaetoceros sp.

Senyawa	Jumlah (%)
Air . . . . .	2,78
SiO <sub>2</sub> . . . . .	91,15
Na <sub>2</sub> O . . . . .	1,96
CaO . . . . .	1,48
MgO . . . . .	0,15
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,03
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,01

Sumber : Ambo Upe dkk. (1989)



Gambar 1. Perkembangan Larva Udang Windu (Nauplis-1 hingga post larva-1) (Nurdjana dkk., 1989).



Keterangan :

Ao = Wadah penumbuhan Chaetoceros sp yang memakai abu sekam padi.

Bo = Wadah penumbuhan Chaetoceros sp yang memakai  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ .

A\* = Wadah pemeliharaan hewan uji yang mendapat perlakuan A (Chaetoceros sp yang memakai abu sekam padi).

B\* = Wadah pemeliharaan hewan uji yang mendapat perlakuan B (Chaetoceros sp yang memakai  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ).

1,2,3 = Ulangan.

WS = Wadah stock air.

Gambar 2. Denah Penempatan Wadah Penelitian



#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN



##### 1. Penumbuhan Chaetoceros sp

Hasil pengamatan terhadap rata-rata perkembangan populasi Chaetoceros sp selama uji coba penumbuhan secara massal, disajikan pada Tabel 5. Sedangkan selengkapnya tertera pada Lampiran 4.

Tabel 5. Nilai Rata-rata Kepadatan Populasi Chaetoceros sp (100.000 sel/ml) Selama Uji Coba Penumbuhan Secara massal.

H a r i	Perlakuan Awal	
	A	B
I	3,5103	3,5932
II.	7,0054	6,8297
III	14,2512	13,3206
IV	21,7737	20,1311
V	28,2217	25,4722
VI	26,1667	23,1474
VII	17,9333	16,8057

Pada tabel tersebut, terlihat bahwa puncak pertumbuhan populasi Chaetoceros sp baik untuk perlakuan A maupun B, terjadi pada hari V dengan kepadatan masing-masing 2.822.170 sel/ml dan 2.547.220 sel/ml, berbeda dengan hasil penelitian Takdir (1990) yang mendapatkan puncak populasi Chaetoceros sp dengan media yang sama yakni terjadi pada hari

VI untuk perlakuan A dan hari V untuk perlakuan B dengan kepadatan masing-masing 3.972.330 sel/ml dan 3.226.670 sel per ml. Terjadinya perbedaan hasil pengamatan ini disebabkan oleh perbedaan cara penumbuhan, yaitu pada penelitian ini penumbuhan Chaetoceros sp dilakukan secara massal dengan kepadatan awal 100.000 sel/ml, ketersediaan cahaya terbatas (hanya pada siang hari) serta fluktuasi suhu yang lebih besar ( $29^{\circ}\text{C} - 33^{\circ}\text{C}$ ), sedangkan pada penelitian Takdir (1990) yang dilakukan dalam kondisi laboratorium dengan kepadatan awal 50.000 sel/ml, tersedianya cahaya yang kontinyu serta fluktuasi suhu yang terjadi kecil ( $28^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$ ). Seperti yang dikemukakan oleh Anonim (1984), bahwa kepadatan alga yang dicapai pada kultur massal tidak dapat menyamai pada kultur stock (laboratorium), karena adanya faktor pembatas seperti cahaya, suhu dan mikro nutrien. Selanjutnya dikatakan bahwa fluktuasi suhu yang dianjurkan untuk kultur diatom ini adalah  $1^{\circ}\text{C}$ .

Dari sisi lain, hasil analisis sidik ragam terhadap pertumbuhan populasi Chaetoceros sp pada hari V (Lampiran 6) untuk perlakuan A dan B, menunjukkan perbedaan sangat nyata ( $P > 0,01$ ), seperti yang didapatkan oleh Takdir (1990).

Oleh karena itu, maka panen Chaetoceros sp untuk tujuan pemberian makanan alami ini kepada hewan uji (larva udang windu) dilakukan pada hari V. Seperti yang disarankan oleh Hastuti (1989), bahwa pemanenan Chaetoceros sp sebaiknya

dilakukan sesaat sebelum puncak populasi agar alga yang dipanen bisa diperoleh dalam jumlah banyak dengan sisa pupuk yang terbawa sedikit mungkin.

## 2. Kualitas Air

Hasil pengamatan kualitas air selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengamatan Rata-rata Kualitas Air Selama Penelitian.

