

PENINGKATAN SINTASAN DAN PERTUMBUHAN KEPITING
BAKAU (*Scylla olivacea*) STADIA ZOEAE MELALUI APLIKASI
PAKAN ALAMI HASIL BIOENKAPSULASI KAROTENOID
CANGKANG KEPITING NON EKONOMIS

SRI RAHAYU EKAWATI



PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2008

PENINGKATAN SINTASAN DAN PERTUMBUHAN KEPITING
BAKAU (*Scylla olivacea*) STADIA ZOEAE MELALUI APLIKASI
PAKAN ALAMI HASIL BIOENKAPSULASI KAROTENOID
CANGKANG KEPITING NON EKONOMIS

Tesis
Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Magister

Program Studi
Sistem-Sistem Pertanian

Disusun dan Diajukan oleh

SRI RAHAYU EKAWATI

Kepada

PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2008

TESIS

PENINGKATAN SINTASAN DAN PERTUMBUHAN KEPITING BAKAU (*Scylla olivacea*) STADIA ZOEAE MELALUI APLIKASI PAKAN ALAMI HASIL BIOENKAPSULASI KAROTENOID CANGKANG KEPITING NON EKONOMIS

Disusun dan Diajukan oleh

SRI RAHAYU EKAWATI

Nomor Pokok P0104205008

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Tesis

Pada tanggal 19 Februari 2008

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui
Komisi Penasehat,

Dr. Ir. Haryati L Tandipayuk, MS
Ketua

Dr. Ir. Muh. Yusri Karim, M.Si
Anggota

Ketua Program Studi
Sistem-Sistem Pertanian,

Direktur Program Pascasarjana
Universitas Hasanuddin,

Prof.Dr.Ir. Sjamsuddin Garantjang, M.Sc Prof.Dr.dr.A.Razak Thaha, M.Sc

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Sri Rahayu Ekawati
Nomor Mahasiswa : P0104205008
Program Studi : Sistem-Sistem Pertanian

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 28 Februari 2008
Yang menyatakan

Sri Rahayu Ekawati

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan Kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala Rahmat dan Karunianya sehingga penelitian dan penulisan tesis yang berjudul : ‘Peningkatan Sintasan dan Pertumbuhan Kepiting Bakau (*Scylla olivacea*) Stadia Zoea Melalui Aplikasi Pakan Alami Hasil Bioenkapsulasi Karotenoid Cangkang Kepiting Non Ekonomis“, dapat terselesaikan.

Ide yang melatarbelakangi penulis tertarik mengangkat tajuk permasalahan ini, adalah setelah mengamati begitu rendahnya minat Petani untuk menggalakkan budidaya Kepiting bakau yang merupakan salah satu komoditi perikanan yang cukup potensial. Ternyata kendala yang dihadapi petani dalam hal ini adalah sangat terbatasnya ketersediaan benih. Upaya yang dilakukan untuk mengatasi hal itu adalah menggalakkan pembenihan kepiting secara massal. Masalah yang dihadapi dalam kegiatan pembenihan adalah rendahnya sintasan. Salah satu cara untuk mengatasi masalah tersebut adalah memperbaiki nutrisi pakan alami sebelum diberikan pada larva kepiting bakau dengan metode bioenkapsulasi.

Banyak kendala yang dihadapi oleh penulis dalam tahapan-tahapan penyelesaian tugas akhir ini. Namun berkat bantuan berbagai pihak, maka tesis ini dapat terselesaikan. olehnya itu dalam kesempatan ini, dengan ketulusan hati penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya, teristimewa kepada :

1. Direktur Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin yang berkenan menerima penulis melanjutkan pendidikan Program Magister
2. Bapak/Ibu Dosen pengajar pada Program Studi Sistem-Sistem Pertanian Pascasarjana Universitas Hasanuddin.
3. Ketua Yayasan dan Direktur Stitek Balik Diwa, Makassar yang telah memberi peluang bagi penulis untuk melanjutkan studi pada program pascasarjana Universitas Hasanuddin.
4. **Dr. Ir. Haryati L Tandipayuk, MS** sebagai Ketua Komisi Penasihat dan **Dr. Ir. Muh. Yusri Karim, M.Si** sebagai Anggota Komisi Penasihat, yang dengan penuh kesabaran membimbing dan mengarahkan penulis dari pengembangan minat terhadap permasalahan penelitian, pelaksanaannya, hingga penulisan tesis.
5. Bapak Ir. H. Haruna Hamal selaku Kepala BBAP Loka Takalar beserta staf yang telah memberi izin dan fasilitas selama penelitian.
6. Semua pihak, teman, handai tolan yang tak sempat penulis sebutkan satu persatu tetapi sangat banyak membantu penulis selama penelitian dan penyelesaian tesis ini.
7. Yang tercinta dan tersayang Mama Hj. Djaliah, Papa Drs. Nahris, Suami, Syafri Adjdja, Anak-anakku "Muh. Irsyaad Tsaqif dan Fikri Fadhlurrohman" serta Adik-adikku atas segala dukungan, pengorbanan, pengertian, kesabaran dan do'a yang selalu menyertai sehingga penulis dapat menyelesaikan studi ini dengan baik.

Makassar, Februari 2008

Sri Rahayu Ekawati.

ABSTRAK

SRI RAHAYU EKAWATI. Peningkatan Sintasan dan Pertumbuhan Kepiting Bakau (*Scylla olivacea*) Stadia Zoea Melalui Aplikasi Pakan Alami Hasil Bioenkapsulasi Karotenoid Cangkang Kepiting Non Ekonomis; dibimbing oleh Haryati L. Tandipayuk dan Muh. Yusri Karim.

Karotenoid merupakan pigmen yang dihasilkan oleh organisme tertentu. Cangkang kepiting non ekonomis karaka merupakan salah satu sumber bahan baku yang sangat strategis diisolasi untuk memperoleh karotenoid melalui proses ekstraksi menggunakan minyak ikan (*Lavertraan Oil*).

Penelitian ini bertujuan menentukan (1) dosis bioenkapsulasi emulsi karotenoid yang optimal untuk meningkatkan kandungan karotenoid Pakan alami (rotifer dan nauplius *Artemia*), (2) dosis bioenkapsulasi emulsi karotenoid yang optimal menghasilkan sintasan dan pertumbuhan larva kepiting bakau (*S. olivacea*) yang maksimal.

Penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus sampai Oktober di Balai Budidaya Air Payau Loka, Takalar. sebagai lokasi pengkayaan dan pemeliharaan larva kepiting bakau (*S. Olivacea*), menggunakan pola Rancangan Acak Lengkap dengan 5 (lima) perlakuan dan 3 kali ulangan. Ekstraksi dan analisis karotenoid dilakukan di laboratorium Kualitas Air Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.

Hasil penelitian menunjukkan pengkayaan pada rotifer dosis 10,55 g/L dan nauplius *Artemia* dosis 10,07 g/L dengan menggunakan emulsi karotenoid optimal meningkatkan kandungan karotenoid dalam tubuh rotifer dan nauplius *Artemia*. Selanjutnya rotifer dan nauplius *Artemia* hasil pengkayaan tersebut setelah diberikan pada larva kepiting bakau (*S. Olivacea*), hasilnya berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) menghasilkan sintasan maksimum 49,07% pada dosis optimal 7,17 g/L dan pertumbuhan panjang tubuh dan lebar karapas optimal dicapai pada kisaran dosis 7,10 g/L - 8,36 g/L.

ABSTRACT

SRI RAHAYU EKAWATI. The use of the carotenoid of Crab's eggshell non economic as bioencapsulan of natural food (*Branchionus plicatilis* and naupli *Artemia*) in the treatment of blue crabs (*Scylla olivacea*); Supervised by Haryati L Tandipayuk and Muh. Yusri Karim.

Carotenoid is a natural essence produced by certain pigment. The carotenoid can be isolated from many raw matters which are exists in nature. Crab's eggshell non economic is one of natural resource which is strategically isolated to gain carotenoid through extracting process by using oil fish (*Lavertraan oil*).

