

**PENGARUH PENGGUNAAN BEBERAPA SUMBER KAROTENOID  
TERHADAP PERUBAHAN WARNA UDANG BIRU UNTUK  
PERBAIKAN MUTU UDANG WINDU ( Penaeus monodon Fabr )**

**SKRIPSI**

**OLEH  
AGUSTINUS TUPA**



FAKULTAS PETERNAKAN DAN PERIKANAN UNIV. HASANUDDIN	
Tanggal	07-02-95
d. n.	-
Tempat	168P
Nama	H
No. Lencana	9514 02 059
No. Kias	-

**FAKULTAS PETERNAKAN DAN PERIKANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
UJUNG PANDANG  
1994**



## RINGKASAN

AGUSTINUS TUPA, Pengaruh Penggunaan Beberapa Sumber Karotenoid Terhadap Perubahan Warna Udang Biru untuk Perbaikan Mutu Udang Windu (*Penaeus monodon* Fabr).  
(dibawah bimbingan ALEXANDER RANTETONOK sebagai ketua H. ACHMAD SADARANG dan H. I NENGAH SUTIKA sebagai Anggota).

Penelitian ini dilaksanakan di Unit Pertambakan Universitas Hasanuddin, Kecamatan Tallo, Ujung Pandang pada akhir Juni sampai awal Agustus 1994.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh beberapa sumber pakan buatan yang mengandung karotenoid terhadap perubahan warna udang biru menjadi udang normal dan pertumbuhan.

Hewan uji yang digunakan adalah udang windu berukuran rata-rata 20 gram. Wadah pemeliharaan berupa bak kayu yang dilapisi plastik dengan masing-masing 1 m x 1 m x 0,5 m sebanyak 12 buah dengan padat penebaran 5 ekor per bak.

Peubah utama yang diamati adalah : persentase perubahan warna udang biru menjadi udang normal dan pertumbuhan mutlak. Untuk menunjang hasil penelitian dilakukan pengamatan kualitas air yaitu suhu air, oksigen terlarut, pH, salinitas dan amoniak. Sedangkan untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap persentase perubahan warna dan pertumbuhan mutlak dilakukan analisis sidik ragam apabila perlakuan berbeda nyata dilanjutkan dengan uji BNT.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah acak lengkap dengan empat perlakuan dan tiga ulangan yaitu : (A) makanan dasar (pellet) + 2% chlorophyl pinks aktif (B) makanan dasar + 50% tepung jagung kuning (C) makanan dasar + 50% tepung kepala udang (D) makanan dasar.

Hasil analisis pengaruh perlakuan terhadap persentase perubahan warna udang windu menunjukkan bahwa chlorophyl pinks aktif sebesar 2% (perlakuan A) memberikan laju perubahan warna yang baik. Sedangkan analisis pengaruh perlakuan terhadap pertumbuhan mutlak menunjukkan bahwa makanan dasar (pellet) (perlakuan D) memberikan pertumbuhan yang lebih baik.

PENGARUH PENGGUNAAN BEBERAPA SUMBER KAROTENOID  
TERHADAP PERUBAHAN WARNA UDANG BIRU UNTUK  
PERBAIKAN MUTU UDANG WINDU (Penaeus monodon Fabr)

Oleh

AGUSTINUS TUPA

Skripsi Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

Pada

Fakultas Peternakan dan Perikanan  
Universitas Hasanuddin

JURUSAN PERIKANAN  
FAKULTAS PETERNAKAN DAN PERIKANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN

UJUNG PANDANG

1994

Judul Skripsi : Pengaruh Penggunaan Beberapa Sumber Karotenoid Terhadap Perubahan Warna Udang Biru Untuk Perbaikan Mutu Udang Windu (Penaeus monodon Fabricius)


Nama : Agustinus Tupa

Nomor Pokok : 89 06 172

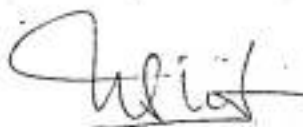
Skripsi Telah Diperiksa dan Disetujui Oleh :



Ir. Alexander Rantetondok, M. Fish.Sc.  
Pembimbing Utama

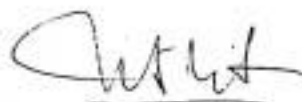


Ir. H. Achmad Sadarang  
Pembimbing Anggota



Ir. H. I Nengah Sutika, MS.  
Pembimbing Anggota

Diketahui Oleh :



Dr. Ir. H. Abd. Rachman Laiding, M.Sc. Ir. H. I Nengah Sutika, MS  
D e k a n Ketua Jurusan Perikanan



Tanggal Lulus : \_\_\_\_\_

## KATA PENGANTAR

Segala Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Kuasa, karena berkat dan RahmatNya sehingga penelitian dan penulisan serta penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Selama penelitian dan penulisan serta penyusunan skripsi ini penulis sadar bahwa hambatan dan masalah datang silih berganti dimana membutuhkan kesabaran dan perjuangan. Namun hambatan dan masalah tersebut dapat dilalui berkat bimbingan, bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada :

1. Bapak Ir. Alexander Rantetondok, M.Fish.Sc., Bapak Ir. H. Achmad Sadarang dan Bapak Ir. H. I Nengah Sutika MS. yang dengan tulus ikhlas telah membimbing penulis sejak rencana penelitian hingga tersusunnya skripsi ini.
2. Bapak-bapak Pengelola Unit Pertambakan Universitas Hasanuddin yang telah menyediakan tempat dan fasilitas selama penelitian.
3. Ayahanda, Ibunda dan saudara-saudaraku tercinta yang telah bersusah payan mendidik, membesarkan dan telah banyak berkorban baik moril maupun materiil selama penulis menempun pendidikan.
4. Mama Peri sekeluarga yang banyak berkorban selama penulis menempuh pendidikan.

4. Rekan-rekan tercinta; Ir. Darwin Tandilintin, Ir. Abraham Neil, Ir. Harlen R. Pane, Adrian Mangitung, SE, Joseph Sidenden, Josephus Panggua, David Layuk Allo, Agustinus Sanda, Yonathan, seluruh kelompok KOS dan lain-lain yang tidak bisa kami sebutkan disini yang telah banyak membantu penulis selama perkuliahan, penelitian hingga selesainya skripsi ini.

Akhir kata semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak dengan segala keterbatasannya.

Agustinus Tupa

## DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR TABEL .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	vii
PENDAHULUAN .....	1
Latar Belakang .....	1
Tujuan dan Kegunaan Penelitian .....	3
TINJAUAN PUSTAKA .....	4
Udang Windu ( <u>Penaeus monodon</u> Fabr).....	4
Udang Biru .....	5
Karotenoid .....	7
Astaxanthin .....	8
Kualitas Udang Windu .....	9
Persyaratan Kualitas Air .....	12
BAHAN DAN METODE PENELITIAN .....	15
Tempat dan Waktu Penelitian .....	15
Wadah dan Bahan Penelitian .....	15
Organisme Uji .....	16
Rancangan Penelitian .....	17
Prosedur penelitian .....	18
Pengukuran Peubah .....	19
Analisis Data .....	20
HASIL DAN PEMBAHASAN .....	21
Persentase Perubahan Warna .....	21
Pertumbuhan Mutlak .....	23



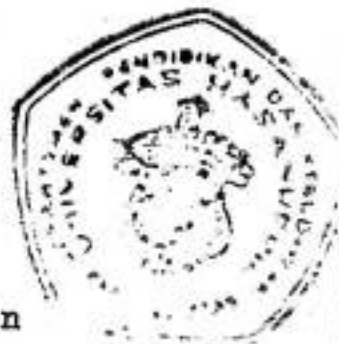
	Halaman
Kualitas Air .....	26
KESIMPULAN DAN SARAN .....	28
Kesimpulan .....	29
Saran .....	29
DAFTAR PUSTAKA .....	30
LAMPIRAN .....	32
RIWAYAT HIDUP .....	