Parameter kualitas air	Perlakuan	Kisaran	Rata-rata
Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )	A	29,00 - 32,50	30,87
	B	29,00 - 32,50	30,84
Salinitas (o/oo)	A	32	32
	B	32	32
pH	A	7,6 - 8,3	7,93
	B	7,6 - 8,3	7,94
Oksigen terlarut (ppm)	A	6,53 - 9,77	7,96
	B	6,50 - 9,70	7,90
Karbon dioksida (ppm)	A	1,10 - 10,63	5,75
	B	1,33 - 11,21	5,80
Ammonia ( $\text{NH}_3$ ) (ppm)	A	0,10 - 0,54	0,38
	B	0,10 - 0,52	0,34

Alkalinitas (ppm $\text{CaCO}_3$ eq.)	A	113,50 - 141,38	126,53
	B	112,90 - 138,89	125,77
Kesadahan (ppm $\text{CaCO}_3$ eq.)	A	2591,44 - 2635,20	2621,13
	B	2595,12 - 2629,85	2620,85
C Ca (ppm)	A	264,32 - 280,41	271,56
	B	267,00 - 280,10	271,00
Mg (ppm)	A	469,02 - 483,06	478,60
	B	466,39 - 476,92	470,71
Fe (ppm)	A	0,0212 - 0,0229	0,0220
	B	0,0199 - 0,0213	0,0206
Al (ppm)	A	0,5310 - 0,5611	0,5505
	B	0,5227 - 0,5497	0,5472

Pada tabel tersebut, terlihat bahwa kualitas air antara perlakuan A dan B relatif sama, hal ini menunjukkan bahwa unsur-unsur yang terkandung dalam abu sekam padi kemungkinan besar dimanfaatkan oleh Chaetoceros sp dalam pertumbuhannya.

Untuk mencegah terjadinya fluktuasi suhu yang tinggi, maka dilakukan penutupan pada wadah pemeliharaan. Sehingga selama pemeliharaan, suhu air dapat dipertahankan sekitar  $29,00 - 32,50$  °C dengan nilai rata-rata  $30,87$  °C. Kisaran suhu ini dianggap masih dalam batas yang optimum bagi

kehidupan larva udang windu, sebagaimana pendapat

Tiensongrusmee (1980) bahwa suhu optimum bagi pertumbuhan larva udang windu berkisar antara  $26^{\circ}\text{C}$  -  $32^{\circ}\text{C}$ .

Salinitas media pemeliharaan larva udang windu selama penelitian dipertahankan sebesar  $32\text{ }^{\circ}/\text{oo}$ . Salinitas yang relatif tinggi ini masih dianggap optimum untuk pemeliharaan larva udang windu. Larva udang windu menghendaki salinitas air media pemeliharaan berkisar antara  $31 - 34\text{ }^{\circ}/\text{oo}$  (Liao dan Chao, 1983 dalam Anonim, 1988).

Derajat keasaman (pH) media pemeliharaan selama penelitian masih berada dalam kisaran optimum untuk pertumbuhan hewan uji yaitu  $7,6 - 8,3$ . Kisaran pH optimum untuk pertumbuhan larva udang windu adalah  $7,0 - 8,5$  (Tiensongrusmee, 1980).

Kandungan oksigen terlarut ( $\text{O}_2$ ) yang diperoleh selama penelitian berkisar  $5,53 - 9,77\text{ ppm}$ . Untuk mempertahankan dan meningkatkan jumlah oksigen terlarut dalam media pemeliharaan hewan uji, telah dilakukan pengaliran udara terus-menerus dari aerator yang kecepatannya disesuaikan dengan kebutuhan pada stadia tertentu dari larva udang windu. Seperti yang dilaporkan oleh Anindiasuti dan Mardjono (1986) bahwa untuk mendukung pertumbuhan dan kelangsungan hidup larva udang windu secara optimal dibutuhkan oksigen dalam air sebesar  $6 - 9\text{ ppm}$ .



Kisaran karbon dioksida yang didapatkan selama penelitian adalah 3,10 - 11,21 ppm, masih dalam batas yang dapat ditolerir oleh larva udang windu. Menurut Spotte (1970) dan Swingle (1968), bahwa  $\text{CO}_2$  bebas dalam air yang masih aman bagi kehidupan larva udang windu hendaknya tidak lebih dari 12 ppm,

Konsentrasi ammonia dalam media pemeliharaan larva udang windu selama penelitian berkisar 0,01 - 0,54 ppm. Konsentrasi ammonia ini masih dalam batas yang layak bagi kehidupan larva udang windu, sebagaimana yang dikemukakan oleh Tiensongrusmee (1980), bahwa konsentrasi ammonia terendah yang dapat mematikan larva udang adalah 1,3 ppm.

