

TESIS

PENGARUH PENGKAYAAN ROTIFER DAN ARTEMIA DENGAN BETA KAROTEN PADA PEMELIHARAAN LARVA RAJUNGAN (*Portunus pelagicus*)

*THE EFFECT OF ROTIFER AND ARTEMIA ENRICHMENT WITH BETA
CAROTENE IN THE REARING OF BLUE SWIMMING CRAB
(Portunus pelagicus) LARVAE*

KHAIRIL JAMAL
L012171029



**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2019**



Optimization Software:
www.balesio.com

**PENGARUH PENGKAYAAN ROTIFER DAN ARTEMIA DENGAN BETA
KAROTEN PADA PEMELIHARAAN LARVA RAJUNGAN
(*Portunus pelagicus*)**

Tesis
Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Magister

Program Studi
Ilmu Perikanan

Disusun dan diajukan oleh

KHAIRIL JAMAL

Kepada

**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2019**



Optimization Software:
www.balesio.com

TESIS

PENGARUH PENGKAYAAN ROTIFER DAN ARTEMIA DENGAN BETA
KAROTEN PADA PEMELIHARAAN LARVA RAJUNGAN
(*Portunus pelagicus*)

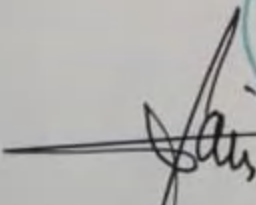
Disusun dan Diajukan Oleh:

KHAIRIL JAMAL

NOMOR POKOK L012171029

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Tesis
Pada tanggal 8 Juli 2019
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui
Komisi Penasihat,


Dr. Ir. Zainuddin, M.Si
Ketua


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



Optimization Software:
www.balesio.com

am Studi
anan

Dekan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan
Universitas Hasanuddin



din, M.Si

Dr. Ir. St. Aisjah Farhum, M.Si

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Khairil Jamal

NIM : L012171029

Program Studi : Ilmu Perikanan

Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan Unhas

Menyatakan bahwa Tesis dengan Judul "**Pengaruh Pengkayaan Rotifer dan Artemia dengan Beta Karoten pada Pemeliharaan Larva Rajungan (*Portunus pelagicus*)**" ini adalah karya penelitian saya sendiri dan bebas plagiat, serta tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik serta tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali secara tertulis digunakan sebagai acuan dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber acuan serta daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam karya ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan (Permendiknas No. 17, tahun 2007).

Makassar, 01 Juli 2019

Penulis

Khairil Jamal
L012171029



PRAKATA

Tiada kata yang lebih pantas dan indah penulis ucapkan selain puji dan syukur kepada Allah SWT atas selesainya penyusunan tesis ini yang berjudul **“Pengaruh Pengkayaan Rotifer dan Artemia dengan Beta Karoten pada Pemeliharaan Larva Rajungan (*Portunus pelagicus*)”**. Penyusunan tesis ini merupakan salah satu syarat kelulusan untuk memperoleh gelas Magister.

Penulis menyadari bahwa selesainya tesis tidak lepas dari bantuan banyak pihak. Olehnya itu penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan setinggi tingginya kepada:

1. Dr. Ir. Zainuddin, M.Si selaku ketua komisi penasehat dan Prof. Dr. Ir. Muh. Yusri Karim, M.Si selaku anggota komisi penasehat yang telah banyak meluangkan waktu dalam membimbing dan mengarahkan penulis.
2. Dr. Marlina Achmad, S.Pi, M.Si., Dr. Ir. Dody Dh. Trijuno, M.App.Sc dan Dr. Ir. Siti Aslamyah, MP selaku penguji yang banyak memberikan arahan dan masukan dalam penyusunan tesis ini.
3. Kementerian Kelautan dan Perikanan atas kepercayaan memberikan tugas belajar dan bantuan dana pendidikan kepada penulis.
4. Bapak Ir. Nono Hartanto, M.Aq selaku Kepala Balai Perikanan Budidaya Air Payau Takalar (BPBAPT) yang telah memberikan kepercayaan dan dukungan kepada penulis sehingga penulis dapat mengikuti tugas belajar dari Kementerian Kelautan dan Perikanan.
5. Ibu Ir. Jenny M. Muntiaha, M.Si beserta seluruh staf Laboratorium Uji BPBAPT atas dukungan, bantuan dan fasilitas yang diberikan.
6. Seluruh staff BPBAPT, terkhusus staf pembenihan rajungan bapak Faidar, S.Pi, ibu Suci, Yusriadi dan Fina atas segala bantuan dan fasilitasnya.
7. Orang tua tercinta Ibu. Hj. Mardiah Dg. Ngasi dan sosok yang selalu hadir dalam setiap doaku ayah (Alm) H. Djamaluddin Dg. Ngampa atas segala pengorbanan tanpa batas, ketulusan doa dan ridhonya.
8. Istriku tercinta Nurbaeti AT atas segala kesabaran dan dukungannya, buah hatiku tersayang Nabilah Azzahra Khairil dan Abidzar Adelard Khairil serta anak kami yang Insya Allah hadir sebagai penyemangatku.

