

**PEMANFAATAN EKSTRAK LIMBAH COLD STORAGE
UDANG WINDU SEBAGAI BIOENKAPSULAN
KAROTENOID NAUPLIUS *Artemia***



MARLAN



PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS HASANUDDIN	
Tgl. Terima	16-8-03
As-Orig	Setoran
Banyaknya	1 (Satu)
Harga	-
No. Inventaris	030816.091
No. Stok	15838

**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2003**

**PEMANFAATAN EKSTRAK LIMBAH COLD STORAGE
UDANG WINDU SEBAGAI BIOENKAPSULAN
KAROTENOID NAUPLIUS *Artemia***

MARLAN

**Skripsi Sebagai Salah Satu untuk Memperoleh Gelar Sarjana
pada
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan
Universitas Hasanuddin Makassar**

**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2003**

Judul Skripsi : PEMANFAATAN EKSTRAK LIMBAH COLD STORAGE
UDANG WINDU SEBAGAI BIOENKAPSULAN
KAROTENOID NAUPLIUS *Artemia*
Nama : MARLAN
Stambuk : L 221 97 002
Program Studi : BUDIDAYA PERAIRAN

Skripsi Telah Diperiksa dan Disetujui oleh :



Ir. Muh. Yusri Karim, M.Si.
Pembimbing Utama



Ir. Hasni Y. Azis, MP.
Pembimbing Anggota

Diketahui oleh:



Ir. H. Hamzah Sunusi, M.Sc.
Dekan Fak. Ilmu Kelautan dan Perikanan
Universitas Hasanuddin



Dr. Ir. Edison Saade, M.Sc.
Ketua Program Studi

Tanggal Lulus, 7 Juli 2003

RINGKASAN

Marlan. Pemanfaatan Ekstrak Limbah Cold Storage Udang Windu sebagai Bioenkapsulan Karotenoid Nauplius *Artemia*, (Dibawah Bimbingan Muh. Yusri Karim sebagai Ketua dan Hasni Y. Azis sebagai Anggota).

Penelitian ini dilaksanakan di Unit Hatchery Balai Budidaya Air Payau, Takalar, pada bulan November 2001 sampai Januari 2002. Tujuannya untuk mengetahui pengaruh dosis dan lama pengkayaan karotenoid yang diekstraksi dari limbah cold storage udang windu terhadap kandungan karotenoid nauplius *Artemia*. Hasilnya diharapkan menjadi salah satu informasi tentang teknik peningkatan nutrisi dengan pemanfaatan ekstrak limbah cold storage udang windu sebagai bahan bioenkapsulan.

Hewan uji yang digunakan adalah nauplius *Artemia* dengan kepadatan 300.000 ind/L yang diperkaya dengan emulsi karotenoid hasil ekstraksi limbah cold storage udang windu. Nauplius *Artemia* diperkaya dengan dosis yang berbeda, yaitu D1 (5 gram), D2 (10 gram) dan D3 (15 gram) dan lama pengkayaan yang berbeda yaitu : T1 (8 jam), T2 (16 jam) dan T3 (24 jam). Penelitian menggunakan wadah berbentuk kerucut bervolume 1,5 liter sebanyak 27 unit yang diisi media air 1 liter dan dilengkapi dengan aerasi. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) berpoli faktorial dengan dua faktor serta tiga ulangan yang dilanjutkan dengan uji berjarak duncan.

Peubah yang diukur adalah penambahan kandungan karotenoid naupliuis *Artemia*. Pengukuran dilakukan sebelum dan sesudah pengkayaan dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 468 nm yakni melalui persamaan $C \text{ (mg/g)} = A_{468} \times V \text{ ekstrak} / 0,2 \text{ W contoh}$.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis karotenoid berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap penambahan kandungan karotenoid nauplius *Artemia* sedangkan lama pengkayaan berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$). Akan tetapi interaksi antara dosis dan

lama pengkayaan tidak berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap penambahan kandungan karotenoid nauplius *Artemia*.

Karotenoid yang terserap oleh nauplius *Artemia* tertinggi didapatkan pada dosis 10 gram dengan lama pengkayaan 24 jam dan terendah didapatkan pada dosis 5 gram dengan lama pengkayaan 8 jam.



RIWAYAT HIDUP

Marlan. Dilahirkan pada tanggal 14 Januari 1979 di Desa Rata, Kecamatan Toili, Kabupaten Banggai Sulawesi Tengah dari Ayah Ma'alam La Ode Mangkute dan Nuraeni To Fazaari merupakan anak pertama dari enam bersaudara

Jenjang pendidikan yang telah ditempuh mulai dari SDN Rata tamat 1985, kemudian berturut turut menyelesaikan studi pada SMPN 4 Toili 1994, dan SMUN 1 Toili 1997. Pada tahun 1997 penulis diterima masuk Perguruan Tinggi Negeri dan diterima sebagai mahasiswa pada program studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin Makassar.

Selama menjalani kegiatan akademik penulis aktif dalam berbagai kegiatan diantaranya : mengikuti Praktek Kerja Lapangan (PKL) di Balai Karantina Ikan Hasanuddin Makassar tahun 2002, sebagai relawan pada Bulan Sabit Merah Indonesia, Peserta Training For Fisheries Monitoring yang diadakan oleh Yayasan WWF Indonesia-Waliacea Program di Makassar pada bulan Maret tahun 2001, dan selanjutnya mengikuti survei Perikanan Ikan Hias dan Terumbu Karang pada bulan Juli sampai Agustus 2001 di Sulawesi Selatan.

Penulis juga aktif dalam kegiatan kemahasiswaan diantaranya : Anggota Himpunan Mahasiswa Islam (HMI Komisariat Perikanan UNHAS), Pengurus Ikatan Mahasiswa Muhamadiyah (IMM) Cabang Makassar, Pengurus Himpunan Mahasiswa Budidaya Perairan (BDP) tahun 1999 -2000, Ketua Umum Aquatic Study Club Makassar (ASCM) periode 1999-2000.



KATA PENGANTAR

Bismillahi Rahmani Rahim

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas berkat rahmat dan hidayah-Nya jugalah sehingga skripsi yang sangat sederhana ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya dengan judul "Pemanfaatan Ekstrak Limbah Cold Storage Udang Windu Sebagai Bioenkapsulan Karotenoid Nauplius *Artemia*". Skripsi ini merupakan tugas akhir dalam menyelesaikan studi pada Jurusan Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin Makassar.

Skripsi ini tentunya tidak dapat terselesaikan tanpa adanya dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu, ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya penulis sampaikan kepada Ayahanda Ma'alam La Ode Mangkute dan Ibunda Nuraeni To Fazauri serta atas curahan dan kasih sayang, doa dan dukungan yang tak terhingga sehingga penulis dapat menyelesaikan kuliah hingga tugas akhir yaitu skripsi ini.

Terima kasih pula penulis sampaikan kepada yang terhormat :

1. Bapak Ir. Muh. Yusri Karim, M. Si, sebagai pembimbing utama yang telah banyak memberikan bantuan fasilitas serta dukungan, bimbingan dan arahan hingga penyusunan skripsi ini terselesaikan.
2. Ibu Ir. Hasni Y Azis, M.Pi. sebagai pembimbing anggota
3. Bapak pimpinan Fakultas, Jurusan, dan staf pengajar serta pegawai administrasi yang telah membantu penulis selama mengikuti pendidikan di Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin Makassar

4. Bapak Dr.Ir. Alexander Rante Tondok M. Fish.Sc. selaku penasehat akademik yang membimbing dan memberi motivasi kepada penulis dalam pelaksanaan kegiatan akademik.
5. Bapak Kepala Balai Budidaya Air Payau Takalar dan seluruh staf atas bantuan fasilitas yang diberikan selama penulis melaksanakan penelitian di Balai Budidaya Air Payau Takalar.
6. Temanku yang baik Moh. Zamrut Alfian, S.Pi, Irwan Usman, S.Pi, Umarrifai, S.Pi, Hj. Afriani S.Pi, , Zulfi Khadijah Rajab, S.Pi dan Asriati, S.Pi atas kebersamaan, kesabaran dan bantuannya selama penelitian
7. Sahabatku Kanda Syahrul S.Pi, Andi Almah S.Pi, Safri L, S.Pi, Ismail Khana S.Pi, Sugandi, Aras Syasili S.Pi, Muhlis, Tri Wiyanto serta teman-teman ASCM dan Angkatan Fish 97 yang tidak sempat penulis sebut satu persatu

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, namun demikian penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan informasi berharga dalam bidang perikanan dan senantiasa merndapat ridha dari Allah SWT.