Menurut Boyd dan Lishtkopler (1979 dalam Cholik, dkk., 1988) bahwa tingkat total alkalinitas air yang diperlukan untuk budidaya pada umumnya terletak pada deret: 20 - 300 ppm  $\text{CaCO}_3$  eq. Dengan demikian, alkalinitas media pemeliharaan selama penelitian masih berada dalam kisaran yang layak untuk larva udang windu (112,90 - 141,38 ppm  $\text{CaCO}_3$  eq.).

Kisaran nilai kesadahan yang didapatkan berkisar antara 2591,44 - 2635,20 ppm  $\text{CaCO}_3$  eq. Nilai kesadahan ini masih dalam batas yang layak untuk pemeliharaan larva udang windu. Udang yang dipelihara dalam medium berkesadahan rendah akan mengalami hambatan dalam proses ganti kulit, pertumbuhan serta dapat mengakibatkan kematian. (Richards dan Green, 1976 dalam Ismail, 1986). Perairan yang berkesadahan 5 ppm atau

kurang, dapat menghambat pertumbuhan dan mengakibatkan kematian (Swingle, 1968).

Selama penelitian, kisaran kandungan kalsium (Ca) yang tercatat adalah 264,32 - 280,41 ppm dan magnesium (Mg) sebesar 469,02 - 483,06 ppm. Batas toleransi larva udang windu terhadap kedua unsur tersebut, sampai saat ini penulis belum menemukan, namun diduga kisaran kedua unsur tersebut selama penelitian masih dalam batas yang layak untuk kehidupan larva udang windu.

Konsentrasi besi (Fe) yang didapatkan berkisar 0,0199 dan 0,0229 ppm, masih layak untuk pemeliharaan larva udang windu. Menurut Poernomo (1988), batas konsentrasi besi (Fe) yang layak untuk budidaya udang windu adalah 0 - 0,03 ppm dan optimum pada 0,01 ppm.

Sementara kelarutan aluminium (Al) yang diperoleh dalam penelitian ini berkisar 0,5227 - 0,5611 ppm, kurang lebih sama dengan konsentrasi aluminium pada perairan alami (0,5 ppm) (Koesoebiono, 1981) sehingga dianggap masih dalam batas yang dapat ditolerir oleh larva udang windu.

### 3. Tingkat Kelangsungan Hidup Larva Udang Windu

Hasil pengamatan rata-rata tingkat kelangsungan hidup hewan uji yang diperoleh selama penelitian disajikan pada Tabel 7.





Tabel 7. Nilai Rata-rata Kelangsungan Hidup Larva Udang Windu (Penaeus monodon Fabr.) Selama Penelitian