Ayah dan Ibu mertua, saudara-saudaraku dan keluarga besarku serta pihak yang telah mendukung penulis.



10. Saudara seangkatan di Program Studi Magister Ilmu Perikanan Universitas Hasanuddin angkatan 2017; Wahyudi, Muh. Patekkai, Andi Wakiah, Nur Fadilah Rahim, Naning Dwi Sulystyaningsih, Rachmat Hidayat, Angraeni, Nurfaidah, Muhammad Afrisal, Nur Fatma, Sitti Normawati, Muh. Irwan Achmad, Sulyana Erma Desianty, Nur Alam, Verderika Ndatangara, dan Nurjirana, terima kasih atas persaudaraannya.
11. Semua pihak yang telah yang penulis tidak dapat sebutkan satu persatu membantu.

Semoga Allah SWT memberikan balasan kebaikan atas dukungan dan bantuan kepada penulis.

Semoga Tesis ini dapat bermanfaat banyak bagi pembacanya dan kemajuan usaha pemeliharaan benih rajungan.

Makassar, Juli 2019

Penulis

Khairil Jamal



ABSTRAK

KHAIRIL JAMAL. Pengaruh pengkayaan rotifer dan artemia dengan beta karoten pada pemeliharaan larva rajungan (*Portunus pelagicus*). **(dibimbing oleh Zainuddin dan Muh. Yusri Karim)**

Salah satu masalah dalam pembenihan rajungan (*Portunus pelagicus*) adalah rendahnya kelangsungan hidup larva terutama pada stadia zoea dan megalopa. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan dosis optimum beta karoten terhadap kelangsungan hidup larva rajungan. Larva rajungan dipelihara dalam wadah baskom plastik berkapasitas 40 L yang diisi dengan air laut bersalinitas 32 ppt sebanyak 24 L dengan kepadatan 50 ekor/L. Perlakuan yang dicobakan adalah penggunaan dosis beta karoten yang berbeda pada pengkayaan rotifer dan artemia sebagai pakan alami selama pemeliharaan larva rajungan. Adapun dosis beta karoten yang digunakan yaitu 0, 5, 10 dan 15 ppm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengkayaan beta karoten dosis 10 ppm pada rotifer dan artemia memberikan hasil terbaik pada kelangsungan hidup, rasio RNA/DNA, *stress cumulative indeks* (CSI), dan laju metamorfosis larva rajungan. Kelangsungan hidup, rasio RNA/DNA, *stress cumulative indeks* (CSI) dan laju metamorfosis larva rajungan masing-masing diperoleh 59,36%; 0,903; 112,33 dan 12 hari.

Kata Kunci: Artemia, beta karoten, kelangsungan hidup,



ABSTRACT

KHAIRIL JAMAL. The effect of rotifer and artemia enrichment with beta carotene in the rearing of blue swimming crab (*Portunus pelagicus*) Larvae. **(supervised by Zainuddin and Muh. Yusri Karim)**

One of the problems in blue swimming crab (*Portunus pelagicus*) hatchery is the low survival rate of larvae, especially in the zoea and megalopa stages. This study aims to determine the optimum beta carotene dose on the survival rate of blue swimming crab larvae. The crab larvae are maintained in a 40 L plastic basin container filled with 24 L of seawater (32ppt) salinity with of 50 larvae/L density. The treatment used different beta carotene doses in rotifer and artemia. The dosage used i.e 0, 5, 10 and 15 ppm of beta carotene. The results showed that enrichment of 10 ppm beta carotene in rotifer and artemia gave the best results on survival, RNA / DNA ratio, cumulative stress index (CSI), and metamorphosis rate of crab larvae. Survival, RNA / DNA ratio, cumulative stress index (CSI) and metamorphosis rate of crab larvae were obtained 59.36%; 0.903; 112.33 and 12 days respectively.

Keywords: Artemia, beta carotene, blue swimming crab, rotifer, and survival rate.