## DAFTAR TABEL

Nomor	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Kandungan Karotenoid Tepung Jagung kuning, Tepung Kepala Udang dan Chlorophyl Pinks Aktif .....	16
2.	Parameter Kualitas Air, Alat dan Waktu Pengamatan .....	20
3.	Hasil Pengamatan Persentase Perubahan Warna Udang Biru Menjadi Udang Normal dalam Transformasi $V \times + \frac{1}{2}$ .....	22
4.	Hasil Pengamatan Pertumbuhan Mutlak Udang Windu ( <u>Panaeus monodon</u> ) Selama Penelitian ..	24

Nomor	<u>Lampiran</u>	Halaman
1.	Uji Normalitas Ragam Data Perubahan Warna Udang Windu Selama Penelitian .....	32
2.	Uji Homogenitas Ragam Data Perubahan Warna Udang Windu Selama Penelitian .....	33
3.	Hasil Pengamatan Persentase Perubahan Warna Udang Biru Menjadi Udang Normal Selama Penelitian .....	35
4.	Analisis Sidik Ragam Perubahan Warna Udang Windu Selama Penelitian .....	36
5.	Uji Normalitas Ragam Data Laju Pertumbuhan Mutlak Udang Windu Selama Penelitian .....	37
6.	Uji Homogenitas Ragam Data Pertumbuhan Mutlak Udang Windu Selama Penelitian .....	39
7.	Analisis Sidik Ragam Pertumbuhan Mutlak Udang Windu Selama Penelitian .....	40
8.	Perkembangan Perubahan Warna Udang Windu dari Biru Ke Normal Selama Penelitian Berlangsung .....	41
9.	Hasil Pengamatan Parameter Kualitas Air Pada Setiap Unit Percobaan Selama Penelitian ....	42

## DAFTAR GAMBAR



Nomor	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Perubahan B-Carotein Menjadi Astaxantin dan Protein Kompleks .....	10
2.	Biosintesis astaxantin pada Udang .....	11
3.	Posisi Petak Percobaan Setelah Pengacakan Terhadap Perlakuan .....	17
4.	Perbedaan antara Udang Normal dengan Udang Biru .....	25

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki potensi usaha budidaya pantai yang besar. Hal tersebut didukung oleh potensi sumberdaya manusia dan keaneka ragaman jenis komoditas yang memungkinkan untuk di budidayakan, salah satu diantaranya adalah udang. Dalam dekade terakhir udang merupakan salah satu jenis primadona yang dikembangkan di Indonesia dengan tingkat teknologi budidaya yang tinggi. Hingga tahun 1990 Indonesia menduduki posisi kedua bersama Thailand dalam kontribusi udang dunia yakni masing-masing 16%, namun dalam perhitungan produksi kg/ha/thn, masih sangat jauh ketinggalan, dimana produksi rata-ratanya hanya mencapai 360/kg/ha/thn dibanding dengan Thailand 5.000 kg/ha/thn (Fast dan Ester, 1992).

Salah satu upaya yang dilakukan dalam mengejar ketertinggalan tersebut adalah melalui intensifikasi usaha budidaya udang, dengan harapan produksi yang dihasilkan per satuan luas tambak semakin meningkat. Hasil dari usaha intensifikasi budidaya udang telah dinikmati oleh para petani tambak beberapa tahun terakhir akibatnya intensifikasi usaha budidayapun semakin meluas hampir di seluruh Indonesia.

Meskipun peningkatan produksi sedikit telah di peroleh melalui intensifikasi usaha budidaya, namun pengaruh dari aplikasi tingkat teknologi tersebut juga mempunyai dampak yang kurang menguntungkan khususnya terhadap mutu produksi hasil budidaya. Beberapa penelitian mengungkapkan bahwa penurunan mutu produksi yang terjadi pada masa pemeliharaan udang ditambak akibat kurang efisien dan efektif dalam pemberian pakan serta tidak dibarengi dengan pergantian air yang baik, juga karna makanan buatan yang digunakan kekurangan zat karotenoid akibatnya kualitas udang menurun seperti penurunan berat badan, penyakit insang hitam dan perubahan warna udang (udang biru).

Menurut hasil observasi dengan beberapa petani dan komunikasi secara pribadi dengan beberapa eksportir bahwa penggunaan makanan buatan yang kekurangan zat karotenoid memberikan efek yang kurang baik bagi udang sebab udang berubah warna menjadi biru dan merupakan tuntutan oleh beberapa importir seperti Jepang terhadap mutu produksi dalam hal penentuan harga udang walaupun beberapa negara tidak mempermasalahkan lagi.

Dari keterangan diatas maka dipandang perlu untuk menguji bahan pakan buatan yang mengandung karotenoid terhadap kualitas produksi udang dimaksudkan untuk menentukan metode yang paling efektif dan efisien dalam menjawab permasalahan udang biru tersebut.

### Tujuan dan Kegunaan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh beberapa sumber pakan buatan yang mengandung karotenoid terhadap perubahan warna udang biru menjadi udang normal dan pertumbuhan.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam penggunaan beberapa pakan tambahan yang mengandung karotenoid yang dicampurkan pada pakan buatan serta bahan informasi bagi penelitian selanjutnya.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Udang Windu (P. monodon Fabricius)

Udang Penaeid seperti halnya krustaceae yang lain adalah binatang air yang beruas-ruas di sepanjang anggota badannya pada setiap ruasnya. Anggota badan ini pada umumnya bercabang dua atau beramus. Tubuh udang secara morfologis dapat dibedakan kedalam dua bagian, yaitu : (1) Cephalothorax yang terdiri dari kepala dan dada sedangkan bagian yang lain adalah (2) Abdomen atau Perut. Bagian Cephalothorax terlindung oleh kitin yang dinamakan carapax (Martosudarmo dan Ranumihardjo, 1980).

Larva udang yang bersifat planktonik dan bergerak mengikuti arus air, larva yang beruntung akan sampai pada nursery ground dan umumnya larva udang terutama stadia mysis sampai post larva banyak dijumpai di sekitar muara sungai (Martosudarmo dan Ranumihardjo, 1980). Pada stadia post larva, udang hidup dengan cara merayap atau melekat pada benda-benda yang berada di bawah perairan pantai yang dekat muara sungai (Martosudarmo, 1977). Poernomo (1979) menyatakan bahwa larva udang windu banyak ditemukan disepanjang pantai yang landai dengan fluktuasi air pasang sekitar dua meter aliran sungai kecil, dasarnya berpasir, lumpur, kadang-

kadang berbatu kecil atau cangkang karang yang berserakan disana-sini.

Siklus hidup udang windu di alam terdiri dari dua yaitu fase di laut dan fase di perairan pantai (Toro dan Kinarti, 1979). Sedangkan Storer dkk. (1978) mengatakan bahwa umumnya crustaceae laut terdiri dari beberapa stadia; pada stadia muda bentuknya menyerupai udang dewasa. Udang dewasa hidup dan berkembang biak di laut, sedangkan pada stadia larva banyak dijumpai diperairan pantai, terutama diperairan muara sungai (Toro dan Kinarti, 1979).

Larva udang dalam siklus hidupnya bergerak ke pantai, masuk kemuara sungai dan rawa bakau, kemudian bermigrasi ke perairan yang lebih dalam pada saat mulai remaja dan akhirnya bergerak ke daerah pemijahan begitu dewasa (Kungvankij dkk., 1986 dalam Sadullah, 1990).

#### Udang Biru

Masalah udang biru berkaitan dengan terjadinya defisiensi pigmen dan bukan karena penyakit. Akibat rendahnya kandungan pigmen tertentu, warna udang biru berbeda dari udang normal, bukan saja pada saat masih hidup atau mati dalam keadaan masih segar, namun juga setelah udang tersebut dimasak. Udang biru, setelah dimasak akan berubah warnanya menjadi merah pucat, sedangkan udang normal akan berwarna jingga (Anonymous, 1991).





Anonim (1990) menyatakan, "penyakit" udang biru belum diketahui secara jelas penyebabnya, namun sering terjadi pada udang yang dipelihara pada kondisi air jelek yakni kandungan amoniak,  $H_2S$  dan nitrit yang tinggi, kejernihan air rendah dan pakan udang kurang zat astaxanthin.

Khusus udang biru adalah bukan penyakit hanya dalam tubuh udang itu terdapat beberapa pigmen seperti biru, merah, coklat atau zat pembawa warna lain (chromatophora). Udang biru dapat terjadi ditambak-tambak yang kekurangan vitamin A yang disebabkan adanya pakan yang diberikan kurang seimbang (Anonim, 1989).

Selanjutnya Ahmad (1988) menyatakan, "penyakit" udang biru tampaknya tidak membahayakan udang hanya saja harganya turun (merosot) sampai 50% hal ini disebabkan gizi pakan tidak seimbang.

Menurut Baticados (1988) "penyakit" udang biru disebabkan oleh nutritional deficiency (kandungan carotein astaxanthin yang rendah), faktor lingkungan (mutu air dan tanah buruk), penyebaran yang tinggi dan kemungkinan disebabkan oleh virus. Selanjutnya di katakan bahwa udang biru ini dapat ditanggulangi dengan memperbaiki mutu pakan, mengurangi kepadatan dan pergantian air secara kontinyu.

## KAROTENOID

Nama karotenoid diberikan pada pigmen kuning yang pertama kali diisolasi dari wortel (Daucus carota) pada tahun 1831 (Emodi, 1978). Selanjutnya dijelaskan bahwa warna cerah dari pigmen karotenoid disebabkan adanya kromofor di dalam molekul dan merupakan hidrokarbon atau turunannya yang tersusun dari 8 unit isoprena ( $C_5H_8$ ) dan membentuk struktur alifatik-alisiklik. Karotenoid peka terhadap cahaya, panas dan oksidasi.