Makassar, Agustus 2003.

Marlan

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	
PENDAHULUAN	
Latar Belakang	1
Tujuan dan Kegunaan	2
TINJAUAN PUSTAKA	
Biologi <i>Artemia</i>	3
<i>Artemia</i> sebagai Pakan	6
Karotenoid	8
METODE PENELITIAN	
Waktu dan Tempat	11
Bahan dan Alat	11
Rancangan Percobaan	11
Prosedur Penelitian	12
Pengukuran Peubah	15
Analisis Data	15
HASIL DAN PEMBAHASAN	
Kandungan Karotenoid Nauplius <i>Artemia</i>	16
Kualitas Air	19
KESIMPULAN DAN SARAN	
Kesimpulan	20
Saran	20
DAFTAR PUSTAKA	21
LAMPIRAN	24

DAFTAR TABEL

Nomor

Halaman

Teks

1. Rata-rata Kandungan Karotenoid (mg/g) Nauplius *Artemia* setiap Perlakuan pada Akhir Percobaan 18

Lampiran

1. Kandungan Emulsi Karotenoid Sebelum dan Sesudah Pengkayaan Nauplius *Artemia* 26
2. Kandungan Karotenoid (mg/g) yang Diserap oleh Nauplius *Artemia* Setelah Diperkaya dengan Dosis (g) dan Lama Pengkayaan yang Berbeda 27
3. Hasil Analisis Ragam Kandungantrasi Emulsi Karotenoid (ppm) yang Diserap oleh Nauplius *Artemia* pada Dosis (g) dan Lama Pengkayaan yang Berbeda 28
4. Hasil Uji Jarak Berganda Duncan Kandungan Karotenoid Nauplius *Artemia* 28
5. Hasil Pengukuran Kualitas Air Sejama Penelitian 29

DAFTAR GAMBAR

Nomor	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Marfologi Nauplius <i>Artemia</i>	5
2.	Marfologi <i>Artemia</i> Dewasa	6
3.	Tahapan Penetasan Kista <i>Artemia</i>	7
4.	Senyawa Karotenoid Utama	11
5.	Struktur Molekul Senyawa Santofil	12
6.	Tata Letak Satuan Percobaan Setelah Pengacakan	14



PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pencapaian target Protekan 2003 memerlukan suatu upaya pemberdayaan semua potensi perikanan yang ada. Potensi akuakultur memegang peranan penting untuk dikembangkan, hal ini disebabkan potensi di bidang penangkapan menunjukkan adanya penurunan, terutama di beberapa daerah karena telah terjadi over fishing. Di sisi lain, beberapa komoditi akuakultur seperti kerapu, kakap, kepiting dan sebagainya masih mengalami kendala dalam pemberdayaannya terutama dalam penyediaan benih (pembenihan) dalam jumlah dan kualitas yang cukup serta kesinambungannya. Hal ini terutama disebabkan rendahnya sintasan pada stadia larva, akibat mutu pakan yang rendah (Yunus dkk. 1996) sehingga mudah terinfeksi virus dan bakteri..

Salah satu bahan yang diduga dapat meningkatkan sintasan larva adalah karotenoid. Karotenoid merupakan zat warna yang penyebarannya di alam sangat luas mulai dari bakteri yang paling primitif dan ganggang biru-hijau sampai pada tumbuhan berbunga yang paling maju, dari organisme selluler sampai pada hewan menyusui (Latscha 1990). Pigemen karotenoid memiliki beberapa peranan penting diantaranya adalah sebagai sumber vitamin A, memiliki kemampuan menyerap dan memantulkan radiasi yang merusak tubuh hewan, serta mampu menstabilkan oksigen yang bersifat reaktif (Muller dkk 1980). Berdasarkan penelitian yang dilakukan

oleh Chein dan Jeng (1992), diketahui bahwa penambahan karotenoid dalam pakan dapat meningkatkan sintasan larva udang windu.

Pengaplikasian karotenoid dalam pakan masih terbatas dilakukan karena masih diimpor dari luar negeri, dan harganya relatif mahal. Akan tetapi, dengan menggunakan teknologi yang sederhana, karotenoid dapat diisolasi dari bahan buangan krustasea (kepiting maupun udang) (Shahidi dan Synowiecki 1991). Di Sulawesi Selatan, kepala udang merupakan limbah cold storage dan susah penanganannya karena sifatnya yang cepat membusuk (Palinggi dkk. 1998), yang jumlahnya mencapai 2.025,8 ton/tahun (Palinggi 2000). Sementara itu limbah kepala udang windu potensial untuk dijadikan bahan karotenoid

Artemia merupakan salah satu jenis pakan alami yang dibutuhkan pada pemeliharaan larva karena kandungan nutrisinya yang tinggi dan mudah diperoleh. Seperti hewan pada umumnya, *Artemia* tidak dapat mensintesis sendiri karotenoid dalam tubuhnya, sehingga kebutuhan akan karotenoid harus diperoleh melalui pakannya. Oleh karena *Artemia* bersifat *non selektif filter feeder* (Isnansetyo dan Kurniastuty 1995), sehingga peningkatan kandungan karotenoidnya dapat dilakukan antara lain dengan cara bioenkapsulasi. Untuk mengetahui kejelasan dan informasi tentang kandungan karotenoid nauplius *Artemia* dan pemanfaatan limbah cold storage udang windu sebagai bioenkapsulan maka perlu diteliti.



Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dosis dan lama pengkayaan terhadap kandungan karotenoid nauplius *Artemia* hasil bioenkapsulasi dengan karotenoid yang diekstraksi dari limbah kepala udang. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang lama waktu dan dosis pengkayaan yang baik bagi Nauplius *Artemia* dapat menyerap karotenoid .

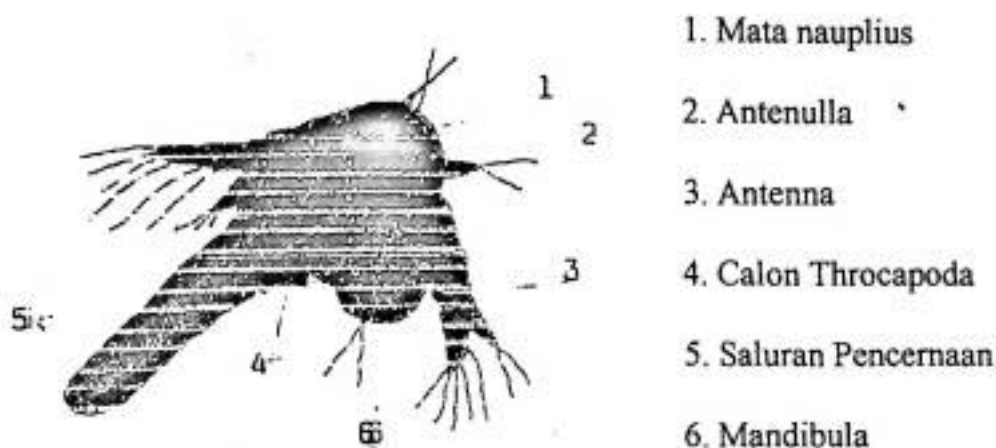
TINJAUAN PUSTAKA

Biologi Artemia

Artemia merupakan bangsa udang – udangan yang diklasifikasikan sebagai berikut :