This research is held in BBAP (Balai Budidaya Air Payau) Loka, Takalar as a place of enrichment and treatment for *Scylla olivacea*, taking the pattern of extraction and carotenoid analyze are held in the laboratory of water quality of Faculty Marine and Fishery, Hasanuddin University.

The result of research show the enrichment on *Branchionus plicatilis* and naupli *Artemia* using carotenoid emulsion can increase the content of carotenoid in the body of *Branchionus plicatilis* and naupli *Artemia* the efektif in dosis 10,0 g/L. Then the feed of natural food (*Branchionus plicatilis* and naupli *Artemia*), which in result of the enrichment, is given to *Scylla olivacea* and the resul is clearly affected ($p < 0,01$) the optimal at dosis 5,0 g/L which produces survival rate maximum 49,07% and Length growth is 1,84 mm and widht carapace growth is 0,47 mm.

DAFTAR ISI

	Halaman
PRAKATA	v
ABSTRAK	Vii
ABSTRACT	Viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian	5
D. Kegunaan Penelitian	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Sistematika dan Ciri Morfologi	7
B. Siklus Hidup Kepiting Bakau	9
C. Pakan	12
D. Karotenoid dan Pengkayaan	15
E. Stress	21
F. Kualitas Air	22
G. Kerangka Pikir Penelitian	24
H. Hipotesis	26
III. METODE PENELITIAN	27
A. Waktu dan Tempat	27

B. Materi Penelitian	27
1. Hewan Uji	27
2. Pakan	27
3. Emulsi Karotenoid	28
4. Wadah dan Media	28
C. Tahapan Penelitian	29
1. Pemeliharaan Induk	29
2. Penetasan	30
3. Ekstraksi dan Analisis Karotenoid	32
4. Penyediaan Rotifer (<i>Branchionus plicatilis</i>)	33
5. Penetasan Kista <i>Artemia</i>	34
6. Perlakuan dan Perancangan Percobaan	34
a. Percobaan Rotifer yang diperkaya dengan emulsi karotenoid	35
b. Percobaan nauplius <i>Artemia</i> yang diperkaya emulsi karotenoid	
c. Pemeliharaan larva kepiting bakau (<i>S. olivacea</i>) yang diberi rotifer dan nauplius <i>Artemia</i> hasil bioenkapsulasi dengan emulsi karotenoid	37
D. Pengukuran dan Pengamatan Peubah	39
1. Kandungan Karotenid Rotifer dan nauplius <i>Artemia</i>	39
2. Konsumsi pakan Relatif	
3. Kandungan Karotenoid Larva Kepiting Bakau (<i>S. Olivacea</i>)	39
4. Sintasan	40
5. Ketahanan Stres	40
6. Pertumbuhan	41
7. Kualitas Air	42
	42
E. Analisis Data	43
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	44
A. Kandungan Karotenoid Rotifer dan nauplius <i>Artemia</i>	44
B. Konsumsi Pakan Relatif	50
C. Kandungan Karotenoid Larva Kepiting Bakau (<i>S. Olivacea</i>)	54
D. Sintasan	56
E. Ketahanan Stres	59

F. Pertumbuhan	62
G. Kualitas Air	68
V. KESIMPULAN DAN SARAN	70
A. Kesimpulan	70
B. Saran	70

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Nomor		halaman
1.	Rata-rata konsentrasi karotenoid rotifer dan nauplius <i>Artemia</i> pada setiap perlakuan	44
2.	Rata-rata konsumsi pakan relatif larva Kepiting bakau (<i>S. olivacea</i>) setiap perlakuan selama penelitian	50
3.	Rata-rata kandungan karotenoid yang terserap dalam tubuh larva kepiting bakau (<i>S. olivacea</i>) setelah mengkonsumsi Pakan Pakan yang diperkaya dengan emulsi karotenoid setiap perlakuan pada akhir penelitian	54
4.	Rata-rata sintasan larva kepiting bakau (<i>S. olivacea</i>) stadia stadia zoea setiap perlakuan pada akhir Penelitian.....	56
5.	Rata-rata indeks stres kumulatif larva kepiting bakau (<i>S. olivacea</i>) yang diberi pakan alami hasil bioenkapsulasi dengan emulsi karotenoid	60
6.	Rata-rata pertumbuhan panjang dan lebar karapaks larva kepiting bakau (<i>S. olivacea</i>) yang diberi pakan hasil bioenkapsulasi dengan emulsi karotenoid	63

DAFTAR GAMBAR

Nomor	halaman
1. Morfologi Kepiting Bakau	8
2. Struktur dasar karotenoid	16
3. Struktur molekul beberapa senyawa karotenoid alami	18
4. Bagan Kerangka Penelitian	25
5. Wadah yang digunakan dalam pemeliharaan larva kepiting bakau selama penelitian	29
6. Induk kepiting bakau (<i>Scylla olivacea</i>) yang baru memijah dan telur yang hampir menetas	30
7. Telur-telur hasil pemijahan induk kepiting bakau (<i>Scylla olivacea</i>) yang siap menetas	31
8. Larva kepiting bakau <i>Scylla olivacea</i> stadia zoea-1	31
9. Wadah yang digunakan saat pengkayaan Rotifer (<i>B. plicatilis</i>)..	36
10. Wadah yang digunakan saat pengkayaan nauplius <i>Artemia</i>	37
11. Hubungan antara dosis pengkayaan dengan kandungan karotenoid rotifer	47
12. Hubungan antara dosis pengkayaan dengan kadar karotenoid yang terserap nauplius <i>Artemia</i>	49
13. Hubungan antara dosis pengkayaan dengan konsumsi pakan relatif larva kepiting bakau (<i>S. olivacea</i>)	53
14. Hubungan antara dosis pengkayaan dengan kandungan karotenoid larva kepiting bakau (<i>S. olivacea</i>)	55
15. Hubungan antara dosis karotenoid pada Pakan alami dengan sintasan larva kepiting bakau (<i>S. olivacea</i>)	59
16. Hubungan antara dosis karotenoid pada rotifer dan nauplius <i>Artemia</i> dengan indeks stress kumulatif larva kepiting bakau (<i>S. olivacea</i>)	62
17. Hubungan antara dosis pengkayaan emulsi karotenoid dengan pertumbuhan panjang larva kepiting bakau (<i>S. olivacea</i>)	67
18. Hubungan antara dosis pengkayaan emulsi karotenoid dengan pertumbuhan lebar karapaks larva kepiting bakau	67
19. Prosedur produksi emulsi karotenoid dengan minyak ikan	82

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	halaman
1. Metode Kultur <i>Branchionus plicatilis</i>	78
2. Metode Penetasan Kista <i>Artemia salina</i>	79
3. Metode Ekstraksi dan Analisis Kandungan Karotenoid pakan alami dan larva kepiting bakau (<i>S. olivacea</i>) serta analisis kandungan karotenoid minyak ikan	82
4. Hasil analisis kandungan karotenoid minyak ikan yang digunakan sebagai pengekstrak sebelum dan sesudah ekstraksi	85
5. Hasil analisis kandungan karotenoid rotifer, nauplius <i>Artemia</i> pada berbagai perlakuan	86
6. Deskriptif kandungan karotenoid rotifer, nauplius <i>Artemia</i> hasil pengkayaan dengan emulsi karotenoid pada berbagai perlakuan	87
7. Hasil analisis ragam kandungan karotenoid Rotifer yang telah diperkaya dengan emulsi karotenoid pada berbagai perlakuan	87
8. Hasil analisis ragam kandungan karotenoid nauplius <i>Artemia</i> hasil pengkayaan dengan emulsi karotenoid pada berbagai perlakuan	88
9. Uji Tukey kandungan karotenoid Rotifer, nauplius <i>Artemia</i> hasil pengkayaan dengan emulsi karotenoid pada berbagai perlakuan	88
10. Hasil perhitungan konsumsi pakan relatif larva kepiting bakau (<i>S. olivacea</i>) yang diberi pakan hasil bioenkapsulasi dengan emulsi karotenoid	90
11. Deskriptif konsumsi pakan relatif harian larva kepiting bakau (<i>S. olivacea</i>) pada setiap perlakuan	90
12. Hasil analisis ragam konsumsi pakan relatif larva kepiting bakau (<i>S. olivacea</i>) setiap perlakuan	90
13. Uji Tukey laju konsumsi pakan relatif larva kepiting bakau (<i>S. olivacea</i>) setiap perlakuan	91
14. Hasil analisis kandungan karotenoid rotifer larva kepiting bakau (<i>S. Olivacea</i>) pada berbagai perlakuan	92