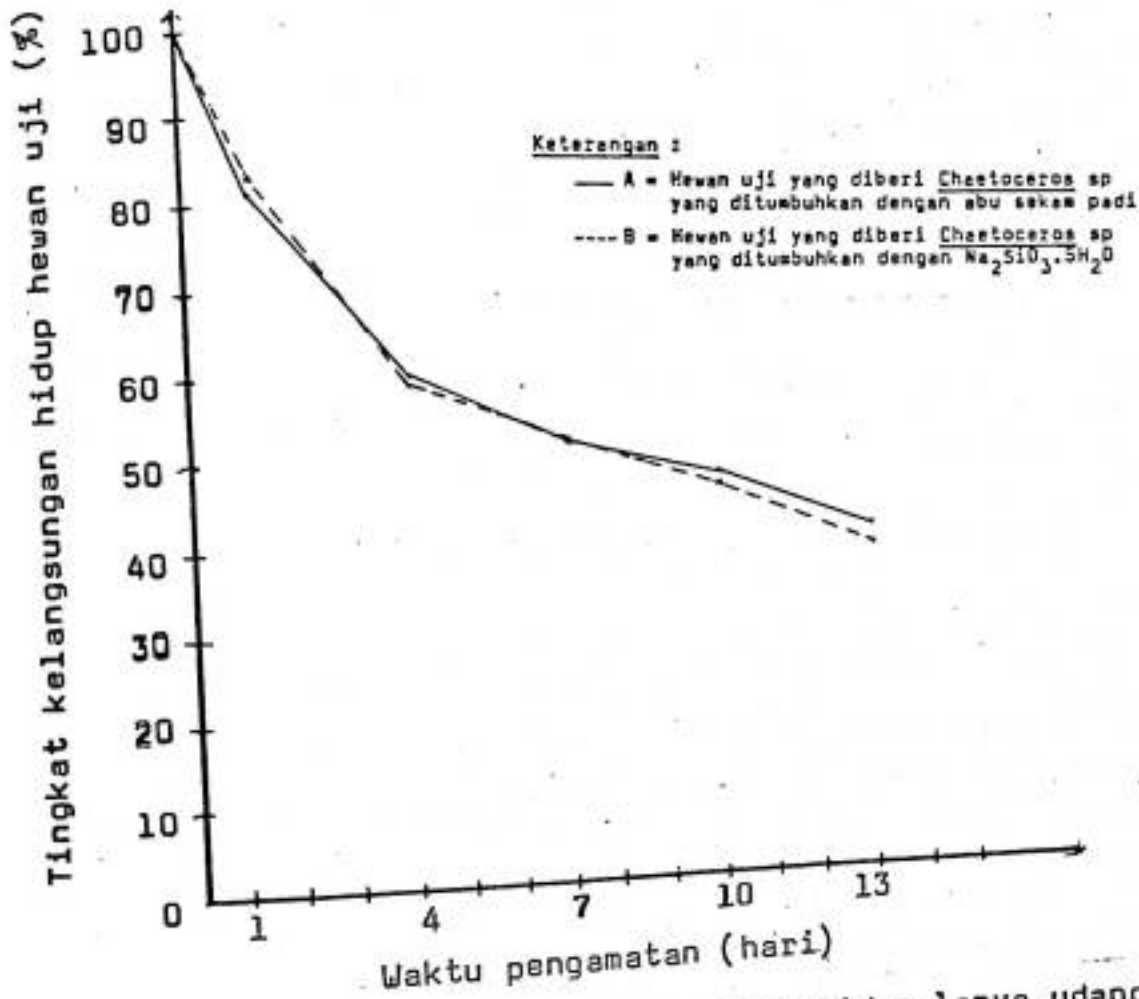
Perlakuan	Ulangan	Nilai kelangsungan hidup pada setiap pengamatan (%)				
		I	II	III	IV	V
A	1.	85,74	62,12	54,16	49,73	43,91
	2.	80,31	57,97	50,82	46,71	38,84
	3.	83,24	59,91	52,05	48,31	41,13
	Jumlah	247,29	180,00	156,03	144,75	123,88
	Rata-rata	82,43	60,00	52,01	48,25	41,29
B	1.	81,24	57,91	49,84	46,68	39,95
	2.	84,02	58,63	51,19	46,07	37,11
	3.	84,83	61,03	54,75	48,10	41,32
	Jumlah	250,09	177,57	156,78	140,85	118,38
	Rata-rata	83,36	59,19	52,26	46,95	39,46

Pada tabel tersebut, terlihat tingkat kelangsungan hidup hewan uji yang dicapai pada akhir penelitian untuk perlakuan A (41,29 %) dan perlakuan B (39,46 %) secara statistik (analisa sidik ragam) (Lampiran 7), tidak berbeda nyata ( $P < 0,05$ ). Ini berarti Chaetoceros sp yang memakai abu sekam padi dalam penumbuhannya memberikan pengaruh yang sama dengan Chaetoceros sp yang memakai silikat ( $Na_2SiO_3 \cdot 5H_2O$ ) terhadap kelangsungan hidup larva udang windu (Penaeus monodon Fabr.). Hal ini karena unsur-unsur hara makro dan mikro yang terdapat dalam abu sekam padi tersebut, hanya



berpengaruh terhadap pertumbuhan (perkembangbiakan)

Chaetoceros sp seperti telah disinggung sebelumnya, tetapi tidak lebih memperbaiki kualitasnya.



Gambar 3. Grafik tingkat kelangsungan hidup larva udang windu (Penaeus monodon Fabr.) selama penelitian.

Pada Gambar 3, terlihat pola penurunan rata-rata tingkat kelangsungan hidup hewan uji pada setiap pengamatan. Tingkat kelangsungan hidup yang diperoleh sampai akhir penelitian ini lebih tinggi daripada rata-rata hasil yang dicapai oleh hatchery di Indonesia yaitu 20 - 30 % (Ilyas dkk., 1987 dan Anonim, 1988). Tingginya kelangsungan hidup dari

hewan uji ini diduga karena selama periode penelitian, kualitas dan kuantitas makanan yang diberikan cukup terpenuhi serta parameter kualitas air dalam batas yang layak bagi kehidupan larva udang windu. Hewan air akan dapat hidup dan berkembang dengan baik jika ketersediaan makanan cukup yang didukung oleh kualitas air yang normal (Boyd, 1979 dan Nurdjana dkk., 1987).