- Phlum : Arthropoda
Kelas : Crustacea
Sub kelas : Branchiopoda
Ordo : Anostraca
Famili : Artemidae
Genus : Artemia
Spesies : *Artemia* spp (Bougis 1979 dalam Sorgeloos 1980)

Artemia yang baru menetas disebut dengan nauplius. Nauplius berwarna orange, berbentuk bulat lonjong dengan panjang sekitar 170 mikron dan bobot 0,002 miligram. Ukuran tersebut sangat bervariasi tergantung strainnya. Nauplius *Artemia* mempunyai sepasang antenulla dan sepasang antena. Antenulla berukuran lebih kecil dan pendek dibandingkan dengan antena. Diantara antenulla terdapat bintik mata yang disebut ocellus. Sepasang mandibulla rudimeter terdapat di belakang antena, sedangkan labrum (semacam mulut) terdapat di bagian ventral (Isnansetyo dan Kurniastuty 1995).



1. Mata nauplius
2. Antenulla
3. Antenna
4. Calon Throcapoda
5. Saluran Pencernaan
6. Mandibula

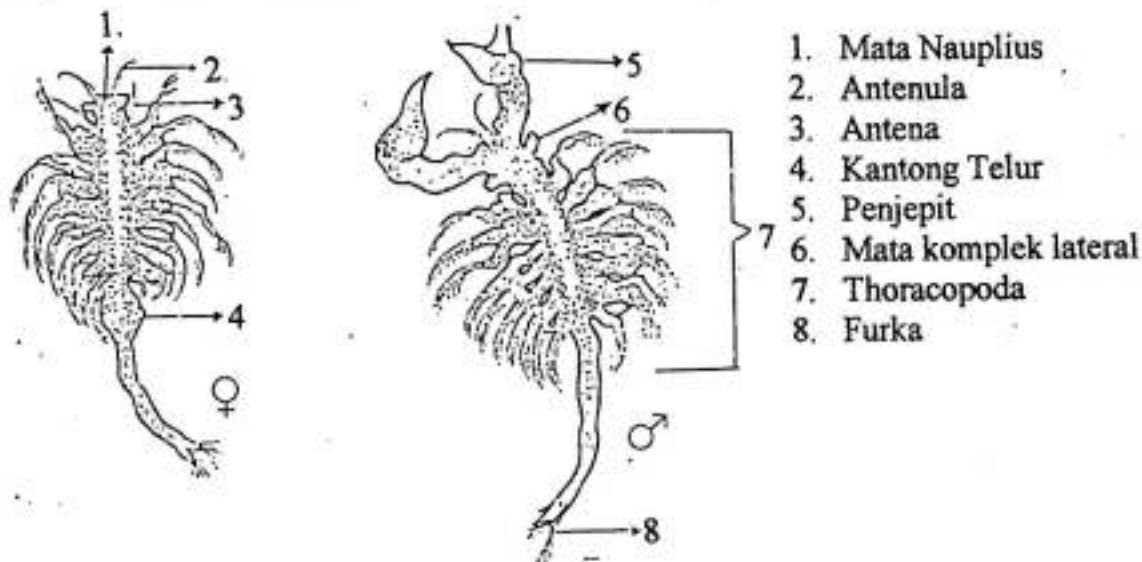
Gambar 1. Morfologi Nauplius *Artemia* (Sorgeloos 1980)

Nauplius *Artemia* mengalami lima belas kali ganti kulit hingga menjadi dewasa. *Artemia* mulai mengambil pakan setelah cadangan makanannya berupa kuning telur habis. Saat instar kedua, pada pangkal antena tumbuh antena gnathobasen setae yang menyerupai duri menghadap ke belakang. Perubahan morfologis yang sangat mencolok terjadi setelah masuk instar X. Antena mengalami perubahan sesuai dengan jenis kelaminnya. Thoracopoda mengalami diferensiasi menjadi tiga bagian yaitu telopodite/eksopodite yang berfungsi sebagai penyaring makanan, endopodite yang berfungsi sebagai alat renang, dan epipodite yang berfungsi sebagai alat pernafasan (Isnansetyo dan Kurniastuty 1995).

Artemia bersifat sebagai pemakan segala atau omnivora, makan berupa plankton, detritus, dan partikel halus yang dapat masuk ke dalam mulutnya. *Artemia* dalam mengambil makanan bersifat penyaring tidak selektif (*non selektif filter feeder*) (Sargeloos. 1980).



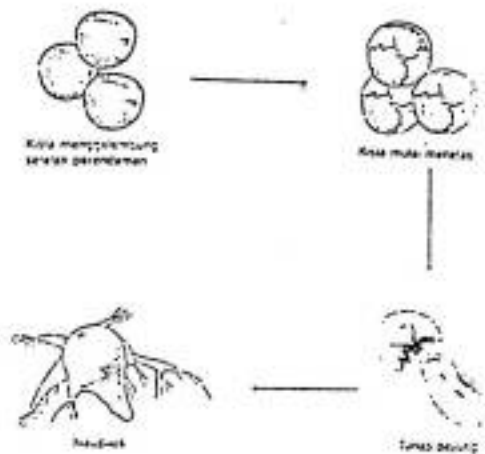
Menurut cara reproduksinya, *Artemia* ada yang bersifat biseksual yaitu berkembang biak secara seksual dan ada yang bersifat partenogenetik yaitu berkembang biak secara partenogenetik, yakni betina menghasilkan telur atau nauplius tanpa adanya pembuahan (Lavens 1991).



Gambar 2. Morfologi *Artemia* Dewasa (Sargeloos 1980)

Artemia Sebagai Pakan

Artemia diperjualbelikan dalam bentuk kista. Kista yang berkualitas baik akan menetas sekitar 18 – 24 jam apabila diinkubasikan dalam air bersalinitas 5 – 70 ppt. Ada beberapa tahapan proses penetasan *Artemia* yaitu tahap hidrasi, tahap pecah cangkang, dan tahap pengeluaran. Pada tahap hidrasi terjadi penyerapan air sehingga kista yang diawetkan dalam bentuk kering akan menjadi bulat dan aktif bermetabolisme. Tahapan selanjutnya adalah tahap pecah cangkang dan disusul dengan tahap payung yang terjadi beberapa saat sebelum nauplius keluar dari cangkang (Isnansetyo dan Kurniastuty 1995).



Gambar 3. Tahapan Penetasan Kista Artemia (Sogeloos 1980)

Dobbeleir dkk. (1980) menyatakan bahwa nauplius *Artemia* banyak digunakan sebagai pakan pada pemeliharaan larva ikan dan udang karena mengandung asam lemak esensial yang merupakan faktor pembatas utama dalam pakan ikan laut dan krustasea dan kandungan protein kasar *Artemia* sekitar 58%. Selanjutnya Kontara (2001) menyatakan bahwa *Artemia* dapat diberikan sesuai ukuran ikan maupun krustacea yang memangsanya. Selain itu, eksoskeletonnya sangat tipis menyebabkan seluruh tubuhnya dapat dicerna oleh hewan yang memangsanya.

Seperti hewan pada umumnya, *Artemia* tidak dapat mensintesa sendiri karotenoid dalam tubuhnya, sehingga karotenoid harus diperoleh dari pakan yang dimakannya. *Artemia* bersifat pemakan segala atau omnivora dan dalam mengambil makanannya bersifat penyaring tidak selektif (*non selektif filter feeder*), sehingga apa kualitas nutrisinya tergantung dari kualitas media hidupnya (Sargeloos 1980).