15.	Deskriptif kandungan karotenoid larva kepiting bakau (<i>S. Olivacea</i>) hasil pengkayaan dengan emulsi karotenoid pada berbadai perlakuan	93
16.	Hasil analisis ragam kandungan karotenoid larva kepiting bakau (<i>S. olivacea</i>) hasil pengkayaan dengan emulsi karotenoid pada berbagai perlakuan	93
17.	Uji Tukey kandungan karotenoid larva kepiting Bakau (<i>S. olivacea</i>) hasil pengkayaan dengan emulsi karotenoid pada berbagai perlakuan	94
18.	Rata-rata sintasan Larva Kepiting Bakau (<i>S. Olivacea</i>) setiap perlakuan pada akhir penelitian	95
19.	Deskriptif sintasan Larva Kepiting Bakau (<i>S. Olivacea</i>) setiap perlakuan	96
20.	Hasil analisis ragam sintasan larva kepiting bakau (<i>S.olivacea</i>) setiap perlakuan	96
21.	Uji Tukey sintasan larva kepiting bakau (<i>S. olivacea</i>) setiap perlakuan	97
22.	Rata-rata indeks stres kumulatif Larva Kepiting Bakau (<i>S. Olivacea</i>) setiap perlakuan pada akhir penelitian	98
23.	Deskriptif indeks stres komulatif larva kepiting bakau (<i>S. Olivacea</i>) setiap perlakuan	99
24.	Hasil analisis ragam indeks stres kumulatif larva kepiting bakau (<i>S.olivacea</i>) setiap perlakuan	99
25.	Uji Tukey indeks stres komulatif larva kepiting bakau (<i>S. olivacea</i>) setiap perlakuan	100
26.	Panjang tubuh awal, akhir dan pertumbuhan panjang tubuh Larva Kepiting Bakau (<i>S. Olivacea</i>) pada setiap perlakuan ...	101
27.	Lebar karapas awal, akhir dan pertumbuhan lebar karapas larva kepiting bakau (<i>S. oliacea</i>) pada setiap perlakuan	102
28.	Deskriptif pertumbuhan panjang dan lebar karapas larva kepiting bakau (<i>S. olivacea</i>) pada akhir penelitian yang diberi pakan hasil bioenkapsulasi dengan emulsi karotenoid	103
29.	Hasil analisis ragam pertumbuhan panjang larva kepiting bakau (<i>S. olivacea</i>) setiap perlakuan	104
30.	Hasil analisis ragam lebar karapas larva kepiting bakau (<i>S. olivacea</i>)	104
31.	Uji Tukey pertumbuhan panjang dan lebar karapas Larva Kepiting Bakau (<i>S. olivacea</i>)	105
32.	Hasil pengukuran fisika-kimia air media pemeliharaan larva kepiting bakau (<i>S. olivacea</i>) pada setiap perlakuan	106

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Scylla olivacea merupakan salah satu dari empat spesies kepiting bakau yang banyak ditemukan di Sulawesi Selatan dan potensial untuk dibudidayakan. Salah satu faktor penentu keberhasilan budidaya kepiting bakau adalah ketersediaan benih. Sampai saat ini kebutuhan benih masih diperoleh dari hasil penangkapan di alam yang sifatnya fluktuatif. Oleh sebab itu, diperlukan upaya alternatif penyediaan benih dengan memproduksi benih secara massal melalui usaha pembenihan.

Usaha pembenihan kepiting bakau sampai saat ini masih menghadapi masalah utama yaitu, masih rendahnya sintasan larva berkisar 18,70% – 25,67% terutama pada stadia zoea (Fujaya *et al.*, 2002; Karim *et al.*, 2003). Salah satu penyebab adalah rendahnya mutu pakan yang diberikan dan kondisi larva yang masih sangat labil, sebab larva masih berada dalam proses organogenesis, organ mata belum terbentuk sempurna. Oleh sebab itu diperlukan suplementasi nutrisi yang berkualitas untuk membantu penyempurnaan fungsi organ mata tersebut (Karim, 2006). Selain itu pada stadia awal, ketahanan tubuh larva pada berbagai perubahan dan guncangan lingkungan masih sangat rendah, sehingga diperlukan energi yang besar untuk mempertahankan diri agar terhindar

dari stres akibat perubahan-perubahan tersebut. Energi hanya dapat diperoleh larva melalui pakan yang dikonsumsi. Oleh sebab itu sebelum diberikan ke larva, pakan terlebih dahulu diperkaya dengan bahan-bahan tertentu yang mampu meningkatkan sintasan.

Pakan yang umum digunakan pada pemeliharaan larva kepiting bakau adalah pakan alami berupa rotifer (*Brachionus plicatilis*) dan nauplius *Artemia* (Watanabe, 1993 dan Yong Fu *et al.*, 1994; Karim, 2006). Manajemen aplikasi pakan sesuai kondisi hidup dan tingkat kebutuhan larva merupakan faktor penentu keberhasilan pembenihan. Berbagai penelitian yang dilakukan antara lain oleh Jantrarotai *et al.* (2002), Yunus *et al.* (1996), dan Karim *et al.* (2003) diperoleh sintasan larva kepiting bakau stadia Zoea-1 hingga megalopa berkisar antara 15 dan 23% dengan pemberian pakan berupa rotifer dan nauplius *Artemia*. Hasil-hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa sintasan larva kepiting bakau relatif masih rendah. Guna mengatasi rendahnya sintasan larva tersebut diperlukan berbagai upaya antara lain dengan perbaikan gizi pada pakan larva.

Salah satu bahan yang diduga dapat meningkatkan sintasan larva kepiting adalah karotenoid. Karotenoid merupakan pigmen yang dihasilkan oleh organisme tertentu, mikroalga, fitoplankton dan tumbuhan lainnya. Karotenoid ini dapat diisolasi dari berbagai bahan baku yang ada di alam. Kepiting non ekonomis Karaka (*Neopiseserma lafondi*) merupakan salah satu sumber bahan baku yang sangat strategis diisolasi

untuk memperoleh karotenoid. Selain murah dan mudah diperoleh, unsur-unsur penyusun karotenoidnya terdiri atas kelompok xantofil yang selain didominasi oleh cantaxanthin, juga mengandung luthein, astaxanthin, astacene yang turunannya sebagai sumber pigmen yang dapat memperbaiki warna ikan atau udang yang mengkonsumsinya (Shahidi dan Synowiecki, 1992; Chien dan Jeng, 1992). Selain itu karotenoid memiliki fungsi dalam respirasi saat kekurangan oksigen dan sebagai pro-vitamin A, yang pada hewan fungsinya dalam hal penglihatan, pertumbuhan, reproduksi, ketahanan terhadap penyakit. Karotenoid mengandung oksigen yang cukup tinggi dalam struktur molekulnya sehingga sangat penting sebagai antioksidan yang melindungi sel-sel sensitif dan bahan-bahan yang bersifat reaktif dari proses oksidasi (Muller *et al.*, 1980).

Penelitian tentang penambahan karotenoid pada pakan larva telah dilakukan oleh Chien dan Jeng (1992) dan hasilnya dapat meningkatkan sintasan larva udang windu. Sementara itu, Fujaya *et al.* (2002) memperoleh sintasan larva kepiting bakau (*Scylla serata*) stadia Zoea-1 sampai megalopa tertinggi 25,67% dengan suplementasi karotenoid dan asam lemak ω -3 sebagai nutrisi tambahan. Namun demikian, karotenoid tidak dapat disintesis oleh organisme dalam tubuhnya sehingga perlu disuplai melalui pakannya. Suplementasi nutrisi melalui pakan dapat dilakukan dengan memperkaya pakan hidup (rotifer dan nauplius *Artemia*) menggunakan bahan yang mengandung karotenoid. Pengkayaan dengan

karotenoid dari cangkang kepiting non ekonomis, diharapkan dapat meningkatkan sintasan larva kepiting bakau.