#### 4. Pertumbuhan Larva Udang Windu

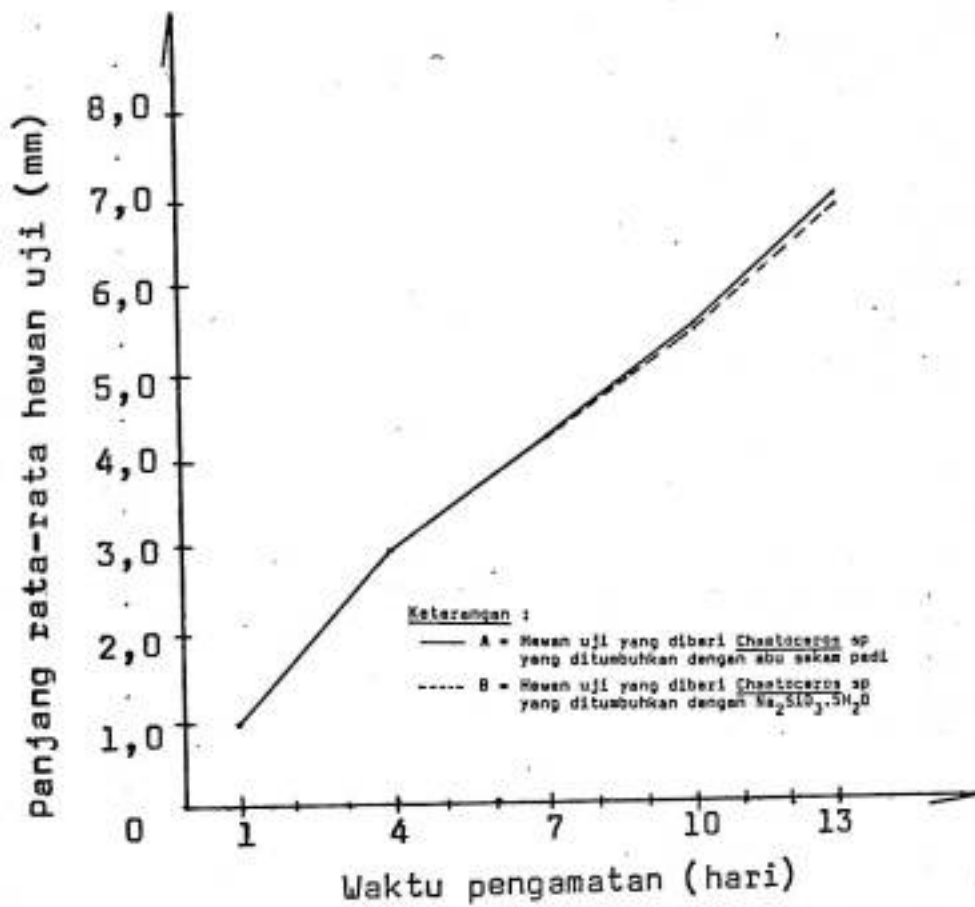
Hasil pengukuran panjang rata-rata hewan uji selama penelitian disajikan dalam Tabel 8.

Tabel 8. Panjang Rata-rata Larva Udang Windu (Penaeus monodon Fabr.) Selama Penelitian

Perlakuan Ulangan	Panjang rata-rata pada setiap pengamatan (mm)					
	I	II	III	IV	V	
A	1.	1,0	2,9	4,3	5,6	7,2
	2.	1,0	3,0	4,4	5,8	7,3
	3.	1,0	3,0	4,3	5,7	7,3
	Jumlah	3,0	8,9	13,0	17,1	21,8
	Rata-rata	1,0	2,97	4,33	5,70	7,27
B	1.	1,0	3,0	4,3	5,7	7,2
	2.	1,0	3,0	4,4	5,7	7,3
	3.	1,0	3,0	4,3	5,8	7,2
	Jumlah	3,0	8,9	13,0	17,0	21,7
	Rata-rata	1,0	2,97	4,33	5,67	7,23

Berdasarkan hasil analisa sidik ragam terhadap panjang rata-rata hewan uji pada akhir penelitian (Lampiran 8), ternyata kedua perlakuan tersebut memberikan nilai yang tidak berbeda nyata ( $P < 0,05$ ). Hal ini menunjukkan Chaetoceros sp yang ditumbuhkan dengan abu sekam padi memberikan pengaruh yang sama dengan Chaetoceros sp yang memakai  $\text{Na}_2\text{SiO}_5 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  terhadap pertumbuhan larva udang windu. Dengan kata lain, pemakaian abu sekam dalam penumbuhan Chaetoceros sp ini memberikan efek yang sama dengan  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  terhadap pertumbuhan (panjang) larva udang windu. Karena kedua sumber silikat ini mempunyai pengaruh yang sama terhadap kualitas Chaetoceros sp. Hal ini dapat dilihat pada grafik pertumbuhan (Gambar 4) dan kecepatan perkembangan stadia (Tabel 9) hewan uji, dimana hewan uji pada kedua perlakuan tersebut memberikan pertumbuhan dan kecepatan perkembangan stadia yang relatif sama.