Oleh sebab itu, untuk meningkatkan kandungan karotenoid nauplius *Artemia* dapat dilakukan dengan cara bioenkapsulasi (Dobbelier dkk. 1980).

Upaya peningkatan kandungan nutrisi yang dibutuhkan dalam tubuh *Artemia* dengan cara pengkayaan telah dilakukan, diantaranya oleh Watanabe dkk. (1982); Baller (1985) dengan menggunakan omega 3-HUFA; Leger dkk. (1986) Karim (1998) dengan menggunakan docosahexaenoic acid (DHA) dan eicosapentaenoic acid (EPA).

Karotenoid

Karotenoid adalah sesuatu molekul polisepronoid yang mengandung ikatan rangkap. Kedua ujungnya mengandung cincin hikoheksana yang tersubstitusi. Karotenoid terdapat dalam jaringan fotosintesis tumbuhan tingkat tinggi. Karotenoid terdapat dalam kloroplas, khususnya di dalam grananya, tersebar di dalam bunga, buah dan akar, sedangkan pada bakteri berfotosintesis terdapat dalam kromofornya (sebanding dengan grananya pada tumbuhan tingkat tinggi). Karotenoid ini berperan sebagai pigmen pelengkap pada fotosintesis yang berwarna kuning, merah atau ungu. Ada dua golongan utama karotenoid yang terdapat dalam kloroplas, yaitu karoten dan santofil. Karoten adalah suatu hidro karbon isoprenoid yang tidak mengandung atom oksigen, sedangkan santofil mempunyai struktur yang mirip dengan karoten tetapi mengandung oksigen pada kedua ujung molekulnya (Wirahadikusumah 1985).

Nama karotenoid diberikan pada pigmen kuning yang pertama kali diisolasi dari wortel (*Ductus carata*) pada tahun 1931 yang memiliki sifat peka terhadap

cahaya, panas dan oksidasi (Emodi 1978). Selanjutnya Simpson (1982) mengatakan bahwa karotenoid larut dalam lemak.

Karotenoid adalah hasil oksidasi karoten, yang memiliki fungsi sebagai pro vitamin A. Hewan tidak dapat mensintesis karotenoid secara de novo, tetapi hanya mampu mengubah struktur karotenoid ke dalam stuktur yang lainnya atau menimbun di dalam tubuhnya tanpa adanya perubahan struktur (Karnaukhof 1990, Sirgurgisladotir dkk. 1994).

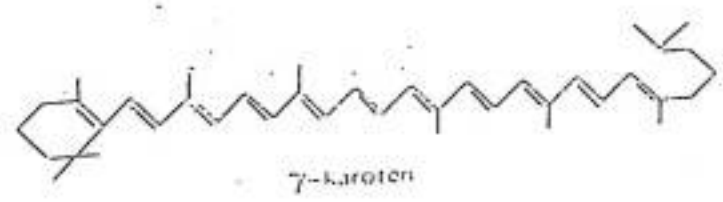
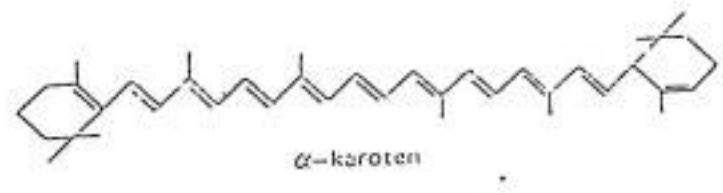
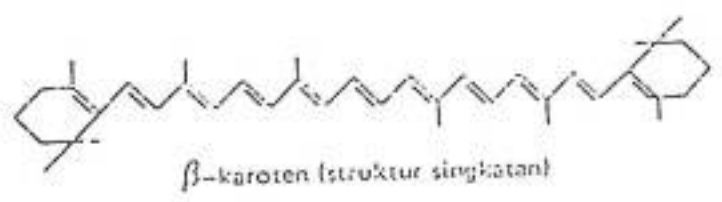
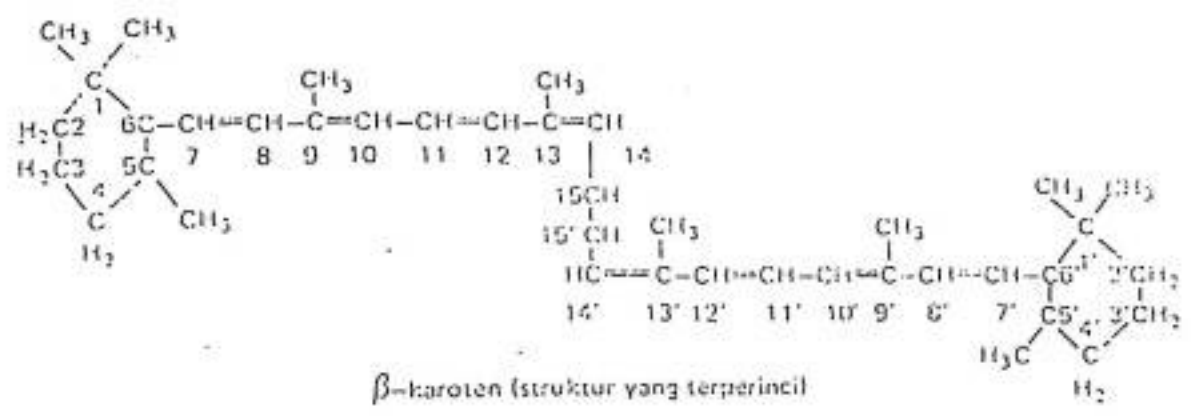
Penelitian yang dilakukan oleh Chein dan Jeng (1992), diketahui bahwa penambahan karotenoid dalam pakan udang memegang peranan penting dalam meningkatkan sintasan. Meskipun karotenoid merupakan komponen biologi yang penting, namun hewan tidak dapat mensintesisnya secara de novo, sehingga perlu mendapatkannya dari pakan. Selain itu, penambahan karotenoid dalam pakan larva merupakan salah satu pencegahan infeksi parasit dari dalam tubuh larva itu sendiri selain pencegahan dari luar dengan menggunakan fungisida trifuralin, formalin dan malachite green oksalat (Roza dan Johny 1989).

Fungsi penting karotenoid yang sampai saat ini diketahui antara lain kemampuannya menyerap dan memantulkan radiasi yang bersifat merusak organ tubuh hewan (Muller dkk. 1980), sebagai anti oksidan yang melindungi sel-sel sensitif dan bahan-bahan yang bersifat reaktif dari proses oksidasi (Tacon 1981), memiliki fungsi dalam respirasi saat kekurangan oksigen, sebagai pro vitamin A (Gross 1991). Pada hewan vitamin A berperan dalam penglihatan, pertumbuhan, reproduksi, ketahanan terhadap penyakit yang disebabkan oleh fungi dan bakteri,