Karotenoid merupakan kelompok pigmen yang berwarna kuning, merah, oranye, serta larut dalam lemak. Pigmen ini secara alami terdapat dalam jumlah besar dan tersebar luas. Ditemukan pada tanaman, serangga, burung, kuning telur, udang, ikan dan lain-lain (Karrer dan Jucker 1950; Fennema 1976; Simpson 1982; Winarno 1988).

Menurut Simpson (1982), karotenoid adalah sekelompok pigmen yang memberikan warna kuning, oranye dan merah pada kulit atau eksoskeleton dari hewan air. Kuantitas dan kualitas pigmen karotenoid pada pakan sangat penting karena dengan penambahan pigmen karotenoid pada pakan kualitas warna bahan pangan hasil laut dapat ditingkatkan.

Secara kimiawi, karotenoid dapat dibagi dua kelompok yaitu :

- a) Karotenoid yang hanya mengandung karbon dan hidrogen
- b) oxykarotenoid yang disamping mengandung karbon dan hydrogen juga mengandung oksigen.

Udang diklasifikasikan menurut warna alami, yaitu merah muda, coklat dan putih. Udang yang berwarna merah muda ditemukan diperairan yang dalam, udang coklat dan putih ditemukan diperairan dangkal. Semua jenis udang mempunyai pigmen karotenoid yang sama yaitu terdapat pada kulit, epidermis dan hipodermis. Pigmen karotenoid pada udang dikenal sebagai astaxanthin (Gillies, 1975).

Beberapa ahli berpendapat bahwa udang biru di sebabkan kebutuhan B-carotein tidak terpenuhi. Akibatnya untuk pembentukan warna alami (pigmen) dari udang akan mengalami hambatan. Pada Gambar 1 dapat dilihat perubahan B-carotein menjadi astaxanthin dan protein kompleks (Kompang, Simpson, dan Cholik, 1989).

#### ASTAXANTHIN

Astaxanthin adalah komponen karotenoid dari crustacyanin, suatu karotenoprotein yang menyebabkan warna pada udang (Anonymous, 1987). Dikenal dua jenis karotenoprotein krustacea, yaitu krustacyanin yang berwarna biru dan ovoverdin yang berwarna hijau (Wycoff, 1937).

pigmen yang memegang peranan penting dalam pembentukan kualitas warna pada bahan pangan hasil laut diantaranya lobster, kepiting, udang, ikan salmon dan lain-lain.

Menurut Katayama et al. (1973), penggolongan ikan dan kerang-kerangan atas dasar kemampuannya dalam biosintesa terbagi menjadi beberapa jenis yaitu :

1. Jenis "red carp" yang dapat mengubah lutein, zeaxanthin menjadi astaxanthin, tetapi karoten bukan suatu prekursor yang efisien sebagai astaxanthin.
2. Jenis "sea bream" tidak dapat mengubah karoten, lutein atau zeaxanthin menjadi astaxanthin.
3. Jenis "prawn" karoten dapat diubah menjadi astaxanthin. Umumnya udang masuk dalam tipe ini, perubahan ini dapat dilihat pada Gambar 2.

#### KUALITAS UDANG WINDU

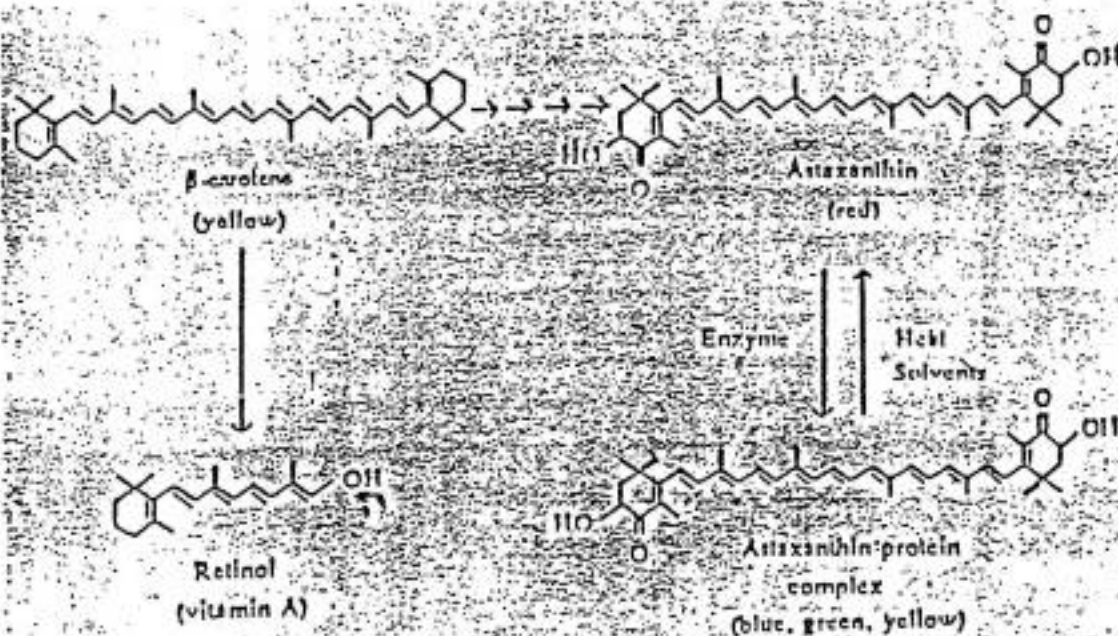
Menurut Mujiman dan Suyanto (1989), segera setelah udang dipanen, seketika itu pula harus dijaga mutunya agar tetap segar dan baik. Udang yang masih bermutu baik harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

1. Utuh, belum ada bagian-bagian yang patah atau lepas, kulit licin dan mudah meluncur di antara satu dan lainnya.
2. Warna masih asli sesuai jenisnya, belum berubah menjadi merah muda.
3. Tidak terdapat bercak-bercak hitam (black spot) di

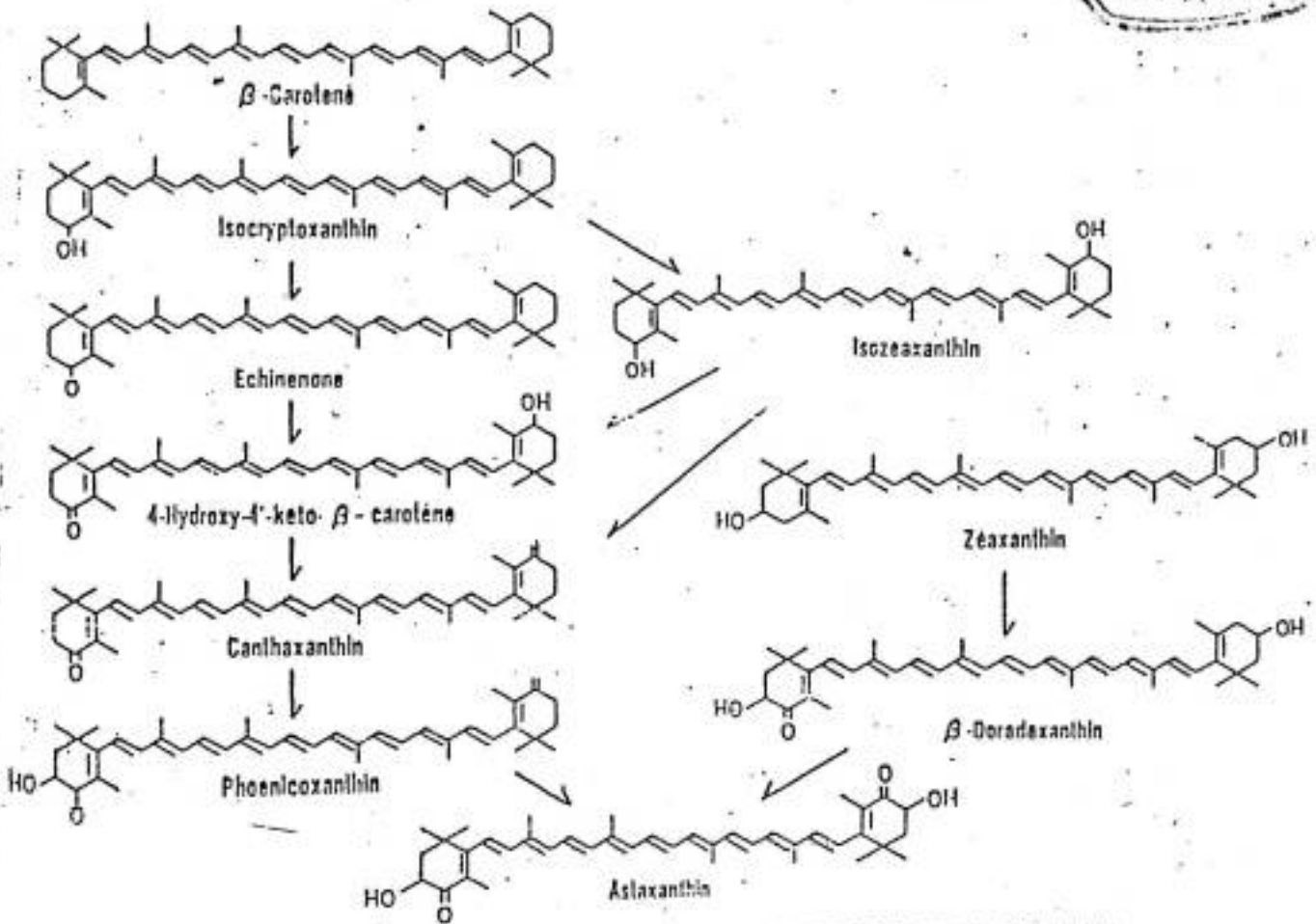
kepala, sambungan ruas-ruas ekor, kaki renang dan sungut. Mata bulat, hitam dan bening, serta bercahaya.