Perkembangan stadia larva hewan uji ini dianggap normal karena stadia zoea dan mysis dilalui masing-masing selama 4 hari, sementara stadia post larva berubah setiap hari sampai post larva-5. Hal ini disebabkan oleh adanya ketersediaan makanan dan kondisi lingkungan yang cukup layak bagi kehidupan larva udang windu. Dalam kondisi lingkungan yang baik, maka udang windu dalam stadia zoea akan dilalui selama 4 - 5 hari dan mysis selama 3 - 4 hari untuk mencapai stadia berikutnya (Anonim, 1986).



Gambar 4. Grafik pertumbuhan (panjang rata-rata) larva udang windu (*Penaeus monodon* Fabr.) selama penelitian.

Tabel 9. Kecepatan Perkembangan Stadia Larva Udang Windu (Penaeus monodon Fabr.) selama Penelitian.

Tanggal	Rata-rata Perkembangan Stadia <sup>2</sup>	
	A	B
24-9-1990	N-5/N-6	N-5/N-6
25-9-1990	Zoea-1	Zoea-1
	Z-1	Z-1
26-9-1990	Z-1/Z-2	Z-1/Z-2
	Z-2	Z-2
27-9-1990	Z-2/Z-2	Z-2/Z-3
	Z-3	Z-3
28-9-1990	Z-3	Z-3
	Z-3/M-1	Z-3/M-1
29-9-1990	M-1	M-1
	M-1	M-1
30-9-1990	M-2	M-2
	M-2	M-2
01-9-1990	M-2/M-3	M-2/M-3
	M-3	M-3
02-9-1990	M-3	M-3
	M-3	M-3
03-9-1990	PL-1	PL-1
	PL-1	PL-1
04-9-1990	PL-2	PL-2
	PL-2	PL-2
05-9-1990	PL-3	PL-3
	PL-3	PL-4
06-9-1990	PL-4	PL-4
	PL-4	PL-5
07-9-1990	PL-5	-



## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dari penelitian ini, maka dapat disimpulkan :

- Chaetoceros sp yang ditumbuhkan dengan abu sekam padi memberikan pengaruh yang sama dengan Chaetoceros sp yang ditumbuhkan dengan  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan larva udang windu (Penaeus monodon).
- Rata-rata tingkat kelangsungan hidup larva udang windu (Penaeus monodon) yang diberi Chaetoceros sp yang memakai abu sekam padi dalam penumbuhannya adalah 41,29 %, sedangkan yang diberi Chaetoceros sp yang ditumbuhkan dengan  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  adalah 39,46 %.
- Panjang rata-rata larva udang windu (penaeus monodon) pada akhir penelitian yang diberi Chaetoceros sp yang ditumbuhkan dengan abu sekam padi adalah 7,27 mm, sedangkan yang diberi Chaetoceros sp yang ditumbuhkan dengan  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  adalah 7,23 mm.

### 2. Saran

Kepada para pengusaha pembenihan udang windu khususnya yang berskala rumah tangga, disarankan agar abu sekam padi ini kiranya dapat dimanfaatkan untuk penumbuhan makanan alami (Chaetoceros sp). Pada kultur massal, pemanenan Chaetoceros sp hendaknya dilakukan pada hari V (puncak populasi).

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, T., 1981. Pengaruh Berbagai Warna Latar dan Tingkat Ozonasi Terhadap Laju Perkembangan dan Kelangsungan Hidup Larva Udang Galah, Macrobrachium rosenbergii (de Man). Fakultas Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor. 97 hal.
- Ambo Upe, T. Harlin dan D. Salama, 1989. Pendayagunaan Abu Sekam Padi Sebagai Penukar Kation. Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Hasanuddin, Ujung Pandang. 10 hal.
- Anindistuti dan M. Mardjono, 1986. Sistem Ruang Tertutup Dalam Pemeliharaan Larva Udang Windu. Balai Budidaya Air Payau Jepara, Jepara. 19 hal.
- Anonim, 1978. Manual in Pond Culture of Penaeid Shrimp. A project of the Association of Southeast Asian Nations (ASEAN). ASEAN National Coordinating Agency of the Philippines Ministry of Foreign Affairs, Manila. 132 p.
- \_\_\_\_\_, 1980. Program Udang Nasional. Lokakarya Pembenihan Udang Nasional. Dirjen Perikanan dan Badan Penelitian Pengembangan Perikanan, Jakarta. 14 hal.
- \_\_\_\_\_, 1986. Pembenihan Udang Tambak Dalam Skala Kecil dalam Gema Penyuluhan Pertanian. Badan Pendidikan, Latihan dan Penyuluhan Pertanian, Departemen Pertanian, Jakarta. Hal 31 - 36.
- \_\_\_\_\_, 1988. Laporan Standardisasi Kualitas Air untuk Pembenihan. Direktorat Jenderal Perikanan, Balai Budidaya Air Payau Jepara, Jepara. 29 hal.
- Aquacop, 1985. Penaeid Larval Rearing. Vol. 1. Crustacean, Aquaculture. Centre Oceanologique Du Fasifique.
- Aslianti, T., 1988. Pengaruh Zat Perangsang Tumbuh Terhadap Kepadatan Tetraselmis chuii di Laboratorium. Jurnal Penelitian, Balai Penelitian Budidaya Pantai Maros, Maros. Hal 108 - 112.
- Atjo, H., 1983. Pengaruh Frekuensi Pemberian Makanan Pada Waktu Tertentu Terhadap Pertumbuhan Biomassa Pasca Larva Udang Windu (Penaeus monodon Fabr.). Karya Ilmiah, Fakultas Perikanan Institut Pertanian Bogor, Bogor. 86 hal.
- Bardach, J. E., J.H. Ryther and W.D. McLaren, 1972. Aquacultur : The Farming and Husbandry of Freshwater and Marine Organisms. Wiley-Interscience Publication, New York. 868 p.