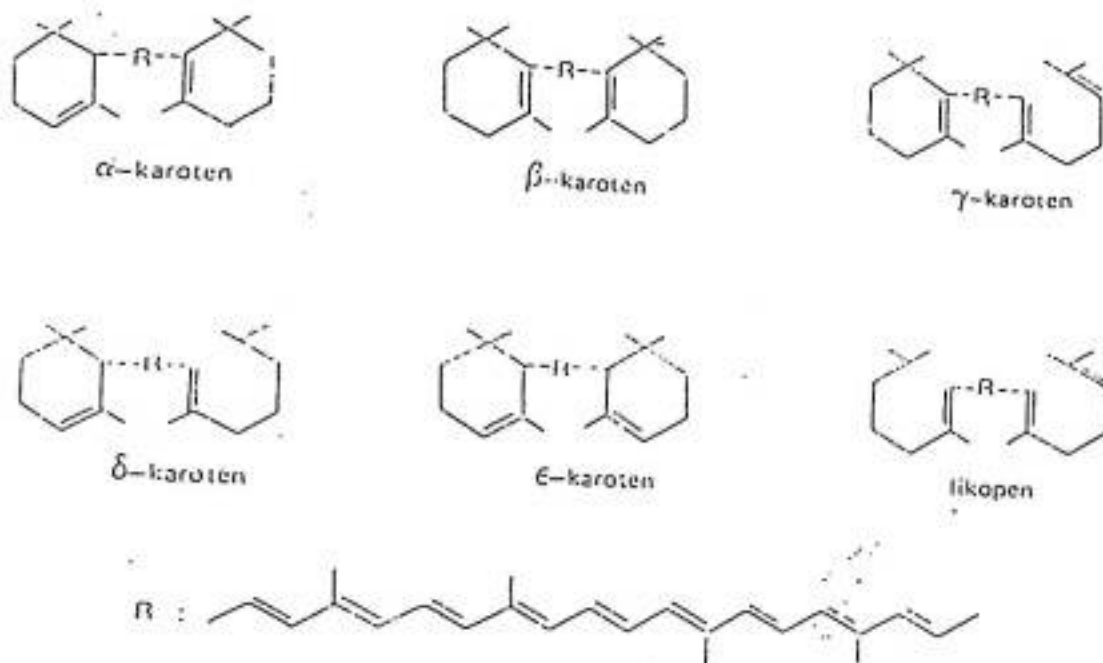
untuk pertumbuhan kulit dan mukosa secara normal (Czeczuga 1979; Shimizu dkk. 1981).

Cangkang krustasea (udang dan kepiting) merupakan sumber karotenoid yang sangat potensial dan belum dimanfaatkan dengan baik. Kuantifikasi dari limbah olahan kepiting yang berasal dari daerah dingin menunjukkan kadar antara 119,6 dan 147,7 mg karotenoid/kg bobot cangkang (berat basa) (Shahidi 1994).

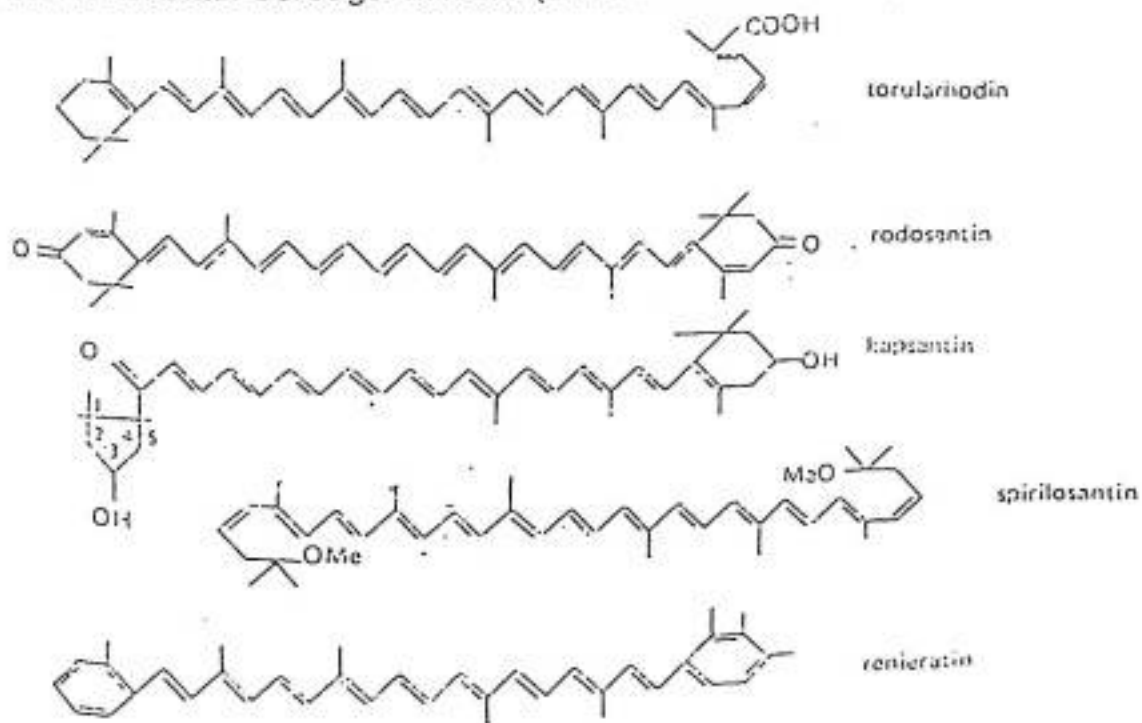
Dengan menggunakan teknologi sederhana, karotenoid dapat diisolasi dari bahan buangan cangkang kepiting maupun udang (No dkk 1989; Shahidi dan Synowiekcki 1991). Menurut Shahidi dan Synowiekcki (1991), pigmen karotenoid yang diekstraksi dari cangkang buangan dapat digunakan dalam industri budidaya. Selanjutnya dikemukakan bahwa ekstraksi karotenoid dari buangan cangkang kepiting dan udang yang akan digunakan untuk pakan ikan sebaiknya diekstraksi dengan menggunakan minyak ikan. Penggunaan minyak ikan untuk ekstraksi pigmen karotenoid dapat menambah kandungan asam lemak omega-3 yang memegang peranan penting dalam mendukung sintasan dan pertumbuhan.



Gambar 1. Senyawa karotenoid utama (Wirahadikusuma, 1985)



Gambar 2. Struktur berbagai karoten (Wirahadikusuma, 1985)



Gambar 3. Struktur molekul senyawa santofil (Wirahadikusuma, 1985)



METODOLOGI PENELITIAN

Waktu dan tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2001 sampai Februari 2002 di Balai Budidaya Air Payau Takalar, Kecamatan Galesong Selatan, Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan.

Bahan dan Alat

Hewan Uji

Hewan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah nauplius *Artemia* dari hasil penetasan kista strain Great Salt Lake Produksi USA. Bahan pengkaya yang digunakan adalah karotenoid. Karotenoid tersebut diperoleh dari hasil ekstraksi buangan cangkang udang windu PT. Mikase Makassar, Sulawesi Selatan.

Wadah dan Media Penelitian

Wadah penelitian yang digunakan adalah wadah berdasar kerucut berkapasitas 1,5 liter sebanyak 27 buah yang diisi air sebanyak 1 liter dan dilengkapi dengan aerasi. Air media yang digunakan adalah air laut bersalinitas 30 ppt. Sebelum Air Laut tersebut digunakan disaring terlebih dahulu kemudian ditampung pada bak penampungan, selanjutnya dari bak penampungan dialirkan ke wadah-wadah penelitian.

Ekstraksi Karotenoid

Ekstraksi karotenoid dilakukan di Laboratorium Kualitas Air, Jurusan Perikanan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin berdasarkan petunjuk Shahidi dan Synowiecki (1991), yakni dengan menggunakan minyak ikan hiu. Rasio bahan yang akan diekstraksi dan minyak ikan adalah 1 : 4 (W/V). Ekstraksi dilakukan pada temperatur 60 °C selama 30 menit. Peralatan utama ekstraksi adalah blender, pompa vakum, sand filter, oven dan kertas saring

Bioenkapsulasi Artemia

Bioenkapsulasi nauplius *Artemia* dilakukan di Laboratorium Basa Balai Budidaya Air Payau Takalar dengan cara merendam nauplius *Artemia* dalam emulsi karotenoid hasil ekstraksi dalam wadah berbentuk kerucut. Kepadatan nauplius *Artemia* yang dibioenkapsulasi adalah 300 000/L. Metode bioenkapsulasi dilakukan menurut petunjuk Takeuchi dkk. (1985) dan Karim (1998)

Untuk mendapatkan sejumlah nauplius *Artemia* tersebut maka terlebih dahulu dilakukan perhitungan persentase penetasan (hatching percentage) kista *Artemia*. Persentase penetasan dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$HP = \frac{N}{N + C} \times 100$$

Dimana :

- HP : Persentase penetasan (100%)
- N : Jumlah Nauplius yang menetas
- C : Jumlah Telur (kista) yang berisi tetapi tidak menetas.