4. Daging masih kenyal dan rasanya manis.
5. Kulit kuat tidak mudah mengelupas.
6. Bau segar, khas sesuai jenisnya.
7. Ukuran seragam.

Klasifikasi mutu fisik udang windu ekspor berdasarkan atas dua faktor, yaitu ukuran berat serta faktor warna. Klasifikasi ini dimaksudkan untuk menentukan harga udang windu di pasaran (Handjojo, 1990).



Gambar 1. Perubahan B-Carotene Menjadi Astaxanthin dan Protein Kompleks (Kompiang et al. 89)



Gambar 2. Biosintesis astaxanthin pada udang  
Sumber : Katayama, et al. 1973



## Persyaratan Kualitas Air

Untuk kehidupan udang diperlukan persyaratan kualitas air terutama parameter yang mempengaruhi. Adapun parameter yang dimaksud antara lain :

### Suhu Air

Suhu perairan secara langsung akan mempengaruhi kegiatan dan proses kehidupan organisme seperti pertumbuhan dan reproduksi (Hickling 1971 dalam Syahrul, 1990). Sedangkan secara tidak langsung akan mempengaruhi daya larut gas-gas seperti oksigen dan karbondioksida (Huet, 1971 dalam Syahrul, 1990). Menurut Poernomo (1983), kisaran suhu optimum yang cocok untuk pertumbuhan udang adalah 25 - 31°C. Sedangkan Manik dan Mintardjo (1980) mengatakan bahwa pada suhu di atas 35°C akan menyebabkan kematian pada udang.

### Oksigen Terlarut

Oksigen dalam air diperlukan untuk respirasi, sehingga kekurangan oksigen air dapat mengganggu kehidupan udang (Cholik dan Poernomo, 1987). Sedangkan kandungan oksigen terlarut dalam air yang dapat mendukung pertumbuhan udang berkisar 3-10 ppm dan kematian udang dapat terjadi jika oksigen terlarut kurang dari 1,2 ppm (Anonymous, 1978).

### Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) air media juga berpengaruh terhadap kecepatan tumbuh dan mortalitas udang yang di pelihara. Batas aman pH air laut untuk udang berkisar 7,0 - 8,5 dengan pH optimum untuk pertumbuhan udang adalah 8 (Hastuti dkk., 1987).

### Salinitas

Salinitas erat kaitannya dengan osmoregulasi dalam tubuh hewan-hewan air. Untuk pertumbuhan udang yang baik maka salinitas air laut berkisar 24-32 promil (Adisukresno, 1980). Menurut Poernomo (1979) udang windu dapat tumbuh yang berkadar garam rendah, oleh karena karena dalam keadaan yang berkadar garam rendah memungkinkan transportasi energi yang lebih banyak bagi proses pembentukan daging dan hanya sedikit untuk osmoregulasi dalam usaha menjaga tekanan osmotik cairan tubuh terhadap tekanan osmotik lingkungannya.

Soetomo (1989) mengatakan bahwa sampai pada salinitas 50 promil udang masih dapat hidup meskipun tidak dapat tumbuh dengan baik, asal kenaikannya terjadi secara bertahap.

### Amoniak

Pencemaran amoniak pada air tambak terutama di sebabkan oleh amoniak yang timbul dari pembusukan sisa-sisa pakan udang yang tidak habis termakan dan amoniak yang berasal dari kotoran hewan itu sendiri.



Akibat pencemaran udang yang sangat sederhana, maka 70% dari kotoran udang masih berupa amoniak (Tanjung, 1991). Pencemaran air tambak oleh amoniak ini sangat berbahaya bagi kelangsungan hidup udang karena dengan kadar 0,2 ppm dapat mengakibatkan udang yang dipelihara mati dalam waktu 35 hari (Burhan, 1987). Selanjutnya Syahrul (1990) mengemukakan bahwa pertumbuhan udang akan terhambat sebesar 50% apabila kadar amoniak mencapai 0,45 ppm. Lebih lanjut dikatakan bahwa kadar maksimum yang aman bagi udang adalah 0,1 ppm.

## BAHAN DAN METODE PENELITIAN

### Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Unit Pertambakan Universitas Hasanuddin, Kecamatan Tallo, Kotamadya Ujung Pandang, yang dimulai pada akhir Juni sampai awal Agustus 1994.

### Wadah dan Bahan Penelitian

#### Wadah

Wadah yang digunakan dalam penelitian ini adalah bak kayu berukuran 1 m x 1 m x 0,5 m sebanyak 12 buah. Bagian dalam bak dilapisi plastik dan tidak diberi pupuk untuk mencegah blooming algae, sedangkan suplay oksigen ke dalam bak menggunakan aerator. Monitoring pertumbuhan algae dilakukan setiap hari secara visual. Untuk menghindari penurunan salinitas akibat hujan dan tingginya salinitas akibat penguapan yang besar dari terik sinar matahari maka petak penelitian di diberi atap plastik yang tidak tembus sinar.

#### Bahan Uji

Bahan uji yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : zat karotenoid, tepung jagung kuning dan tepung kepala udang. Ketiga bahan uji tersebut mempunyai kandungan karotenoid yang berbeda-beda. Adapun kandungan karotenoid dari bahan uji tersebut dapat di lihat pada Tabel 1. Bahan uji tersebut diperoleh

dari sumber yang berbeda. Khusus untuk zat karotenoid yang diproduksi oleh PT. Roche Jakarta dengan merek dagang Chlorophyl Pinks Aktiv diperoleh dari Balai Penelitian Budidaya Pantai Maros. Ketiga bahan uji tersebut dicampurkan dengan pellet merek "Manggalindo" dengan Persentase yang berbeda kemudian dihancurkan dan disediakan dalam bentuk crumble.

Tabel 1. Kandungan Karotenoid Tepung Jagung Kuning, Tepung Kepala Udang dan Chlorophyl Pinks Aktiv.

Jenis bahan	Kandungan
Tepung Jagung Kuning	2,18 mg dalam 100 gram contoh
Tepung Kepala Udang	12,32 mg dalam 100 gram contoh
Chlorophyl Pinks Aktiv	15 mg dalam 1 gram contoh

#### Organisme Uji

Organisme uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah udang windu (Penaeus monodon) berukuran rata-rata 20 gram yang berwarna biru yang diambil dari tambak intensif CV. Indonesia Makmur Sentosa dengan padat penebaran 4 ekor/bak.

## Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL), dengan empat perlakuan dan tiga ulangan, sehingga jumlah satuan percobaan sebanyak 12 buah.

Adapun keempat perlakuan yang dimaksud adalah :

- Perlakuan A : Makanan dasar (pellet) + Chlorophyll Pinks Aktiv 2% dimana mengandung 10% astaxanthin.  
Perlakuan B : Makanan dasar + 50% tepung jagung kuning  
Perlakuan C : Makanan dasar + 50% tepung kepala udang  
Perlakuan D : Makanan dasar

Penempatan setiap satuan percobaan dilakukan secara acak (Nazir, 1983). Hal ini dilakukan karena di dalam dan di luar media pemeliharaan dianggap homogen.

Letak satuan percobaan setelah pengacakan terlihat pada Gambar 3.

B <sub>1</sub>	A <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>
C <sub>3</sub>	C <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>
A <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	C <sub>1</sub>
D <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	B <sub>3</sub>

Gambar 3. posisi petak Percobaan Setelah pengacakan Terhadap Perlakuan.

Keterangan :

- a, b, c, d = Perlakuan  
1, 2, 3, =Ulangan

## Prosedur Penelitian

### Persiapan

Langkah pertama yang dilakukan sebelum penelitian adalah persiapan bak-bak percobaan dan diletakkan sesuai dengan hasil pengacakan, pengisian air media dan pemasangan aerator pada tiap bak penelitian.