- Boyd, C. E., 1979. Water Quality in Warmwater Fish Pond. Auburn University. Agricultural Experiment Station, Auburn, Alabama. 359 p.
- Cholik, F. dan A. Poernomo, 1987. Pengelolaan Mutu Air Tambak untuk Budidaya Udang Intensif. Balai Penelitian Budidaya Pantai, Maros. 45 hal.
- Cholik, F., T. Ahmad, M. Mangampa, A. G. Mangewa, M. Tjaronge, Zafran, E. K. A. A. Callo, Sutrisyani, A. Sabir dan A. Suarlan, 1988. Laporan Hasil Survei Kelaikan Teknis Lokasi Untuk Tambak Udang di Desa Waetuo, Kecamatan Awangpone, Kabupaten Bone, Sulawesi Selatan. Balai Penelitian Budidaya Pantai Maros, Maros. 33 hal.
- Hastuti, W., 1988. Penyediaan Makanan Alami di Pembenuhan. Balai Budidaya Air Payau Jepara, Jepara. 13 hal.
- \_\_\_\_\_, 1989. Teknik Penyediaan Makanan Alami Untuk Pembenuhan Udang Skala Rumah Tangga. Balai Budidaya Air Payau Jepara, Jepara. 21 hal.
- Ilyas, S., F. Cholik, A. Poernomo, W. Ismail, R. Arifudin, I.N.S. Rabegnatar, S. Koesoemadinata, E. Danakusumah, dan S. Partasasmita, 1987. Petunjuk Teknis Bagi Pengoperasian Unit Usaha Pembenuhan (Hatchery) Udang Windu. Seri Pengembangan Hasil Penelitian Perikanan, PHP/KAN/01. Badan Penelitian dan Pengembangan Perikanan, Jakarta. 101 hal.
- Ismail, R. S., 1986. Pengaruh Kesadahan Air Terhadap Pertumbuhan Udang Galah (Macrobrachium rosenbergii). Balai Penelitian Budidaya Pantai Maros, Maros. Hal 75-81.
- Koesoebiono, 1981. Catatan Kuliah Biologi Laut. Fakultas Perikanan, Institut Pertanian Bogor, Bogor. 150 hal.
- Kokarkin, C., 1989. Pengelolaan Usaha Pembenuhan Udang Skala Rumah Tangga. Makalah Pokok, Disajikan Pada Lokakarya Pembenuhan Udang Skala Rumah Tangga dan Budidaya Intensif di Tambak Rakyat, 25 Februari 1989, Jakarta. 22 hal.
- Kungvankij, P., B. J. Pudadera, E. T. Tech, L. B. Tiro, E. Borlongan and T. E. Chua, 1986. A Prototype Warm Water Shrimp Hatchery. NACA Technology Series No. 4. Network of Aquaculture in Asia, Bangkok. 32 p.
- Kungvankij, P., L. B. Tiro, B. J. Pudadera, I. O. Potestas, K. G. Correr, E. Borlongan, G. A. Talean, L. F. Bustilo, E. T. Tech, A. Unggui and T. E. Chua, 1986. Shrimp Hatchery Design, Operation and Management. NACA Training Manual Series No. 1. Network of Aquaculture Centres in Asia, Bangkok. 88 p.