B. Rumusan Masalah

Larva kepiting bakau pada stadia awal memanfaatkan nutrisi dan energi pakan yang tersedia pada tubuhnya, yaitu kuning telur dan butiran minyak. Setelah larva dapat menyesuaikan diri dengan lingkungannya dan perkembangan alat pencernaan sudah memadai, larva akan mulai mengonsumsi pakan dari luar tubuhnya. Meskipun kuning telur dan butiran minyak masih tersedia, namun pakan dari luar sudah dapat diberikan. Dengan demikian, akan tersedia energi siap pakai untuk pemenuhan kebutuhan dasar agar larva dapat mempertahankan sintasannya pada fase tersebut.

Pada stadia awal, larva membutuhkan energi yang sangat besar, yang hanya dapat diperoleh melalui pakan yang dikonsumsi. Konsumsi pakan yang tinggi dapat dicapai apabila kondisi larva tetap stabil dalam menganalisis perubahan-perubahan yang terjadi baik dalam tubuh maupun lingkungannya. Tingkat pemangsaan pakan yang tinggi oleh larva kepiting akan meningkatkan energi dalam tubuh.

Rotifer dan nauplius *Artemia* merupakan pakan alami yang cocok diberikan pada pemeliharaan larva kepiting bakau. Selain memiliki ukuran tubuh yang kecil, juga mengandung nutrisi yang cukup baik. Namun demikian, peningkatan nilai gizi rotifer dan nauplius *Artemia* dapat

dilakukan dengan memperkaya pakan tersebut dengan karotenoid yang secara tidak langsung berperan penting dalam kehidupan larva diantaranya menyerap dan memantulkan radiasi yang bersifat merusak organ tubuh, sebagai pro-vitamin A yang pada hewan berperan dalam hal penglihatan, pertumbuhan, ketahanan pada penyakit. Pada kondisi lingkungan yang optimum dan kandungan gizi pakan lainnya terpenuhi maka penambahan karotenoid dapat meningkatkan sintasan dan pertumbuhan larva kepiting bakau secara maksimal.

Berdasarkan uraian di atas, dapat dirumuskan masalah penelitian sebagai berikut :

1. Berapa dosis bioenkapsulasi emulsi karotenoid dari cangkang kepiting non-ekonomis yang optimal untuk meningkatkan kandungan karotenoid pakan alami (rotifer dan nauplius *Artemia*) ?
2. Berapa dosis bioenkapsulasi emulsi karotenoid hasil isolasi dari cangkang kepiting non ekonomis yang optimal untuk menghasilkan sintasan larva kepiting bakau (*Scylla olivacea*) yang maksimal?

C. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan :

1. Menentukan dosis bioenkapsulasi emulsi karotenoid dari cangkang kepiting non ekonomis yang optimal untuk meningkatkan kandungan karotenoid dalam pakan alami (rotifer dan nauplius *Artemia*).

2. Menentukan dosis bioenkapsulasi emulsi karotenoid dari cangkang kepiting non ekonomis yang optimal dalam menghasilkan sintasan dan pertumbuhan larva kepiting bakau (*S. olivacea*) yang maksimal.

D. Kegunaan Penelitian

Hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Sebagai bahan informasi bagi usaha pembenihan kepiting bakau tentang penggunaan emulsi karotenoid dari cangkang kepiting non ekonomis sebagai bioenkapsulan pakan hidup (rotifer dan nauplius *Artemia*).
2. Menemukan teknologi terobosan pembenihan kepiting bakau yang handal tetapi murah dan mudah dilakukan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

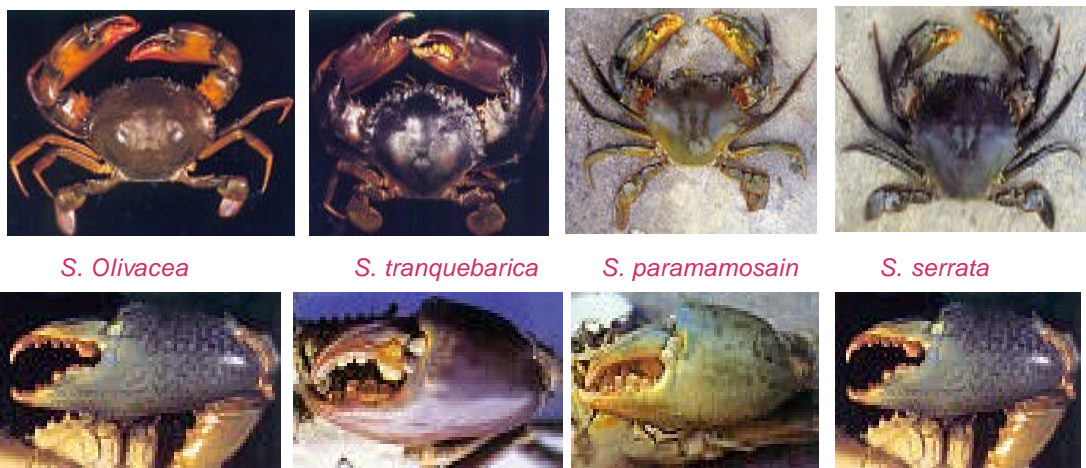
A. Sistematika dan Ciri Morfologi

Kepiting bakau tergolong dalam phylum Arthropoda, subphylum Mandibulata, kelas Crustacea, subkelas Malacostraca, seri Eumalacostraca, superordo Eucarida, ordo Decapoda, subordo Raptantia, seksi Branchiura, subseksi Branchyrhyncha, famili Fortunidae, marga *Scylla* (Motoh 1977; Warner 1977).

Menurut Motoh (1977), di dalam marga *Scylla* terdapat empat spesies masing-masing *Scylla serrata*, *S. tranquebarica*, *S. paramamosain* dan *S. olivacea*. Perbedaan dari keempatnya menurut Warner (1977) dan Keenan *et al.* (1998) dapat dilihat dari bentuk morfologi, yakni pada bentuk duri diantara mata dan keberadaan duri pada korpus. *S. serrata* memiliki bentuk duri diantara mata yang tinggi dan runcing serta terdapat dua buah duri pada sisi luar korpus, pola polygonal terdapat pada seluruh *appendages*, berwarna coklat. *S. paramamosain* memiliki bentuk duri di antara mata yang runcing, namun tidak ada duri pada sisi luar korpus, pada dua tungkai terakhir terdapat pola polygonal, sedangkan *appendages* lebih sedikit atau tidak ada, berwarna hijau, berukuran kecil dan mempunyai kaki yang panjang, tingginya sedang, terdapat pola titik-titik dan segi tiga pada duri bagian depan. *S. tranquebarica* memiliki bentuk duri di antara mata yang agak

rendah namun lebih tinggi dari *S. olivacea* dan juga bulat, berwarna hijau gelap, lunak, duri bagian depan tumpul, pada bagian korpus dan *propodus* terdapat sepasang duri yang besar, pola polygonal terdapat pada dua tangkai terakhir sedangkan pada *appendages* yang lain sedikit atau tidak ada. *S. olivacea* memiliki bentuk duri di antara dua mata yang rendah, membulat serta tidak ada duri pada sisi luar korpus, pada seluruh *appendages* tidak terdapat pola polygonal (Gambar 1).

Perbedaan antara kepiting jantan dan betina dapat diketahui dengan mengamati ruas-ruas abdomennya. Kepiting jantan ruas abdomennya sempit, sedang pada betina lebih besar. Perut kepiting jantan berbentuk segitiga meruncing, sedangkan betina berbentuk segitiga melebar. Perbedaan lain adalah *pleopod* yang terletak di bawah abdomen, dimana pada kepiting jantan *pleopod* berfungsi sebagai alat kopulasi, sedangkan pada betina sebagai tempat melekatnya telur (Motoh, 1977 dan Warner, 1977).