### Penebaran

Udang yang diambil dari tambak CV. Indonesia Makmur Sentosa sebelum ditebar terlebih dahulu dilakukan aklimatisasi terhadap salinitas dan suhu. Kemudian ditebar pada tiap bak dengan kepadatan 4 ekor/bak.

### Pemberian Pakan

Jumlah pakan yang diberikan selama penelitian berlangsung adalah 5 % dari berat populasi udang dalam setiap bak percobaan per hari. Frekwensi pemberian pakan dilakukan 3 kali sehari yaitu : jam 10.00, 17.00, 24.00. Pakan yang diberikan dengan menebar rata pada bak agar kesempatan memperoleh pakan bagi semua udang uji sama besarnya. Pergantian air dilakukan 3 kali seminggu sekitar 50-75%. Sedangkan pembersihan kolam dilakukan tiap hari dengan cara penyiponan sebelum pergantian air. Pada akhir penelitian dilakukan pengambilan foto udang secara closal untuk membedakan secara visual tentang perubahan warna udang (Gambar 4)

### Pengukuran Peubah

Dalam penelitian ini data yang diambil meliputi :  
(1) Persentase perubahan warna udang windu dari biru ke normal, (2) Pertumbuhan berat mutlak udang, (3) serta kualitas air medium percobaan.

#### Persentase Perubahan Warna

Untuk menghitung persentase perubahan warna ditentukan pada akhir penelitian dengan jalan membandingkan jumlah udang yang berubah warna dibagi dengan jumlah jumlah penebaran dalam setiap bak lalu dikali 100%.

#### Pertumbuhan Berat Mutlak

Untuk menghitung pertumbuhan mutlak udang selama percobaan diadakan penimbangan elektrik dengan tingkat ketelitian 0,01 gram, kemudian digunakan rumus Ever hart at al, 1975 dalam Effendie, 1979 yaitu :

$$h = W_t - W_o$$

h = Pertumbuhan berat mutlak udang (g)

W<sub>t</sub> = Berat hewan uji setelah percobaan (g)

W<sub>o</sub> = Berat hewan uji sebelum percobaan (g)

#### Kualitas Air

Untuk menunjang hasil penelitian dilakukan pengamatan parameter kualitas air meliputi : Oksigen terlarut, temperatur, pH, Salinitas dan amoniak. Parameter kualitas yang diukur serta alat/cara dan waktu pengamatan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Parameter Kualitas air, Alat dan Waktu Pengamatan.

Parameter	Alat/cara	Waktu Pengamatan
Oksigen terlarut	Titrasi	Sekali seminggu
Temperatur <sup>o</sup> c	Thermometer	Setiap hari
pH	pH meter	Setiap hari
Salinitas (%o)	Salinometer	Setiap hari
Amoniak (ppm)	Spektofoto meter	Awal dan akhir penelitian

#### Analisis Data

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap pertumbuhan dan persentase perubahan warna udang dari biru menjadi normal dilakukan analisis sidik ragam.

Apabila perlakuan berbeda nyata dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil untuk mengetahui perbedaan pengaruh dari taraf-taraf perlakuan yang dicobakan (Sudjana, 1989).

Untuk mengetahui kelayakan kualitas air bagi kehidupan udang dilakukan telaah secara deskriptif terhadap hasil pengamatan kualitas air selama penelitian.



## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Persentase Perubahan Warna

Persentase perubahan warna udang biru menjadi normal dapat dilihat pada Tabel 3. Pada Tabel tersebut terlihat bahwa persentase perubahan warna terbesar adalah pada perlakuan A dengan rata-rata (10,0%), diikuti perlakuan D (5,7%), perlakuan C (3,6%) dan perlakuan B (2,1%). Dari hasil ini menunjukkan bahwa persentase perubahan warna sangat ditentukan oleh kandungan karotenoid dalam pakan (Tabel 1).

Hasil analisis sidik ragam persentase perubahan warna (Lampiran 4) menunjukkan bahwa pemberian zat karotenoid (Perlakuan A) yang dicampurkan ke dalam pakan udang sebesar 2% berpengaruh sangat nyata ( $P < 0,01$ ) terhadap perubahan warna udang windu.

Hasil uji BNT selanjutnya menunjukkan bahwa persentase perubahan warna pada perlakuan A lebih besar dan berbeda sangat nyata ( $P < 0,01$ ) dari perlakuan B dan C. Sedangkan perlakuan D berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) dengan perlakuan A. Hal ini disebabkan karena kandungan karotenoid yang berwarna merah lebih banyak dirobah menjadi pigmen astaxanthin yang merupakan pigmen utama dalam karotenoid yang bertanggung jawab terhadap perubahan warna pada udang dan jika kekurangan zat ini, udang akan berwarna biru (Murokami, 1974). Selain sebagai sumber



Tabel 3. Hasil Pengamatan Persentase Perubahan Warna Udag Biru Menjadi Udag Normal dalam Transformasi  $\sqrt{x + \frac{1}{2}}$

P	n	Jumlah	Persentase Perubahan Warna
A	1	4	10,0%
	2	4	10,0%
	3	4	10,0%
Rata-rata		4	10,0%
B	1	0	0,7%
	2	1	5,0%
	3	0	0,7%
Rata-rata		0,33	2,1%
C	1	0	0,7%
	2	1	5,0%
	3	1	5,0%
Rata-rata		0,67	3,6%
D	1	2	7,1%
	2	1	5,0%
	3	1	5,0%
Rata-rata		1,33	5,7%

Keterangan : P = Perlakuan  
n = Ulangan

astaxanthin perubahan warna yang terjadi pada Perlakuan A diduga karena pigmen tersebut lebih mudah disintesa oleh udang sebagai protein astaxanthin yang mengakibatkan perubahan chromophore. Adanya perubahan pigmen astaxanthin yang berwarna merah lebih dominan dalam jaringan tubuh udang menyebabkan protein kompleks yang berwarna biru tidak terbentuk (Simpson et al, 1981). Sedangkan perlakuan D yang memperlihatkan persentase warna udang normal yang juga rendah dari perlakuan A, diduga karena kurangnya kandungan B karotenoid sehingga astaxanthin yang berwarna merah tidak terbentuk menyebabkan protein kompleks terlihat berwarna biru (udang kelihatan biru)

#### Pertumbuhan Mutlak

Hasil pengamatan pengaruh kandungan karotenoid terhadap pertumbuhan mutlak udang windu dapat dilihat pada Tabel 3. Pada Tabel 3 terlihat dengan jelas perbedaan rata-rata pertumbuhan masing-masing perlakuan.

Pertumbuhan tertinggi terdapat pada perlakuan D dengan rata-rata (15,76 gram), diikuti perlakuan A (12,91 gram), perlakuan B (6,72 gram) dan perlakuan C (4,96 gram).

Hasil analisis sidik ragam pengaruh perlakuan terhadap pertumbuhan mutlak udang windu menunjukkan pengaruh sangat nyata ( $P < 0,01$ ) terhadap udang uji (Lampiran 7).

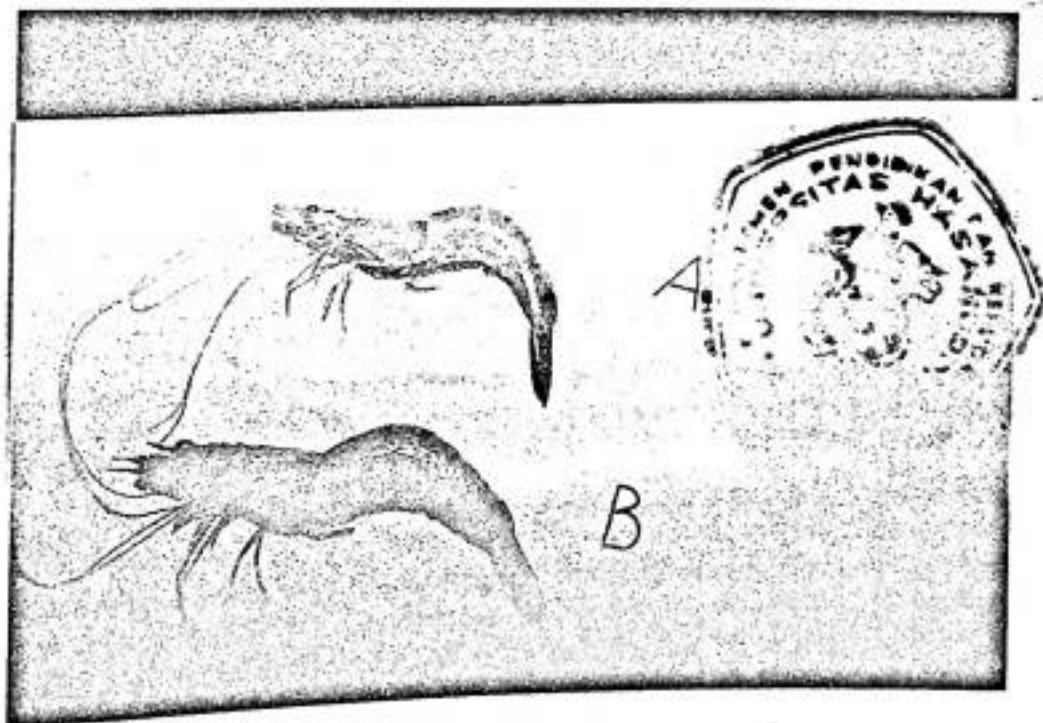
Selanjutnya uji BNT menunjukkan bahwa perlakuan D (pellet) sangat berbeda nyata ( $P < 0,01$ ) dengan

Tabel 4. Hasil Pengamatan Pertumbuhan Mutlak Udang Windu (Penaeus monodon) Selama Penelitian.