Cara menghitung persentase penetasan adalah dengan menimbang kista *Artemia* 250 mg (48.250 kista, hasil perhitungan), kemudian dimasukkan ke dalam tabung gelas berdasar kerucut yang berisi air laut 100 ml bersalinitas 30 ppt. Setelah inkubasi, diambil lima sampel masing-masing 250 mikroliter dengan menggunakan pipet selanjutnya dimasukan ke dalam petri disc kecil.

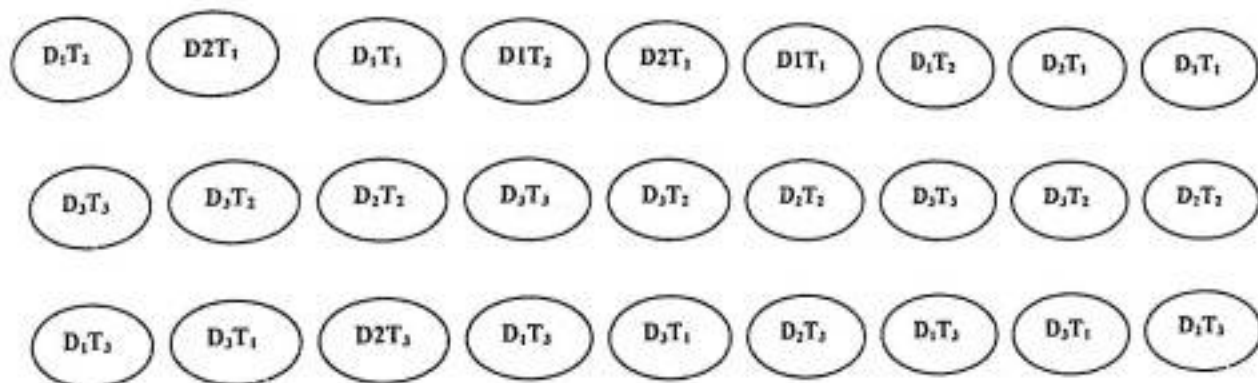
Agar semua nauplius masuk dalam petri disc maka ujung pipet disemprot dengan air, kemudian ditetesi formalin 40% sebanyak 3 – 5 tetes dan selanjutnya dilakukan perhitungan nauplius. Jumlah total nauplius pada ke lima petri disc dibagi 5, sehingga didapatkan persentase rata-rata nauplius yang menetas 94%. Dari persentase tersebut diketahui bahwa untuk mendapatkan 300 000 nauplius *Artemia* harus ditetaskan sekitar 1,654 gram.

Rancangan Percobaan

Rancangan Percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL) berpola faktorial dengan dua faktor yaitu dosis dan lama pengkayaan yang masing masing terdiri atas tiga taraf. Dosis krotenoid yang dicobakan adalah D1 (5 gram), D2 (10 gram) dan D3 (15) gram, sedangkan lama pengkayaan adalah T1 (8 jam, T2 (16 jam), dan T3 (24 Jam) dengan masing – masing tiga ulangan. Dengan demikian pada percobaan ini terdapat 27 satuan percobaan.



Penempatan unit-unit percobaan tersebut dilakukan secara acak menurut pola rancangan acak lengkap (Gasper 1991). Adapun tata letak satuan percobaan setelah pengacakan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Tata Letak Satuan Percobaan Setelah Pengacakan.

Pengukuran Peubah

Peubah yang diukur adalah kandungan karotenoid nauplius *Artemia*. Kandungan karotenoid yang dimaksudkan adalah perbedaan karotenoid (ppm) yang diserap nauplius *Artemia*. Pengukuran dilakukan sebelum dan sesudah pengkayaan dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 468 nm yakni melalui persamaan $C_{mg/g} = A_{468} \times V_{ekstrak} / 0,2$ W contoh (Shahidi dan Synowiekcki 1991).

Dimana :

$C_{mg/g}$	= Kandungan karotenoid <i>Artemia</i> (mg/g)
A ₄₆₈	= Absorpsi pada panjang gelombang 468 nm
V ekstrak	= Volume ekstrak (ml)
0,2	= Koefisien absorpsi
W contoh	= Berat sampel yang diekstrak (g)

Sebagai data penunjang maka dilakukan pengukuran beberapa parameter kualitas air meliputi : temperatur, salinitas dan pH. Pengukuran dilakukan sebelum dan sesudah pengkayaan dengan menggunakan termometer, hand refraktometer dan pH meter.

Analisis Data

Untuk mengetahui pengaruh dosis dan lama pengkayaan terhadap kandungan karotenoid nauplius *Artemia*, maka data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam. Oleh karena terdapat pengaruh yang nyata maka dilanjutkan dengan Uji Berjarak Duncan (Gasperz 1991).



HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Karotenoid Nauplius *Artemia*

Hasil analisis kandungan karotenoid Nauplius *Artemia* setelah diperkaya dengan karotenoid yang diekstraksi dari limbah kepala udang windu disajikan pada Tabel 1 dan Lampiran 2.

Tabel 1. Rata-rata kandungan karotenoid (mg/g) *Artemia* setiap perlakuan pada akhir percobaan.

Kombinasi Perlakuan	Kandungan Karotenoid Nauplius <i>Artemia</i> (mg/g) \pm Sd
D ₁ T ₁ (5 gram; 8 jam)	5,552 \pm 3,302 ^a
D ₁ T ₂ (5 gram; 16 jam)	8,663 \pm 0,647 ^{ac}
D ₁ T ₃ (5 gram; 24 jam)	8,639 \pm 5,566 ^{ac}
D ₂ T ₁ (10 gram; 8 jam)	7,549 \pm 4,024 ^{ac}
D ₂ T ₂ (10 gram; 16 jam)	10,023 \pm 0,87 ^{bc}
D ₂ T ₃ (10 gram; 24 jam)	15,994 \pm 1,881 ^{bd}
D ₃ T ₁ (15 gram; 8 jam)	7,784 \pm 1,813 ^{ac}
D ₃ T ₂ (15 gram; 16 jam)	10,225 \pm 1,013 ^{bc}
D ₃ T ₃ (15 gram; 24 jam)	10,241 \pm 1,856 ^{bc}

Keterangan : Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan antar perlakuan pada taraf 5% ($P < 0,05$)

Tabel 1 di atas memperlihatkan bahwa kandungan karotenoid nauplius *Artemia* tertinggi dicapai pada perlakuan D₂T₃ (10 gram; 24 jam) yakni 15,994 mg/g sedangkan terendah oleh perlakuan D₁T₁ (5 gram; 8 jam) yakni 5,552 mg/g.

Kemampuan daya serap maksimum nauplius *Artemia* di tunjukkan pada perlakuan dosis 10 gram dengan lama pengkayaan 24 jam (D3W3). Peningkatan dosis 15 gram tidak meningkatkan karotenoid bahkan menunjukkan terjadinya penurunan daya serap nauplius *Artemia*.