Gambar 1. Morfologi Kepiting Bakau (Sumber : Keenan, 1998)

Menurut Warner (1977), struktur khusus yang dimiliki oleh kepiting bakau adalah sebagai berikut : (1) Bentuk tubuh gemuk, besar dan padat dengan abdomen yang tereduksi. Pada bagian depan terdapat sepasang capit atau *cheliped* dan empat pasang kaki jalan yang terletak di sisi kanan dan kiri tubuhnya. Sumbu *transversal* tubuhnya secara umum merupakan yang terpanjang, sehingga dapat berjalan ke arah samping; (2) tubuh bersegmen, yaitu 6 segmen kepala yang bersatu, 8 segmen *thorax* dan 6 segmen *abdominal*, dan (3) karapas merupakan lapisan kutikula yang terbentang dari bagian belakang kepala untuk menutupi *thorax* secara dorsal dan lateral.

B. Siklus Hidup Kepiting Bakau

Siklus hidup kepiting bakau sebagian besar berlangsung di laut, perairan bakau atau payau dan estuaria. Kepiting bakau yang telah dewasa cenderung bermigrasi ke laut untuk memijah. Pada masa juvenil sampai menjelang dewasa atau kepiting dewasa hidup di pantai, muara-muara sungai dan hutan bakau dengan cara membuat lubang (Lavina, 1980).

Kepiting bakau melangsungkan perkawinan di perairan bakau dan secara berangsur-angsur sesuai dengan perkembangan telurnya, yang betina akan beruaya ke laut dalam untuk melepaskan telur-telurnya (ovulasi). Kepiting jantan biasanya tetap di perairan bakau atau estuaria, yaitu pada bagian-bagian perairan yang berlumpur dimana organisme

pakannya melimpah. Kepiting muda atau juvenil beruaya ke perairan pantai atau muara sungai untuk mencari pakan dan perlindungan. Kepiting muda dan dewasa seringkali dijumpai dalam lubang-lubang pada habitat berlumpur dan di sela-sela akar bakau. Kepiting jantan biasanya tetap di perairan bakau atau estuaria, yaitu pada bagian-bagian perairan yang berlumpur dan banyak tersedia pakannya (Mardjono *et al.*, 1994).

Kepiting bakau mengalami perkembangan mulai dari telur sampai mencapai ukuran dewasa dengan beberapa tingkat perkembangan yaitu : zoea, megalopa, kepiting muda dan dewasa. Sebagai fase awal larva adalah stadia zoea yang terdiri atas 5 tingkatan. Setiap tingkatan dibedakan dengan adanya penambahan/perkembangan organ tubuh, baik organ tubuh yang menunjang kemampuan bergerak maupun untuk aktivitas makan. Perkembangan larva kepiting dari tingkat zoea-1 ke zoea selanjutnya memerlukan waktu 3 – 4 hari. Setelah melewati 5 tingkat zoea dengan cara 5 kali *molting* (pergantian kulit) terbentuklah stadia megalopa. Pergantian kulit pada zoea dan megalopa berlangsung melalui perobekan pada bagian punggung yaitu antara *cephalothorax* dan *abdomen* (Warner, 1977; Mardjono *et al.*, 1994).

Larva kepiting mengalami 6 (enam) kali metamorfosa sebelum mencapai kepiting muda dalam bentuk definitif, yakni : zoea-1, zoea-2, zoea-3, zoea-4, zoea-5 dan megalopa. Larva pada stadia zoea-1 nampak transparan, panjang tubuh mencapai 1,15 mm, duri-duri rostrum 0,35 mm, duri dorsal 0,48, duri lateral 0,19 mm, mata menempel, antenula tidak

bersegmen serta pendek dan mempunyai 3 *aesthetes* panjang, antenna berduri panjang, *exopodite* antenne merupakan duri pendek dan seta panjang. Stadia zoea-2 panjang mencapai 1,51 mm, duri rostrum 0,39 mm, duri dorsa 0,54 mm, duri lateral 0,2 mm, mata bertangkai, antenula dengan 4 *aesthetes* dan 2 seta pendek yang panjangnya tidak sama, antenna seperti pada substadia zoea-1 tetapi ukurannya berbeda. Stadia zoea-3 panjang mencapai 1,93 mm, duri rostrum 0,52 mm, duri dorsal 0,63 mm, duri lateral 0,24 mm, antenula seperti pada zoea-2 tetapi lebih besar, antenna merupakan kuncup kecil yang berpangkal pada flagellum. Stadia zoea-4 panjang 2,40 mm, duri dorsal 0,72 mm, duri lateral 0,28 mm, antenula mempunyai *aesthetes* panjang dan 2 seta serta sub-terminal, antenna mempunyai *flagellum* atau *endopodite* panjang. Pada Stadia zoea-5 panjang mencapai 3,43 mm, duri dorsal 1,31 mm, duri rostral 1,07 mm, duri lateral 0,32 mm, antenula dengan *aesthetes* dalam tiga tingkatan dan *endopodite* merupakan kuncup, seluruh *periopod* bertambah panjang dan mulai bersegmen. Dari stadia zoea ke dewasa, kepiting melakukan pergantian kulit (*moulting*) sebanyak 20 kali. Pergantian kulit pada setiap stadia zoea berlangsung relatif cepat (3 sampai 4 hari), tergantung lingkungan (ketersediaan pakan). Perkembangan dari zoea ke megalopa berlangsung selama 18 sampai 20 hari, megalopa ke kepiting muda atau juvenile (Crab I) selama 11 sampai 12 hari dan kepiting muda ke dewasa selama 30 sampai 34 hari. Fase keempat atau fase menjelang dewasa dicapai setelah mengalami moulting

kurang lebih 20 kali sejak dari fase zoea, dan kepiting bakau mulai dewasa pada ukuran panjang karapas 42,70 mm (Mardjono *et al.*, 1994).

Jumlah zoea yang dihasilkan pada setiap kali pemijahan tergantung pada ukuran induk dan frekuensi pemijahan. Semakin besar kepiting, semakin banyak jumlah telurnya namun semakin tinggi frekuensi pemijahan, jumlah telur yang dihasilkan makin sedikit. Seekor kepiting betina dengan bobot \approx 500 gram dan memijah pertama kali untuk satu siklus reproduksi dapat menghasilkan \approx 2.000.000 telur. Telur kepiting sebaiknya ditetaskan pada suhu air laut \approx 28 sampai 31 °C dan salinitas 30 sampai 35 ppt. Kepiting muda yang baru berganti kulit dari megalopa dan memenuhi muara sungai dapat mentolerir salinitas air yang rendah (0 sampai 24 ppt) dan suhu 10°C (Mardjono *et al.*, 1994).

C. Pakan

Larva kepiting, seperti hewan laut lainnya, membutuhkan pakan untuk mempertahankan vitalitasnya (eksistensi hidup dan pertumbuhan). Fungsi pakan secara umum adalah sebagai sumber energi dan materi pembangun tubuh. Materi pembangun tubuh terdiri atas protein, sedangkan sebagai sumber energi berasal dari karbohidrat dan lemak (Anwar dan Piliang, 1992). Manajemen aplikasi pakan sesuai kondisi hidup dan tingkat kebutuhan larva merupakan faktor penentu keberhasilan pembenihan. Tujuan akhir dari aplikasi pakan adalah untuk mendapatkan kelangsungan hidup yang tinggi, laju pertumbuhan yang pesat dengan

biaya yang terjangkau, mudah penanganannya, dan mampu menghasilkan larva dengan vitalitas yang tinggi.

Kepiting bakau dewasa termasuk jenis hewan pemakan segala bangkai (*omnivorous scavenger*). Pada saat larva, kepiting bakau memakan plankton, dan pada saat juvenil menyukai detritus, sedangkan kepiting dewasa menyukai ikan dan mollusca terutama kekerangan (Sheen, 2000; Millamena dan Quinito, 2000).