Perlakuan	Ulangan	Berat Awal (gr)	Berat Akhir (gr)	Berat Mutlak (gr)
A	1	80,52	94,68	14,16
	2	84,96	96,64	11,68
	3	78,84	91,72	12,88
Rata-rata		81,44	94,35	12,91
B	1	78,52	86,92	8,4
	2	79,40	84,2	4,8
	3	85,72	92,68	6,96
Rata-rata		81,21	87,93	6,72
C	1	80,84	85,4	4,56
	2	81,48	88,2	6,72
	3	78,72	82,32	3,6
Rata-rata		80,35	85,31	4,96
D	1	83,60	100,56	16,96
	2	79,48	93,72	14,24
	3	84,60	100,68	16,08
Rata-rata		82,56	98,32	15,76

perlakuan C (tepung kepala udang) dan perlakuan B (tepung jagung kuning). Sedangkan pada perlakuan D dan perlakuan A (chlorophyl pnks aktif) tidak menunjukkan perbedaan nyata. Dari hasil ini menunjukkan bahwa pellet masih baik dalam meningkatkan pertumbuhan udang. Hal ini diduga nilai gizi yang ada dalam pellet cukup tinggi.

Rendahnya laju pertumbuhan pada perlakuan B dan perlakuan C diduga bahwa kombinasi antara pellet dengan kedua perlakuan tersebut tidak terjadi keseimbangan atau kesesuaian nilai gizi yang dibutuhkan udang windu dalam pertumbuhannya. Kemungkinan lain diduga karna pakan tersebut aromanya yang tidak disenangi.



Gambar 4. Perbedaan antara Udang Normal dengan Udang Biru.

Keterangan : A = Udang Normal      B = Udang Biru

## Kualitas Air

Hasil pengamatan parameter kualitas air medium percobaan disajikan pada Lampiran 9. Dari Lampiran 9 diperoleh nilai suhu air pada setiap percobaan selama penelitian berkisar antara 25 - 31°C. Suhu tersebut dapat dinyatakan masih dalam kisaran yang layak untuk kehidupan dan pertumbuhan udang. Hal ini sesuai dengan pendapat Poernomo (1983) yang menyatakan bahwa udang akan tumbuh dengan baik pada kisaran suhu optimum 25 - 31°C. Sedangkan suhu diatas 35°C akan menyebabkan kematian pada udang (Manik dan Mintardjo, 1980).

Kadar oksigen terlarut pada setiap percobaan selama penelitian berkisar antara 4 - 6,4 ppm. Kandungan oksigen terlarut ini relatif seragam pada setiap percobaan dan dalam kisaran yang layak untuk pertumbuhan udang. Hal ini sejalan dengan pendapat Cholik dan Poernomo (1987) yang mengatakan bahwa kandungan oksigen terlarut dalam air yang mendukung pertumbuhan udang berkisar antara 3 - 10 ppm.

Derajat keasaman (pH) air cenderung seragam dengan nilai 6,8 - 7,3. Nilai tersebut masih dalam rentang layak untuk pertumbuhan udang. Hastuti (1987) mengatakan batas aman pH air laut untuk udang berkisar 7 - 8,5.

Salinitas air dengan nilai 34 - 38‰ merupakan salinitas yang cukup tinggi tetapi udang masih dapat hidup dan masih layak untuk tumbuh. Soetomo (1989) mengatakan bahwa sampai pada salinitas 50‰ udang masih dapat hidup asal kenaikannya terjadi secara bertahap.

Kisaran Amoniak 0,0047 - 0,093 ppm pada penelitian ini masih dalam rentang yang layak untuk pertumbuhan. Poernomo (1979) mengatakan bahwa kadar amonia 0,45 ppm menyebabkan kecepatan pertumbuhan udang menyusut 50%. Sedangkan Syahrul (1990) menyatakan bahwa kadar maksimum amonia yang aman bagi udang adalah 0,1 ppm.

Berpedoman dari uraian-uraian di atas dapat dinyatakan bahwa kualitas air media percobaan relatif homogen dan layak untuk pertumbuhan.

## KESIMPULAN DAN SARAN



### Kesimpulan:

Dari hasil yang didapat selama penelitian, maka di peroleh kesimpulan sebagai berikut :

- Dalam persentase perubahan warna perlakuan A (chlorophyl pinks aktif) sebesar 2% memberikan perubahan warna yang lebih baik dibanding perlakuan B (tepung jagung kuning), perlakuan C (tepung kepala udang) dan perlakuan D (pellet).
- Perlakuan D (pellet) memberikan laju pertumbuhan yang lebih baik dibanding dengan perlakuan B (tepung jagung kuning), perlakuan C (tepung kepala udang) dan perlakuan D (chlorophyl pinks aktif).

### Saran

- Dalam usaha budidaya udang windu disarankan untuk menggunakan chlorophyl pinks aktif yang mengandung pigmen astaxanthin 10% sebelum masa panen tiba.
- Perlu penelitian lebih lanjut tentang kombinasi penggunaan pupuk dan chlorophyl pinks aktif (sumber astaxanthin) terhadap pengaruh pigmen udang (udang biru).

## DAFTAR PUSTAKA

- Adisukresno, T. 1988. Persyaratan Pembenuhan Udang. Dalam Pedoman Pembenuhan Udang Penaeid. Dirjen Perikanan, Departemen Pertanian, Jakarta.
- Ahmad, T. 1988. Peubah Penting Mutu Air Tambak Udang. Laporan Jurnal Balai Penelitian Budidaya Pantai, Maros.
- Anonymous. 1978. Manual and Pond Culture of Penaeid Shrimp. A Project of The Association of Scuthes Asean Nation (ASEAN). ASEAN National Coordinating Agency of The Philiphines of Ministry of Foreign Affairs, Manila.
- ..... . 1987. Manual Reference. Aquaculture Product Argent Chemical Laboratoris, USA.
- ..... . 1988. Laporan Standarisasi Kualitas Air Untuk Pembenuhan. Direktorat Jendral Perikanan, Balai Budidaya Air Payau, Jepara.
- ..... . 1989. Pengendalian Hama Tambak, Latihan Budidaya Udang Bagi Zone Manajer Block Manager. Balai Budidaya Air Payau Jepara.
- ..... . 1990. Petunjuk Pelaksanaan Pengelolaan Budidaya Udang Di Pertambakan Dalam Usaha Pengendalian Penyakit. Direktorat Jenderal Perikanan dan Puslitbang Pertanian, Dept. Pertanian. Jakarta.
- ..... . 1991. Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian Republik Indonesia. No. 6 Vol. X111.
- Burhan. 1987. Pengaruh Zeolite Dengan Tiga Aktivasi Dalam Sistim Resirkulasi Terhadap Kelangsungan Hidup Udang Windu (Penaeus monodon Fab). Karya Ilmiah. Fakultas Perikanan IPB, Bogor.
- Baticados, M.C.L. 1988. Typical Prawn Desease Cause, Prevention, and Treatment, P. 134-143, in Y.N. Chiu. L.M. Santoso and R.O. Juliano Management and Operations of Intensive Prawn Fram. U.P Aquaculture Society. Iloilo City. Philippines.