- Martosudarmo, B dan S. Sabaruddin, 1983. Makanan Hidup Larva Udang dalam Pedoman Pembenihan Udang Penaeid. Dirjen Perikanan, Departemen Pertanian, Jakarta. Hal 74 - 82.
- Marzuqi, M., Haryanti dan K. Suwirna, 1988. Pengaruh Jumlah Pergantian Air Terhadap Perkembangan dan Daya Kelangsungan Hidup Larva Udang Windu (Penaeus monodon Fabr.). Jurnal Penelitian. Balai Penelitian Budidaya Pantai Maros, Maros. Hal 7 - 13.
- McVey, J. P., 1983. CRC Handbook of Mariculture, Vol. 1, Crustacean Aquaculture. CRC Press, Inc Boca Raton, Florida. 412 p.
- Mudjiman, A., 1984. Makanan Ikan. Penebar Swadaya, Jakarta. 190 hal.
- Nurdjana, M. L., B. Martosudarmo dan Anindiasuti, 1983. Pengelolaan Pembenihan dalam Pedoman Pembenihan Udang Penaeid. Dirjen Perikanan, Departemen Pertanian, Jakarta. Hal 53 - 69.
- Nurdjana, M. L., L. S. Djunaidah dan B. Sumartono, 1989. Paket Teknologi Pembenihan Udang Skala Rumah Tangga. INFIS Manual Seri No. 2. Dirjen Perikanan, Jakarta. 64 hal.
- Platon, R. R., 1978. Design, Operation and Economics of a Small Scale Hatchery for The Larval Rearing of Sugpo, Penaeus monodon Fabr. Aquaculture Dept. SEAFDEC, Ilo-ilo, Philippines. 30 p.
- Poernomo, A., 1979. Budidaya Udang di Tambak dalam Udang, Biologi, Potensi, Budidaya, Produksi dan Udang Sebagai Bahan Makanan di Indonesia. Proyek Penelitian Potensi Sumber Daya Ekonomi, LON-LIPI, Jakarta. Hal 71 - 174.
- \_\_\_\_\_, 1988. Faktor Lingkungan Dominan pada Budidaya Udang Intensif. Seminar Usaha Budidaya Udang Tambak di Jawa Timur, 16 Januari 1988, Surabaya. 63 hal.
- Prawiranata, H. S. Harrun dan P. Tjondronegoro, 1981. Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan. Departemen Botani, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor. 51 hal.
- Quinitio, E. T., P. G. Gabasa, F. P. Sunaz, E. P. Reyes, D. T. Delapena and R. V. Rivera, 1984. A Guide to Prawn Hatchery Design and Operation. Aquaculture Dept. SEAFDEC, Ilo-ilo, Philippines. 41 hal



- Sikong, M., 1982. Beberapa Faktor Lingkungan Yang Mempengaruhi Produksi Biomassa Udang Windu (Penaeus monodon Fabricius). Disertasi. Fakultas Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor. 114 hal.
- Shigueno, A., 1975. Shrimp Culture in Japan. Association for International Technical Promotion, Tokyo, Japan. 153 p.
- Soehardjono, A., 1978. Pengantar Rancangan Percobaan. Lembaga Penerbitan Universitas Hasanuddin, Ujung Pandang. 86 hal.
- Spotte, S. H., 1970. Fish and Invertebrata Culture. Water Management in Closed System. Wiley Interscience, New York. 570 p.
- Sudarmini, E., 1988. Udang Windu, Biologi dan Perkembangannya dalam Bahan Kuliah Latihan Ahli Pembenuhan Udang Angkatan II. Balai Budidaya Air Payau Jepara, Jepara. Hal 1.- 12.
- Sudrajat, A dan A. Mustafa, 1990. Pembenuhan Udang Penaeid Skala Kecil. Balai Penelitian Budidaya Pantai Maros, Maros. 24 hal.
- Takdir, 1990. Pengaruh Abu Sekam Padi Terhadap Pertumbuhan Chaetoceros sp. Tesis. Jurusan Perikanan, Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin, Ujung Pandang.
- Sumawidjaya, K., 1977. Limnologi. Institut Pertanian Bogor, Bogor. 95 hal.
- Sumeru, S, U., 1988. Pakan dan Proses Pembuatannya. Makalah, Disajikan Sebagai Bahan Untuk Latihan Teknisi Budidaya Tambak, Balai Budidaya Air Payau Jepara, Jepara. 25 hal.
- Swingle, H., 1966. Standardisation of Biological Methods in Fish Culture Research, FAO. Fish. Rep. 44 (4) : 422 - 429 pp.
- Tiensongrusmee, 1980. Shrimp Culture and Its Improvement in Indonesia. Bull. Brackiswater Aqua. Dev Cent. 6 (1.2) : 404 - 421.
- Wickins, J, F., 1976. The Tolerance of Warmwater Prawn to Recirculated Water. Aquaculture, 9 : 19 - 37.