Pada pemeliharaan larva, pakan yang cocok diberikan adalah pakan hidup yang mempunyai ukuran tubuh lebih kecil dari pada ukuran larva. Pakan yang telah berhasil meningkatkan kelulusan hidup larva adalah rotifer dan nauplius *Artemia* (Yong Fu *et al.*, 1993).

Pada pembenihan kepiting bakau, rotifer dan nauplius *Artemia* merupakan pakan hidup yang penting karena memiliki kandungan nutrisi yang tinggi dan dapat diproduksi secara mudah (Takeuchi, 2000; Karim, 2006). Menurut Fernandes-Reiriz *et al.* (1993), rotifer mengandung 36,06% protein, 16,65% karbohidrat dan 10,48% lemak. Kedua jenis pakan tersebut diberikan pada larva kepiting bakau secara berkesinambungan, yakni rotifer untuk zoea-1 sampai zoea-3, kombinasi antara rotifer dan naupli *Artemia* hingga megalopa.

Rotifer memiliki ukuran relatif kecil sesuai dengan bukaan mulut larva sehingga sangat penting dalam penggunaannya sebagai pakan alami, selain memiliki kandungan gizi yang baik. Rotifer ini dapat ditingkatkan gizinya melalui pengelolaan kualitas nutrisi sehingga

memungkinkan diadakannya manipulasi kualitas nutrisi secara mudah. Manipulasi kualitas nutrisi dapat dilakukan dengan cara bioenkapsulasi sebelum diberikan kepada larva (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).

Artemia sp banyak digunakan sebagai pakan alami karena mempunyai lapisan eksoskeleton yang tipis, sehingga mudah dicerna oleh larva. Pada stadia naupli, terjadi defisiensi nutrisi, pada *Artemia* dewasa, defisiensi tersebut sudah dapat dikurangi, karena merupakan organisme non-selektif plankton feeder. Penambahan nutrisi pada naupli *Artemia* tersebut dapat diperoleh dengan penambahan dari luar, salah satunya melalui metode bioenkapsulasi menggunakan minyak ikan kaya karotenoid (Fernandes-Reiriz *et al.*, 1993).

Selain kualitas proteinnya yang cukup tinggi, juga ukurannya yang relatif kecil (100 sampai 200 μ), nauplius *Artemia* merupakan salah satu jenis pakan alami yang sangat ideal sebagai pakan bagi organisme krustase (udang dan kepiting), bahkan untuk benih-benih ikan laut lainnya (Harefa, 1997).

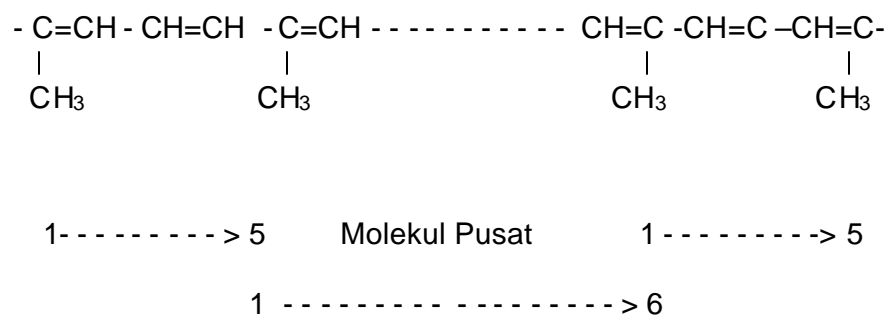
D. Karotenoid dan Pengkayaan

Karotenoid merupakan suatu pigmen yang dihasilkan oleh organisme tertentu, mikroalga, fitoplankton, dan tumbuhan lainnya. Karotenoid tersebut disintesa kemudian menghasilkan senyawa beragam seperti vitamin A. Dari sejumlah jenis pigmen alami, karotenoid merupakan pigmen alami yang paling banyak ditemukan. Karotenoid bersama dengan protein lain menghasilkan warna kuning dan merah yang terang pada tanaman warna coklat, jingga, hijau dan biru pada ikan dan krustase. Warna yang dimiliki oleh karotenoid bersumber dari gugus khromofor yang terdapat dalam molekul pigmen dan merupakan hidrokarbon atau turunannya yang tersusun dari 8 unit isoprene (C_5H_8) dan membentuk alifatik-alifatik (Davis, 1985).

Sumber karotenoid yang sangat potensial adalah cangkang krustase terutama udang dan kepiting, namun sampai saat ini belum dimanfaatkan dengan baik. Kuantifikasi karotenoid dari limbah udang dan kepiting yang berasal dari daerah dingin menunjukkan kadar antara 119,6 dan 147,7 mg karotenoid/kg berat basah cangkang (Shahidi dan Synowiecky, 1992).

Karotenoid dapat dikelompokkan menjadi empat golongan yaitu karoten, xantofil yang merupakan turunan oksidasi dan hidroksi, ester xantofil dengan asam lemak dan asam-asam karotenoid. Karotenoid mempunyai sifat-sifat tertentu diantaranya tidak larut dalam air, larut dalam minyak, larut dalam hidrokarbon alifatik dan aromatik seperti heksana dan benzene serta larut dalam hidrokarbon terklorinasi seperti kloroform dan

metilen klorida. Pigmen karotenoid mempunyai struktur alifatik atau alisiklik yang pada umumnya disusun oleh delapan unit isoprena, dimana kedua gugus metil yang dekat pada molekul pusat terletak pada posisi C₁ dan C₆, sedangkan gugus metil lainnya terletak pada posisi C₁ dan C₅, serta diantaranya terdapat ikatan ganda terkonjugasi. Semua senyawa karotenoid mengandung sekurang-kurangnya empat gugus metil dan selalu terdapat ikatan ganda terkonjugasi diantara gugus metil tersebut (Mappiratu, 1990). Struktur dasar karotenoid dan struktur molekul beberapa senyawa karotenoid alami dapat dilihat pada Gambar 2 dan 3.



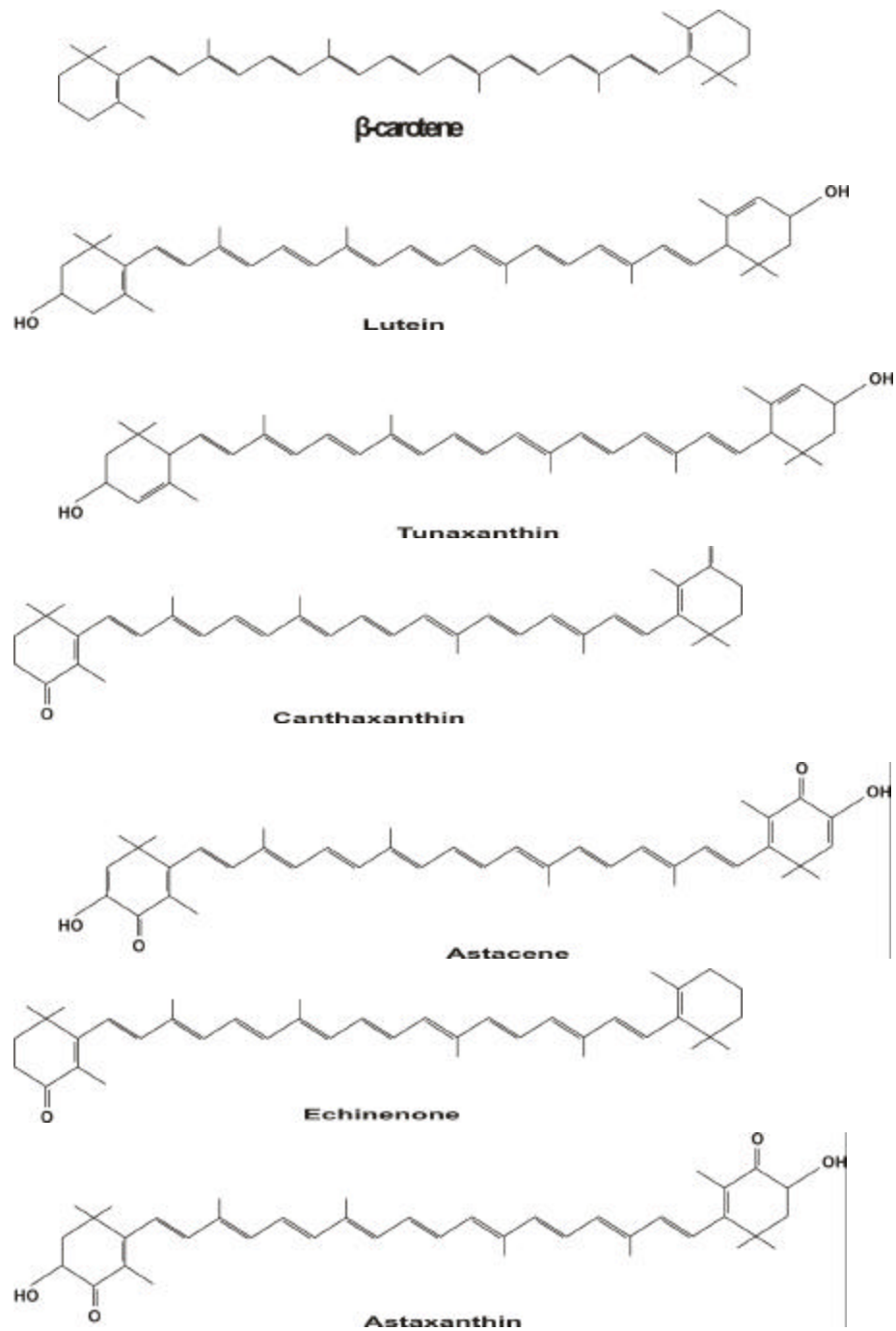
Gambar 2. Struktur dasar karotenoid (Mappiratu, 1990).