- Cholik, F dan A. Poernomo. 1987. Pengelolaan Mutu Air Tambak Untuk Budidaya Udang Intensif. Balai Penelitian Budidaya Pantai, Maros.
- Emodi, A. 1978. Carotenoid Properties and Applications. Food Technology 24. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Effendie, M.I. 1979. Metode Biologi Perikanan. Yayasan Dwi Sri Bogor.
- Fennema, O.R. 1976. Principle of Food Science. Food Chemistry. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Gillies, M.T. 1975. Shrimp in Fish and Shellfish Processing. Park Ridge, New Jersey.
- Hastuti, W.C. Kokarkin dan M.L. Murdjana. 1987. Teknologi Pemeliharaan Larva. INFIS Manual Seri No. 52. Dirjen Perikanan, Dep. Pertanian, Jakarta.
- Handojo, J. 1990. Pengujian Pigmen Karotenoid pada Udang Windu. Praktek Lapang S1, Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian, Unhas, Ujung Pandang.
- Karrer, P. and E. Jucker. 1950. Carotenoid. Elsvier Publishing Company, Inc. Amsterdam.
- Kompiang, I.P.K.L Simpson and F, Cholik, 1989. The Blue Shrimp Sindrom. The Indonesia National Integrate IAD Journal Vol. II no. 3 hal 33-35.
- Katayama, T., T. Kunisaki, M. Shimaya. 1973. Dalam Simpson, K.L. 1982. Carotenoid Pigments in Seafood. In Chemistry and Biochemistry of Marine Food Products. Flick, G.J., C.E. Hebart, D.R. Ward (Editor). Avi Publ. Coy, Westport, Connecticut.
- Murakami, Y. 1974. A Study on How to Improve the Color of Cultured Sea Bream. In Fisheries in Japan Sea Bream.
- Martosudarmo, B. 1977. Hutan Bakau dan Penanganannya dalam Perikanan Udang. Seminar II Perikanan Udang Penaeid. Direktorat Jendral Perikanan, Departemen Pertanian, Jakarta.
- Martosudarmo, B dan B.S. Ranumihardjo. 1980. Biologi Udang Penaeid. Dalam Pedoman Pembenihan Udang Penaeid. Direktorat Jendral Perikanan, Departemen Pertanian, Jakarta.

- Mujiman, A. dan R. Suyanto. 1989. *Budidaya Udang Windu*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Manik, R. dan K. Mintardjo. 1980. *Kolam Ipuhan*. Dalam *Pedoman Pembenihan Udang Penaeid*. Dirjen Perikanan, Departemen Pertanian, Jakarta.
- Nazir, M. 1983. *Metode Penelitian*. Ghalia Indonesia Bogor.
- Poernomo, A. 1979. *Budidaya Udang di Tambak*. Dalam *Udang, Biologi, Potensi, Budidaya, Produksi dan Udang sebagai Makanan di Indonesia*. Proyek Penelitian Potensi Sumberdaya Ekonomi, Lon-Lipi, Jakarta.
- Stoter, T.L. R.C. Usinger, R.C. Stebbin and J.W. Nybakken. 1978. *General Zoology*. Fifth Edition, Tata McGraw Hill Company. New Delhi.
- Simpson, 1981. *Carotenoids in Fish Feed in Baurenfein Carotenoids as Food Coloration*. Acad. Press New York.
- Simpson, K.L. 1982. *Carotenoid Pigments in Seafood*. In *Chemistry and Biochemistry of Marine Food Products*. Flick, G.J., C.E. Hebart, D.R. Ward (Editor). Avi Publ. Coy, Westport, Connecticut.
- Soetomo, M. 1989. *Teknik Budidaya Udang Windu*. Sinar Baru, Bandung.
- Sadullah, D. 1990. *Penggunaan Furazolidon dalam Menaggulangi Bakteri Penyebab Penyakit Udang Menyala (*Vibrio* sp) pada Larva Udang Windu (*Penaeus monodon*) Skripsi*. Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjajaran, Bandung.
- Syahrul. 1990. *Pengaruh Aktivasi Zeolite Alami Terhadap Media Kultur serta Pertumbuhan dan Derajat Kelangsungan Hidup Pasca Larva Udang Windu (*Penaeus monodon* F)*. Skripsi. Jurusan Perikanan Fakultas Pertanian, Universitas Padjajaran, Bandung.
- Toro, V dan A. Kinarti. 1979. *Udang*. Proyek Penelitian Sumberdaya Ekonomi, Lembaga Oceanologi-LIPI, Jakarta.
- Tanjung, A.F. 1991. *Percontohan Pemanfaatan Zeolite untuk Budidaya Udang Windu (*Penaeus monodon* Fabr)*. Karya Ilmiah. Fak. Perikanan IPB, Bogor.
- yo, T.H.S. 1975. *Pengelolaan Kualitas Air*. Proyek Peningkatan Mutu Perguruan Tinggi, IPB.

Lampiran 1. Uji Normalitas Ragam Data Perubahan Warna Udang Windu Selama Penelitian.

X	$X_i - X$	$(X_i - X)^2$	$(X_i - X)^3$	$(X_i - X)^4$
10,0250	4,6457	21,5825	100,2658	465,8048
10,0250	4,6457	21,5825	100,2658	465,8048
10,0250	4,6457	21,5825	100,2658	465,8048
0,7071	-4,6722	21,8295	-101,9918	476,5261
5,0497	-0,3296	0,1086	-0,0358	0,0118
0,7071	-4,6722	21,8295	-101,9918	476,5261
0,7071	-4,6722	21,8295	-101,9918	476,5261
5,0497	-0,3296	0,1086	-0,0358	0,0118
5,0497	-0,3296	0,1086	-0,0358	0,0118
7,1063	1,7270	2,9825	5,1508	8,8954
5,0497	-0,3296	0,1086	-0,0358	0,0118
5,0497	-0,3296	0,1086	-0,0358	0,0118

$$X = 5,3793 \quad s_1 = 1,7519 \quad s_2 = -36,9965 \quad s_3 = 74,7074 \quad s_4 = -697,2609$$

$$K_1 = s_1/n = 1,7519/12 = 0,1460$$

$$K_2 = s_2/n-1 = -36,9965/11 = -3,3633$$

$$K_3 = s_3/(n-1)(n-2) = 74,7074/110 = 0,6792$$

$$K_4 = \frac{n(n-1) \cdot s_4 - 3(n-1) \cdot s_2^2/n}{(n-1)(n-2)(n-3)} = -96,7702$$

$$E_1 = K_3 / (K_2 \cdot \sqrt{K_2}) = 0,1101$$

$$E_2 = K_4 / K_2^2 = -8,5548$$

Lampiran 2. Uji Homogenitas Ragam Data Perubahan Warna Udang Windu Selama Penelitian.

Perlakuan	db	1/db	$S_i^2$	$\log S_i^2$	db $\log S_i^2$
A	2	0,5	0	-	0
B	2	0,5	$5 \cdot 10^{-9}$	-8,301	-16,602
C	2	0,5	$5 \cdot 10^{-9}$	-8,301	-16,602
D	2	0,5	$5 \cdot 10^{-9}$	-8,301	-16,602
Total	8			-24,903	-49,806

$$S^2 = (\sum (n_i - 1) \cdot S_i^2) / \sum (n_i - 1)$$

$$= 3 \cdot 10^{-9}$$

$$\log S^2 = \log 3 \cdot 10^{-9} = -8,4260$$

$$B = (\log S^2) \sum (n_i - 1)$$

$$= -67,408$$

$$X^2 = (\ln 10) (B - \sum (n_i - 1) \log S_i^2)$$

$$= 0$$

$$X^2 (0,05) (3) = 7,81$$

Sehingga  $X^2 < 7,81$  ; ----> ragam data bersifat homogen

$$s_{g_1} = \frac{6n(n-1) \cdot 2}{(n-3)(n-2)(n+3)(n+5)}$$

$$= 0,0690$$

$$s_{g_2} = \frac{24n(n-1) \cdot 2}{(n-3)(n-2)(n+3)(n+5)}$$

$$= 0,2760$$

$$t_1 = g_1/s_{g_1} = \frac{0,1101}{0,0690}$$

$$= 1,5957$$

$$t_2 = g_2/s_{g_2} = \frac{-8,5548}{0,2760}$$

$$= -30,9957$$

$$t_{\text{tabel}}(0,05)(12) = 2,170 ; t_{\text{tabel}}(0,01)(12) = 3,055$$

$t_1$  dan  $t_2 < t_{\text{tabel}}$ , - -  $\rightarrow$  ragam data menyebar normal

Lampiran 3. Hasil Pengamatan Persentase Perubahan warna Udang Biru Menjadi Udang Normal Selama Penelitian.

P	n	Jumlah	Persentase Perubahan Warna
A	1	4	100,0%
	2	4	100,0%
	3	4	100,0%
Rata-rata		4	100,0%
B	1	0	0%
	2	1	25%
	3	0	0%
Rata-rata		0,33	8,33%
C	1	0	0%
	2	1	25%
	3	1	25%
Rata-rata		0,67	16,67%
D	1	2	50%
	2	1	25%
	3	1	25%
Rata-rata		1,33	33,33%

Keterangan : P = Perlakuan  
n = Ulangan

Lampiran 4. Analisis Sidik Ragam Perubahan Warna Udang Windu Selama Penelitian.