Terjadinya penurunan kandungan karotenoid yang terserap pada dosis 15 gram (perlakuan D3) diduga disebabkan konsentrasi emulsi karotenoid terlalu pekat pada medium cair, sehingga proses penyerapan emulsi karotenoid oleh nauplius *Artemia* kurang baik. Selain itu kemampuan nauplius *Artemia* untuk menyerap emulsi karotenoid diduga sudah mencapai titik maksimal. Hal ini sejalan dengan penelitian Yunus dkk. (1996) bahwa perlakuan dosis 10 gram memberikan hasil yang terbaik dalam meningkatkan sintasan larva kepiting bakau dengan menggunakan minyak hati ikan cod sebagai bioenkapsulan nauplius *Artemia*, sementara peningkatan menjadi dosis 15 gram menunjukkan bahwa sintasan larva kepiting bakau mengalami penurunan. Selain itu, penelitian karim Karim (1998) menggunakan bahan pengkaya yang berbeda juga menemukan kemampuan daya serap maksimal nauplius *Artemia*. Dosis yang diujikan yaitu asam lemak ω -3 HUFA mulai dari 0,3 gram yang ditingkatkan menjadi 0,9 gram, menyebabkan terjadinya penurunan kandungan asam lemak ω -3 HUFA akibat tingginya peningkatan tekanan osmotik dan kadar asam lemak ω -3 HUFA pada medium. Meningkatnya tekanan osmotik medium menyebabkan terhambatnya bahan pengkaya terserap ke dalam tubuh nauplius *Artemia* sebagai akibat pekatnya konsentrasi bahan pengkaya pada medium.



Rendahnya kadar karotenoid nauplius *Artemia* pada dosis 5 gram (perlakuan DIT1, DIT2 dan DIT3) disebabkan oleh rendahnya karotenoid bahan pengkaya yang terdapat pada medium sehingga belum mampu meningkatkan kandungan karotenoid nauplius *Artemia*

Hasil analisis ragam (Lampiran 2) menunjukkan bahwa perbedaan dosis pengkayaan berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap daya serap emulsi karotenoid oleh nauplius *Artemia*, sedangkan lama pengkayaan berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) akan tetapi interaksi dosis dan lama pengkayaan tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) Selanjutnya hasil uji berganda Duncan menunjukkan tidak ada perbedaan nyata diantara ketiga perlakuan lama pengkayaan pada dosis 5 gram dan 15 gram, sedangkan pada dosis 10 gram dengan lama pengkayaan 8 dan 16 jam tidak berbeda nyata dengan perlakuan 8 jam dan 16 jam dengan dosis 5 gram dan 15 gram. Namun pada dosis 10 gram dengan lama pengkayaan 24 jam berbeda nyata dengan ketiga dosis perlakuan.

Interaksi antara dosis dan lama pengkayaan tidak memberikan pengaruh yang nyata ($P > 0,05$) terhadap daya serap nauplius *Artemia*, hal ini diduga karena tidak adanya kombinasi yang tepat antara dosis dan lama pengkayaan terhadap daya serap nauplius *Artemia*

Kualitas Air

Selama percobaan dilakukan pengukuran kualitas air media pengkayaan yang meliputi Suhu, salinitas dan pH air. Temperatur untuk semua perlakuan selama penelitian berkisar antara 29 – 30 °C, Salinitas 30 ppt, pH berkisar 7,8 – 8,0.

Menurut Isnasetyo dan Kurniastuty (1995), nilai kisaran tersebut masih layak bagi pertumbuhan nauplius *Artemia*

Sargeloos dan Lavens (1991) menyatakan bahwa dalam kondisi budidaya untuk sebagian besar strain *Artemia*, suhu 19 – 25 °C, salinitas 35 – 110 ppt, pH 6,5 – 8 dapat menekan mortalitas hingga dibawah 10 %, namun beberapa strain biseksual Eropa , San Fransisco Bay, California cocok untuk kisaran suhu dibawah 20 –25 °C dan untuk spesies parthenogenetik, Great Salt Lake cocok untuk kisaran suhu di atas 25 – 30 °C.



KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dosis karotenoid berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap daya serap karotenoid nauplius *Artemia* sedangkan lama pengkayaan berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) akan tetapi interaksi dosis dan lama pengkayaan tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$).
2. Kandungan karotenoid yang terserap oleh nauplius *Artemia* tertinggi dicapai pada dosis 10 gram dengan lama pengkayaan 24 jam dan terendah pada dosis 5 gram dengan lama pengkayaan 8 jam.

Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang pengkayaan pada nauplius *Artemia* dengan sumber karotenoid yang berbeda.
2. Perlu dilakukan penelitian mengenai penggunaan nauplius *Artemia* yang diperkaya dengan karotenoid terhadap berbagai larva.

DAFTAR PUSTAKA

- Baller and Evan,. 1985. Preliminary Results on the Nutritional Evaluation of ω 3-HUFA Enriched Artemia Naupli for Larvae of Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture*, 49: 223 – 229.
- Chein, Y.H. and S.C Jeng. 1992. Pigmentation of Kuruma Prawn, *Penaeus japonicus* Bate, by Various Pigment Sources and Levels and Feeding Regimes. *Aquaculture*, 102: 333-346.
- Cheszuga, B. 1979. Carotenoid in Fish. XX. Carotenoid in *Salmo gairdneri* Rich and *Salmo trutta* morpha fario L. *Hydrobiology*, 64 : 251-259.
- Dobbeleir, J., N. Adam, Bruggeman, and P. Sorgeloos. 1980. New Aspect of the Use of Inert Diets for High Density Culturing of Brine Shrimp. p 165-183. *In*: Persoone, G., P. Sorgeloos, O.A. Roels and E. Jaspers (Editors). *The Brine Shrimp Artemia*. Vol. 3. Ecology, Culturing, Use in Aquaculture. Universa Press. Watteren, Belgium.
- Emodi, A. 1978. Carotenoid Properties and Aplications. *Food Technology* 24. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Gaspersz, V. 1994. Metode Perancangan Percobaan. Armico, Jakarta. 472 hal.
- Isnansetyo, A dan A. Kurniastuty.1995. Teknik Kultur Phytoplankton dan Zooplankton. Penerbit Kanisius, Jakarta. 80 hal.
- Karim, M. Y. 1998. Aplikasi Pakan Alami *Brachionus plicatilis* dan Nauplius *Artemia*) yang diperkaya dengan Asam Lemak Omega-3 dalam Pemeliharaan Larva Kepiting Bakau (*Scylla serrata* Forskal). Tesis. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor. 95 hal. (Tidak dipublikasikan).
- Karnaukhov, V.N. 1990. Carotenoid; Recent Progres. Problem and Prospects. *Com. Biochem. Physiol*, 95B: 1-20.
- Kontara, E.K.M. 2001. Aplikasi Artemia Dewasa yang Diperkaya dengan Asam Lemak Omega-3 Pada Pemeliharaan Benih Kerapu Tikus (*Cromileptes altifelis*). Hal 119-129. *Dalam*: Murniyati, P.I. Basuki, dan R. Kusri. Teknologi Budidaya Laut dan Pengembangan Sea Farming di Indonesia. Departemen Kelautan dan Perikanan bekerja Sama dengan Japan International Cooperation Agency.