Fungsi penting karotenoid yang sampai saat ini diketahui antara lain kemampuannya menyerap dan memantulkan radiasi yang bersifat merusak organ tubuh hewan (Muller *et al.*, 1980), sebagai antioksidan yang melindungi sel-sel sensitif dan bahan-bahan yang bersifat reaktif dari proses oksidasi (Tacon, 1981), memiliki fungsi fisiologis dalam proses respirasi saat kekurangan oksigen dan sebagai pro-vitamin A (Craick,

1985). 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 (Czeezuga, 1979 ; Shimizu *et al.*, 1981).

Aspek terpenting karotenoid untuk pigmentasi spesies ikan budidaya berhubungan dengan kuantitas pigmen karotenoid dalam pakan. Pigmen karotenoid dipengaruhi oleh warnanya sendiri dan pengaruh warna dalam jaringan khusus, struktur kimianya, konfigurasi, bentuk ikatan serta daya larutnya (Latscha, 1990).

Penambahan karotenoid dalam pakan larva memegang peranan penting dalam peningkatan sintasan. Hal ini disebabkan karotenoid merupakan komponen biologi penting, namun hewan tidak dapat mensintesisnya secara *de-novo* (sendiri dalam tubuh) sehingga perlu mendapatkannya dari pakan (Chien dan Jeng, 1992). Fujaya *et al* (2002) mengemukakan bahwa penambahan karotenoid ke dalam pakan larva merupakan salah satu cara pencegahan infeksi parasit dari dalam tubuh larva itu sendiri. Selanjutnya Rosa dan Johny (1999) mengemukakan bahwa pencegahan infeksi parasit dari luar dapat menggunakan trifularion, fungisida dan malachite green oksalat.



Gambar 3. Struktur molekul beberapa senyawa karotenoid alami (Simpson, 1982)

Teknologi sederhana dapat digunakan untuk mengisolasi karotenoid dari buangan cangkang kepiting maupun udang. Karotenoid yang diisolasi dari cangkang buangan dapat digunakan untuk pakan ikan dalam industri budidaya. Isolasi karotenoid dari buangan cangkang kepiting dan udang yang akan digunakan untuk pakan sebaiknya diekstraksi dengan minyak ikan. Penggunaan minyak ikan untuk ekstraksi pigmen karotenoid dapat menambah kandungan asam lemak ω -3 yang berperan penting dalam mendukung pertumbuhan dan kelangsungan hidup larva (Shahidi dan Synowiecky, 1992).

Larva kepiting bakau yang mengkonsumsi pakan yang telah diperkaya dengan minyak ikan kaya karotenoid dari limbah udang secara nyata menunjukkan peningkatan sintasan dan pertumbuhan serta memperlihatkan daya tahan tubuh yang lebih tinggi dibanding dengan kepiting yang mengkonsumsi pakan tanpa pengkayaan. Karotenoid dan asam lemak ω 3 dalam minyak ikan (MIK) telah digunakan sebagai bioenkapsulan pakan hidup. Karotenoid dari kepala udang dan asam lemak ω 3 dari minyak ikan mampu meningkatkan nutrisi pakan hidup larva kepiting bakau. Pakan hidup yang diperkaya dengan kombinasi 10 g MIK dengan lama pengkayaan 24 jam, menunjukkan tingkat daya tahan yang tinggi terhadap serangan parasit sehingga menghasilkan sintasan larva yang tinggi yakni 25,67% dibanding yang tanpa pengkayaan (Fujaya *et al.*, 2002).

Rotifer dapat ditingkatkan gizinya melalui pengelolaan kualitas nutrisi sehingga memungkinkan diadakannya manipulasi kualitas nutrisi secara mudah. Manipulasi kualitas nutrisi dapat dilakukan dengan cara bioenkapsulasi sebelum diberikan kepada larva (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995). Beberapa penelitian tentang pengkayaan rotifer dan nauplius *Artemia*, antara lain dilakukan oleh Watanabe *et al.* (1993) ; Karim (2000) dan Karim (2006) telah meningkatkan kandungan asam lemak esensial Eikosapentaenoat (EPA) dan Dokosa Heksaenoat (DHA) rotifer dan nauplius *Artemia* yang memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan dan sintasan ikan dan krustase.

Teknik pengkayaan nutrisi *Artemia* (*enrichment*) juga dapat dilakukan dengan metode perendaman dengan memberikan larutan emulsi minyak hati ikan kod yang mengandung ? 3 HUFA tinggi pada stadia naupli, perlakuan ini dapat meningkatkan ? 3 HUFA dari 3 menjadi 11% (Kanazawa, 1985).

Karim (2006) menyatakan bahwa pengkayaan nauplius *Artemia* dengan asam lemak yang digunakan sebagai pakan dalam pemeliharaan larva udang windu menghasilkan sintasan 80% dengan tingkat ketahanan stres hanya berkisar 22,0 sampai 22,5%.

E. Stres

Stres merupakan suatu respon yang terakumulasi akibat adanya stimulasi dari faktor eksternal organisme akuatik (Pickering, 1981). Selanjutnya Wedemeyer dan McLeay (1981) mengemukakan bahwa stress merupakan suatu akibat perubahan lingkungan yang menekan *homeostatic* atau melebihi proses stabilisasi normal pada tingkat organisasi biologi suatu organisme yang diakibatkan oleh suatu *stressor* atau faktor lingkungan itu sendiri. Dalam hal ini *stressor* (stres) merupakan suatu perubahan yang menghasilkan respon fisiologis.

Perubahan fisiologis yang terjadi pada tingkat organisme diistilahkan sebagai sindrom adaptasi umum. Gejala adaptasi umum tersebut terdiri atas : (1) reaksi peringatan dini yang berkaitan dengan pelepasan hormon catecholamine dan corticosteroid, (2) suatu keadaan resisten pada masa adaptasi, dan (3) keadaan kelelahan yang sangat akibat stres (Wedemeyer and McLeay, 1981).

Bagi organisme akuatik, termasuk kepiting bakau, apabila mengalami stres akibat perubahan lingkungan yang ekstrim, maka refleksi yang diberikan antara lain perubahan tingkah laku atau aktifitas pergerakan yang tidak normal, mudah terserang penyakit, penurunan pertumbuhan dan kematian (Ako *et al.*, 1994).