Sumber Keragaman	db	JK	KT	$F_{hit}$	$F_{tabel}$	
					0,05	0,01
Perlakuan	3	105,796942	35,265647	10,09**	4,07	7,59
Sisa	8	27,964405	3,495551			
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>133,761353</b>				

Keterangan : \* \* = berpengaruh sangat nyata

Uji BNT antar Perlakuan

Perlakuan	Nilai tengah	Selisih			BNT	
		(A-x)	(D-x)	(C-x)	0,05	0,01
A	10,0250 <sup>a</sup>	-	-	-	3,520	5,121
D	5,7352 <sup>b</sup>	4,290*	-	-		
C	3,6022 <sup>c</sup>	6,423**	2,133 <sup>ns</sup>	-		
B	2,1546 <sup>c</sup>	7,87**	3,58*	1,447 <sup>ns</sup>		

Keterangan : \*\* = Berbeda sangat nyata ( $P < 0,01$ )

\* = Berbeda nyata ( $P < 0,05$ )

ns = Tidak berbeda nyata

Lampiran 5. Uji Normalitas Ragam Data Laju  
Pertumbuhan Mutlak Udang Windu Selama  
Penelitian.

X	$X_i - X$	$(X_i - X)^2$	$(X_i - X)^3$	$(X_i - X)^4$
14,16	4,073	16,589	67,567	275,200
11,68	1,593	2,538	4,043	6,441
12,88	2,793	7,801	21,788	60,854
8,40	-1,687	2,846	-4,801	8,099
4,80	-5,287	27,952	-147,782	781,325
6,96	-3,127	9,778	-30,576	95,661
4,56	-5,527	30,548	-168,839	933,172
6,72	-3,367	11,337	-38,172	128,524
3,60	-6,487	42,081	-272,979	1770,818
16,96	6,873	47,238	-324,667	2231,435
14,24	4,153	17,247	71,627	297,466
16,08	5,993	35,916	215,245	1289,961

$$X = 10,087 \quad S_1 = 4,78022 \quad S_2 = 15,35133 \quad S_3 = -329,2372 \quad S_4 = 755,6437$$

$$K_1 = S_1/n = 4,78022/12 = 0,398352$$

$$K_2 = S_2/n-1 = 15,35133/11 = 1,395575455$$

$$K_3 = S_3/(n-1)(n-2) = -2,9931$$

$$K_4 = \frac{n(n-1) S_4 - 3(n-1) S_2^2/n}{(n-1)(n-2)(n-3)}$$

$$= -100,098$$



$$g_1 = K_3 / (K_2 \sqrt{K_2})$$

$$= -1,815479055$$

$$g_2 = K_4 / K_2^2$$

$$= -51,395$$

$$sg_1 = \frac{6n \cdot (n-1) \cdot 2}{(n-3)(n-2)(n+3)(n+5)} = 0,069$$

$$sg_2 = \frac{24n \cdot (n-1) \cdot 2}{(n-3)(n-2)(n+3)(n+5)} = 0,276$$

$$t_1 = g_1 / sg_1 = -0,038$$

$$t_2 = g_2 / sg_2 = -0,005$$

$$t_{\text{tabel}}(0,05)(12) = 2,170 ; t_{\text{tabel}}(0,01)(12) = 3,055$$

$$t_1 \text{ dan } t_2 < t_{\text{tabel}} \text{ ----> ragam data normal}$$

Lampiran 6. Uji Homogenitas Ragam Data Pertumbuhan Mutlak Udang Windu Selama Penelitian.

Perlakuan	db	1/db	$S_1^2$	$\log S_1^2$	db $\log S_1^2$
A	2	0,5	0,5	-0,301	-0,602
B	2	0,5	0	-	-
C	2	0,5	0	-	-
D	2	0,5	0	-	-
Total	8		0,5	-0,301	-0,602

$$S^2 = \frac{\sum (n_i - 1) S_1^2}{\sum (n_i - 1)}$$

$$= 0,125$$

$$\log S^2 = \log 0,125 = -0,90309$$

$$B = (\log S^2) \sum (n_i - 1)$$

$$= -7,22472$$

$$X^2 = (\ln 10) ( B - \sum (n_i - 1) \log S_1^2 )$$

$$= 0$$

$$X^2(0,05) (3) = 7,81$$

$X^2$  hitung <  $X^2$  tabel (0,05) - -  $\rightarrow$  ragam data homogen





Lampiran 7. Analisis Sidik Ragam Pertumbuhan Mutlak  
Udang Windu Selama Penelitian.

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F <sub>hit</sub>	F <sub>tabel</sub>	
					0,05	0,01
Perlakuan	3	233,268800	77,756267	33,44**	4,07	7,59
Sisa	8	18,602667	2,325333			
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>251,1871467</b>				

Keterangan : \*\* = Berbeda sangat nyata

Uji BNT antar perlakuan

Perlakuan	Nilai tengah	Selisih			BNT	
		(D-x)	(A-x)	(B-x)	0,05	0,01
D	15,76 <sup>a</sup>	-			2,8712	4,17724
A	12,91 <sup>a</sup>	2,85 <sup>ns</sup>	-			
B	6,72 <sup>b</sup>	9,04 <sup>**</sup>	6,19 <sup>**</sup>	-		
C	4,96 <sup>b</sup>	10,8 <sup>**</sup>	7,95 <sup>**</sup>	1,76 <sup>ns</sup>		

Keterangan : \*\* = berbeda sangat nyata

Jadi perlakuan D berbeda sangat nyata ( $P < 0,01$ ) lebih besar dari perlakuan C dan B tetapi tidak berbeda nyata dari perlakuan A.

Lampiran 8. Perkembangan Perubahan Warna Udang  
Windu dari Biru Ke Normal Selama  
Penelitian Berlangsung.

P	n	Minggu Ke			
		I	II	III	IV
A	1	1 ekor	3 ekor	-	-
	2	2 ekor	2 ekor	-	-
	3	1 ekor	3 ekor	-	-
Jumlah		4 ekor	8 ekor	-	-
B	1	-	-	-	-
	2	-	-	-	1 ekor
	3	-	-	-	-
Jumlah		-	-	-	1 ekor
C	1	-	-	-	-
	2	-	-	1 ekor	-
	3	-	-	1 ekor	-
Jumlah		-	-	2 ekor	-
D	1	-	-	2 ekor	-
	2	-	-	1 ekor	-
	3	-	-	1 ekor	-
Jumlah		-	-	4 ekor	-

Keterangan : P = Perlakuan  
n = Ulangan

Lampiran 9. Hasil Pengukuran Parameter Kualitas Air Pada Setiap Unit Percobaan Selama Penelitian.

Perlakuan	Parameter	Kisaran
A	Suhu air ( $^{\circ}\text{C}$ )	26 - 29
	Salinitas (%)	34 - 37
	$\text{O}_2$ terlarut (ppm)	4 - 5,7
	Derajat keasaman	7 - 7,2
	Amoniak	0,045-0,084
B	Suhu air ( $^{\circ}\text{C}$ )	25 - 30
	Salinitas (%)	34 - 37
	$\text{O}_2$ terlarut (ppm)	4,13- 6,4
	Derajat keasaman	6,8- 7,2
	Amoniak	0,038- 0,087
C	Suhu air ( $^{\circ}\text{C}$ )	26 - 31
	Salinitas (%)	34 - 38
	$\text{O}_2$ terlarut	4,23 - 5,28
	Derajat keasaman	6,8 - 7,1
	Amoniak	0,058-0,093
D	Suhu air ( $^{\circ}\text{C}$ )	25 - 31
	Salinitas (%)	35 - 38
	$\text{O}_2$ terlarut (ppm)	4,35- 6,32
	Derajat keasaman	7 - 7,1
	Amoniak	0,0047-0,028 0,028

## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kotamadya Ujung Pandang pada tanggal 22 Agustus 1969. Anak ke tiga dari enam bersaudara, Ayah bernama Marthen Tupa dan Ibu bernama Damaris Duma. Tamat di sekolah dasar Aloysius Kecamatan Makassar tahun 1983 ; Tamat Sekolah Menengah Pertama Negeri 5 Ujung Pandang tahun 1986; Tamat Sekolah Menengah Atas Prater Filial Ujung Pandang tahun 1989.

Melalui seleksi UMPN tahun 1989, penulis boleh melanjutkan pendidikan di perguruan tinggi negeri yaitu Universitas Hasanuddin pada Jurusan Perikanan Fakultas Peternakan dan Perikanan. Pada tahun 1990 penulis memilih spesialisasi Budidaya Perairan.

Selama mengikuti perkuliahan empat mengikuti berbagai kegiatan yang sifatnya ekstrakurikuler antara lain : Menjadi Pengurus Badan Perwakilan Mahasiswa (BPM) tingkat Fakultas tahun 1993, menjadi pengurus GMKI Komisariat Pertanian 1990/1994, menjadi Pengurus Persekutuan Pemuda Gereja Toraja Jemaat Bara-baraya periode 1990/1994 dan pengurus KBMK (Keluarga Besar Mahasiswa Kristen) Fakultas Peternakan dan Perikanan Universitas Hasanuddin periode 1990/1992 dan periode 1993/1995.