- Latcscha, T. 1990. Carotenoids-Teir Nature and Significance in Animal Feeds. Department of Animal Nutritional and Health. F. Hoffman-La Roche Ltd. Basel Switzerland. 110 p.
- Lavens, P and P. Sorgeloos. 1991. Production of *Artemia* in Culture Tanks. In Brown, R.A., P. Sorgeloos and C.N.A. Trotman. *Artemia* Biology. CRC Press, USA. 373 p.
- Leger, P. 1995. Preliminary Result on the Nutritional Evaluation of ω 3-HUFA Enriched *Artemia* Naupli for the Sea Bass (*Dicentrachus labrax*). *Aquaculture*, 49: 223-229.
- Mujiman., A. 1994. Makanan Ikan. PT. Penebar Swadaya, Jakarta. 76 hal
- Muller, R. K Bernhard, H. Meyer, A. Ruttiman, and M. Vecchi. 1980. Beiitrag Zur Analitic and Synthese Von 3 – Hydroxy-4 Oxocarotenoid Helv. *Chim Acta*, 63: 1654 – 1665.
- No, H.K and T. Storebakken. 1992. Pigmentation of Rainbow Trout with Astaxanthin in Freshwater and Salwater Aquaculture, 101:123-134
- Palinggi, N.N., N. Kabangga, dan Dalfiah. 1998. Tepung Kepala Udang Sebagai Sumber Protein Hewani dalam Ransum Kepiting Bakau, (*Scylla serrata*). *J. Pen. Perik. Ind.*, 4 (3): 45-49.
- Palinggi, N.N., N. Kabangga. Rachmansyah dan A.G. Mangawe. 2000. Potensi Bahan Baku Pakan Ikan di Sulawesi Selatan. Makalah Disajikan pada Konferensi Nasional Perikanan RI, 15-17 Mei 2001, di Hotel Sahid, Makassar.
- Rosa, D. dan F. Johny. 1999. Penggunaan Berbagai Fungisida pada Induk Kepiting Bakau (*Scylla serrata*) pada Massa Pengeraman Telur untuk Mencegah Infeksi *Leginidium* spp Terhadap Larvanya. *J. Perik.*, 5(1): 58 – 69.
- Shahidi, F. 1994. Sea Food Processing by Product in F. Shahidi and J.S Botta (eds). *Sea Food Chemistry. Processing Technology and Quality*, Blackie Academic and Profesional, Glewsgow. pp: 320-334.
- Shahidi, F and Synowiecki. 1991. Isoterm and Characterization of Value Added Product from Crab (*Chinocetes opilio*) and Shrimp (*Pandalus borealis*) Processing Discords *J. Agric Food Chem.*, 39: 1527 – 1532.

- Shimizu, I., S. Kitabatake and M. Kato. 1981. Effect of Caratenoid Defisiensi on Phorosentivies in the Silkworm (*Bombyx mori*). *J. Insect. Physiol.*, 27: 593-599.
- Simpson, K.L. 1982. Carotenoid Pigmen in Seafood. In: R.E. Martin, G.J. Flick, C.E. Hobard and D.R. Ward (eds). *Chemistry and Biochemistry of Marine Food Product*. AVI Publishing Co., Westport, CT. pp: 115-136.
- Sorgeloos, P. and Bossuyt, 1980. Technical Aspects of the Batch Culturing *Artemia* in High Density. p:133 – 152. In G. Persoone, P. Sargeloos, O. Roels. *The Brine Shrimp Artemia*. Universa Press, Belgium.
- Tacon, A. G.J. 1982. Speculative Review of Possible Caratenoid Function in Fish. *Prog. Fish- Cult.*, 43: 205-208
- Takeuchi, T., D. Jusadi, C. Ebisawa, T. Watanabe, T. Seikai, K. Hosoya, and Jun-Chi Nakazoe. The Effect of β -Carotene and Vitamin A Enriched *Artemia* Nauplii on the Malformation and Color Abnormality or Larval Japanese Flounder. *Fish. Science*, 61(1): 141-148.
- Watanabe, T. 1992. Importance of Docosahexaenoic Acid in Marine Larval Fish. *J. of World Aquacul. Soc.*, 24: 152:161.
- Wirahadikusumah, M. 1985. *Biokimia: Metabolisme Energi, Karbohidrat dan Lipid*. Penerbit ITB, Bandung. 197 hal.
- Yunus, Suwiryo, K. Kasprijo dan I. Setyadi. 1996. Pengaruh Pengkayaan Rotifera (*Brachionus plicatilis*) dengan Menggunakan Minyak Hati Ikan Cod Terhadap Sintasan Larva Kepiting Bakau (*Scylla serrata*). *Jur. Pen. Perik. Ind.*, II(3): 38-45.



Lampiran 1. Kadar Emulsi Karotenoid Sebelum dan Sesudah Pengkayaan Nauplius *Artemia*

Sebelum Pengkayaan

Kombinasi Perlakuan	Rata-rata kadar Emulsi Karotenoid (mg/g) \pm Sd
D1 (5 gram)	14,66 \pm 0,713
D2 (10 gram)	19,08 \pm 1,113
D3 (15 gram)	21,50 \pm 0,723

Sesudah Pengkayaan

Kombinasi Perlakuan	Kadar Emulsi (mg/g) Karotenoid		
	Ulangan		
	1	2	3
D1T1	10,624	6,627	9,235
D1T2	7,403	5,335	9,235
D1T3	9,295	6,028	0,594
D2T1	11,775	10,047	1,057
D2T2	9,455	8,393	3,448
D2T3	13,393	8,713	4,655
D3T1	14,497	10,465	13,175
D3T2	13,375	12,179	9,468
D3T3	11,276	10,179	11,137



Lampiran 2. Kandungan karotenoid (ppm) yang diserap oleh nauplius *Artemia* setelah diperkaya dengan dosis (g) dan lama penyerapan (jam) yang berbeda

Dosis	Ulangan	Waktu		
		W1	W2	W3
D1	1	4,033	8,033	5,425
	2	7,257	9,325	5,425
	3	5,365	8,632	14,066
Rata-Rata		5,552	8,663	8,353
D2	1	7,325	9,033	18,033
	2	9,635	10,687	15,632
	3	5,687	10,363	14,325
Rata-Rata		7,549	10,023	15,994
D3	1	6,003	10,035	8,327
	2	8,125	9,321	12,032
	3	9,224	11,321	10,363
Rata-rata		7,784	10,225	10,241

Lampiran 3. Hasil analisis ragam konsentrasi emulsi karotenoid (ppm) yang diserap oleh nauplius *Artemia* pada dosis (g) dengan lama penyerapan (jam) yang berbeda

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F Hit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	8	201,675				
Dosis	2	57,421	28,710	5,228*	3,55	6,01
Waktu	2	98,551	49,276	8,973**	3,55	6,01
Interaksi	4	45,704	11,426	2,081 ^{ns}	2,93	4,59
Galat	18	98,894	5,492			
Total	26	643,629				

Keterangan:

- * Berarti berpengaruh nyata pada taraf 5 % ($P < 0,05$)
- ** Berarti berpengaruh sangat nyata pada taraf 1 % ($P < 0,01$)
- ^{ns} Berarti tidak berpengaruh nyata

Lampiran 4. Hasil Uji Jarak Berganda Duncan Kandungan Karotenoid Nauplius *Artemia*

$$S_y = (KTG/r)^{1/2} = (5,492/3)^{1/2} = 1,353$$

$$r_p(0,5) = 3,12$$

$$R_p = r_p \times S_y = 3,12 \times 1,353 = 4,221$$

Kombinasi Perlakuan	Nilai Tengah	Selisih							
		A1T1	A1T2	A1T3	A2T1	A2T2	A2T3	A3T1	A3T2
D1T1	5,552	-							
D1T2	8,663	3,112	-						
D1T3	8,639	3,087	0,024	-					
D2T1	7,549	1,998	1,114	1,089	-				
D2T2	10,023	4,476*	1,364	1,389	2,748	-			
D2T3	15,994	10,442	7,330*	7,355*	8,444*	5,966*	-		
D3T1	7,784	2,233	0,879	0,855	0,235	2,243	8,209*	-	
D3T2	10,225	4,674*	1,563	1,587	2,677	0,199	5,768*	2,442	-
D3T3	10,241	4,689*	1,577	1,602	2,692	0,123	5,753*	2,457	0,015



Lampiran 5. Hasil pengukuran kualitas air selama penelitian

Kombinasi Perlakuan	Parameter		
	Temperatur	Salinitas	pH
D1T1	29 - 30	30	7,8-8,0
D1T2	29 - 30	30	7,8-8,0
D1T3	29 - 30	30	7,8-8,0
D2T1	29 - 30	30	7,8-8,0
D2T2	29 - 30	30	7,8-8,0
D2T3	29 - 30	30	7,8-8,0
D3T1	29 - 30	30	7,8-8,0
D3T2	29 - 30	30	7,8-8,0
D3T3	29 - 30	30	7,8-8,0