F. Kualitas Air

Salah satu faktor yang berpengaruh pada pemeliharaan larva kepiting bakau, adalah faktor lingkungan sebab sangat menentukan sintasan dan pertumbuhan. Oleh sebab itu, agar sintasan dan pertumbuhan optimal maka diperlukan kondisi lingkungan yang optimal untuk kepentingan proses fisiologis pertumbuhan. Beberapa faktor lingkungan yang sangat berpengaruh adalah; suhu, salinitas, pH, oksigen dan lain-lain.

Suhu dapat mempengaruhi berbagai fungsi metabolisme dari organisme akuatik seperti laju perkembangan embrionik, pergerakan, proses metamorfosa (*moulting*), pertumbuhan, nafsu makan, dan reproduksi kepiting bakau. Menurut Mardjono *et al.* (1994), suhu yang baik untuk pemeliharaan larva kepiting bakau berkisar 24 sampai 31°C.

Setiap fase dalam siklus hidup suatu species membutuhkan kisaran salinitas dan pH yang berbeda. Menurut Hoang, (1999) dan Rusdi *et al.* (1999) pada pH yang tinggi daya racun amonia akan meningkat, oleh sebab itu kisaran pH yang baik untuk pemeliharaan larva kepiting bakau adalah 7,5 sampai 8,5.

Rusdi (2007) mendapatkan salinitas optimum untuk Larva kepiting bakau (*S. olivacea*) berkisar 26,61 sampai 27,81 ppt. Mardjono *et al.* (1994) mengemukakan bahwa salinitas yang layak bagi kelangsungan hidup larva kepiting bakau (*S. serrata*) adalah 30 sampai 35 ppt. Larva kepiting bakau pada stadia zoea dapat mengalami kematian apabila

berada pada salinitas lebih rendah dari 17 ppt, pada sub-stadia zoea-1 tidak toleran terhadap salinitas rendah di bawah 17,5 ppt.

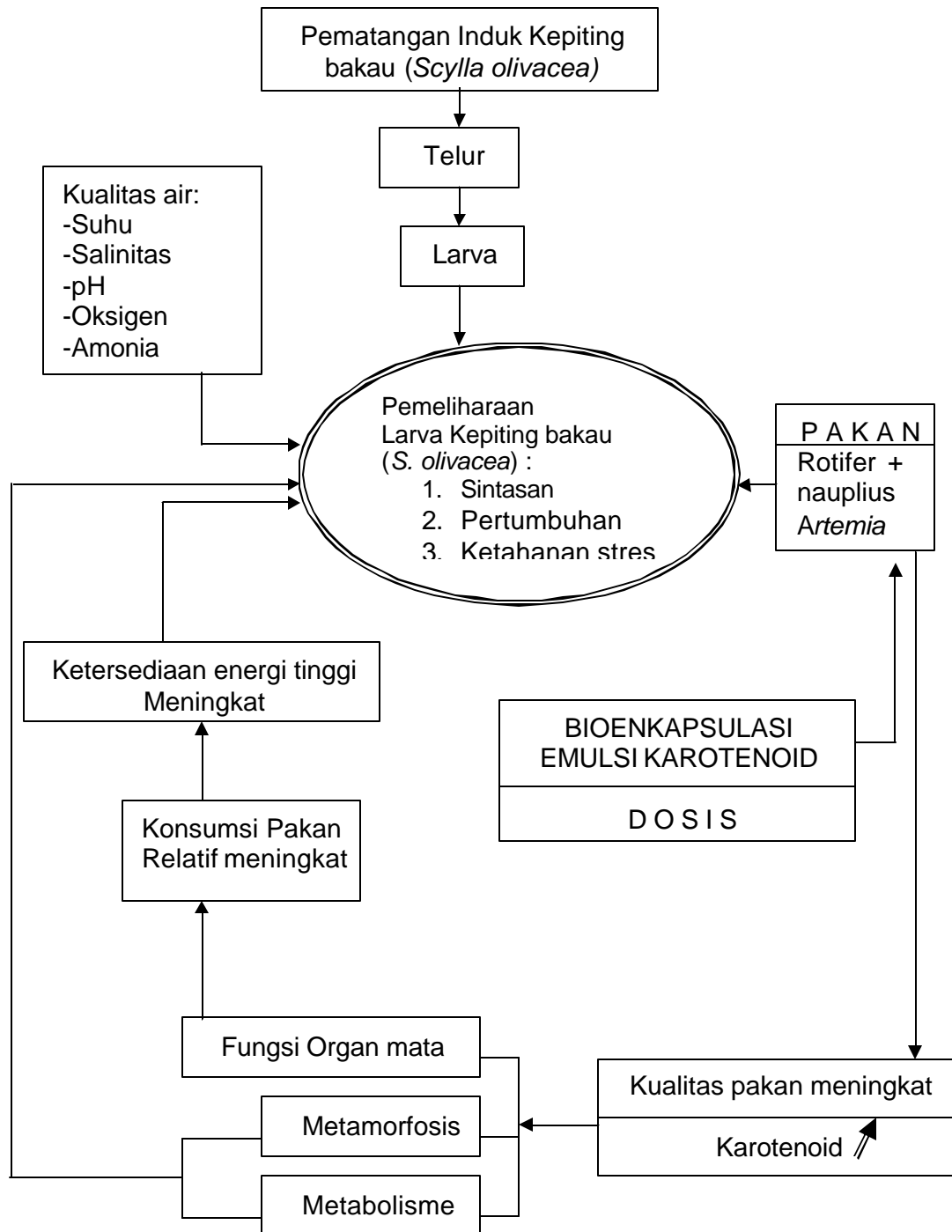
Secara umum, kandungan oksigen terlarut yang rendah (< 3 ppm) akan menyebabkan nafsu makan organisme menurun dan berpengaruh pada tingkah laku dan proses fisiologis organisme akuatik (Boyd, 1990; Cheng *et al.*, 2003).

Umumnya semua organisme yang dibudidayakan (ikan dan krustase) tidak mampu mentolerir fluktuasi oksigen yang ekstrim. Oleh sebab itu, kandungan oksigen terlarut harus selalu dipertahankan dalam kondisi optimum. Untuk pemeliharaan larva, kandungan oksigen sebaiknya lebih besar dari 3 ppm (Hoang, 1999 ; Karim, 2006).

Amoniak bersifat toksik sehingga dalam konsentrasi yang tinggi dapat meracuni organisme. Oleh sebab itu, agar larva kepiting bakau dapat hidup dengan baik, maka konsentrasi amoniak dalam media disarankan tidak lebih dari 0,1 ppm (Roscoe *et al.*, 2004 ; Karim, 2006;).

G. Kerangka Pikir Penelitian

Salah satu faktor yang menentukan keberhasilan usaha pembenihan kepiting bakau adalah tersedianya pakan yang berkualitas untuk larva. Kualitas pakan dapat ditingkatkan dengan suplementasi karotenoid melalui metode pengkayaan (bioenkapsulasi). Fungsi penting karotenoid adalah sebagai pro Vitamin A yang berperan dalam penglihatan, pertumbuhan, reproduksi, ketahanan terhadap penyakit. Selain itu setelah karotenoid disintesis dalam tubuh larva, akan membantu proses *moulting* metabolisme energi. Suplementasi karotenoid pada rotifer dan nauplius *Artemia* sebelum diberikan ke larva diharapkan dapat meningkatkan perkembangan fungsi organ mata sehingga larva dapat mengkonsumsi pakan secara optimal, yang pada akhirnya akan meningkatkan sintasan dan pertumbuhan larva kepiting bakau. Adapun alur pemikiran dari penelitian ini disajikan pada Gambar 4 :



Gambar 4. Bagan Kerangka Penelitian

H. Hipotesis

Berdasarkan permasalahan di atas, maka dirumuskan hipotesis sebagai berikut:

1. Diduga bioenkapsulasi emulsi karotenoid dari cangkang kepiting non ekonomis dengan dosis optimal dapat meningkatkan kandungan karotenoid pakan alami (rotifer dan nauplius *Artemia*).
2. Diduga peningkatan kualitas pakan alami hasil bioenkapsulasi dengan emulsi karotenoid dari cangkang kepiting non ekonomis pada dosis optimal dapat meningkatkan sintasan dan pertumbuhan larva kepiting bakau (*S. olivacea*).