Optimization Software:
www.balesio.com

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	ii
PRAKATA.....	iii
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Manfaat Penelitian.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. Biologi Rajungan	5
B. Perkembangan Larva Rajungan	6
C. Pakan larva rajungan.....	10
D. Beta Karoten.....	11
E. Ekstraksi beta karoten dari wortel.....	12
F. Kelangsungan Hidup	13
G. Stres.....	14
H. Rasio DNA/RNA	14
I. Kualitas Air	16
J. Kerangka Pikir	17
K. Hipotesis.....	18
III. METODOLOGI PENELITIAN.....	19
A. Waktu dan Tempat.....	19
B. Jenis Penelitian	19
C. Prosedur Penelitian.....	19



D. Perlakuan dan Rancangan Penelitian	22
E. Pengamatan Peubah.....	22
F. Analisis Data.....	26
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	27
A. Kandungan beta karoten rotifer, nauplius artemia dan larva rajungan	27
B. Rasio RNA dan DNA	30
C. Indeks stres kumulatif.....	32
D. Laju Metamorfosis.....	34
E. Kelangsungan Hidup	35
F. Kualitas Air	37
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	40
A. KESIMPULAN	40
B. SARAN	40
DAFTAR PUSTAKA.....	41



DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Kandungan beta karoten pada wortel dengan berbagai metode ekstraksi	13
2. Dosis pakan selama pemeliharaan larva rajungan	21
3. Larvae stage indeks (LSI)	24
4. Rata-rata kandungan beta karoten rotifer, artemia dan larva rajungan	27
5. Rata-rata Rasio RNA/DNA pada larva rajungan	30
6. Rata-rata <i>cumulative stres index</i> (CSI) larva rajungan.....	32
7. Rata-rata laju metamorfosis pemeliharaan larva rajungan (<i>Portunus pelagicus</i>) berdasarkan nilai larvae stage index (LSI).....	34
8. Rata-rata kelangsungan hidup larva rajungan	35
9. Kualitas air pemeliharaan larva rajungan (<i>Portunus pelagicus</i>).....	38



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Perbedaan abdomen rajungan betina dan jantan	5
2. Perkembangan warna pada masa inkubasi induk rajungan pasca melepaskan telur (<i>salin</i>).	6
3. Larva stadia Zoea-1	7
4. Larva stadia Zoea-2	8
5. Larva stadia zoea 3	8
6. Larva stadia zoea 4	9
7. Larva stadia megalopa	9
8. Kerangka pikir	17
9. Proses ekstraksi beta karoten dari wortel menggunakan alat Soxtherm....	20
10. Tata letak pengaturan wadah pemeliharaan larva rajungan.....	22
11. Hubungan antara dosis dan kandungan betakaroten pada rotifer.	29
12. Hubungan antara dosis dan kandungan betakaroten pada artemia.	29
13. Hubungan antara dosis betakaroten dan kandungan betakaroten pada larva rajungan.	30
14. Hubungan antara dosis beta karoten dan tingkat kelangsungan hidup larva rajungan.	37



DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

1. Kandungan beta karoten pada rotifer, artemia dan larva rajungan	47
2. Hasil analisis ragam (ANOVA) kandungan beta karoten rotifer yang telah diperkaya dengan beta karoten pada setiap perlakuan.....	47
3. Hasil uji lanjut W-Tuckey kandungan beta karoten rotifer yang telah diperkaya dengan beta karoten pada setiap perlakuan.....	48
4. Hasil analisis ragam (ANOVA) kandungan beta karoten artemia yang telah diperkaya dengan beta karoten pada setiap perlakuan.....	48
5. Hasil uji lanjut W-Tuckey beta karoten artemia yang telah diperkaya dengan beta karoten pada setiap perlakuan.....	49
6. Hasil analisis ragam (ANOVA) kandungan beta karoten larva rajungan yang telah diperkaya dengan beta karoten pada setiap perlakuan.....	49
7. Hasil uji lanjut W-Tuckey beta karoten rajungan yang telah diperkaya dengan beta karoten pada setiap perlakuan.....	50
8. Hasil analisis rasio RNA/DNA larva rajungan yang telah diperkaya dengan beta karoten pada setiap perlakuan.....	50
9. Hasil analisis ragam (ANOVA) rasio RNA/DNA larva rajungan yang telah diperkaya dengan beta karoten pada setiap perlakuan.....	51
10. Hasil uji lanjut W-Tuckey rasio RNA/DNA larva rajungan yang telah diperkaya dengan beta karoten pada setiap perlakuan.	51
11. Hasil analisis ragam (ANOVA) CSI larva rajungan yang telah diperkaya dengan beta karoten pada setiap perlakuan.	51
12. Hasil uji lanjut W-Tuckey CSI larva rajungan yang telah diperkaya dengan beta karoten pada setiap perlakuan.	52
13. Tabel Rata-rata kelangsungan hidup larva rajungan	52
14. Hasil analisis ragam (ANOVA) kelangsungan hidup larva rajungan yang telah diperkaya dengan beta karoten pada setiap perlakuan	53
15. Hasil uji lanjut W-Tuckey kelangsungan hidup larva rajungan yang telah diperkaya dengan beta karoten pada setiap perlakuan.	53



I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Berkembangnya budidaya rajungan menuntut ketersediaan benih yang cukup untuk mensuplay kebutuhan pembudidaya. Kehadiran hatchery rajungan diharapkan menjadi solusi untuk penyediaan benih rajungan yang cukup. Produksi benih rajungan menghadapi permasalahan yakni masih rendahnya tingkat kelangsungan hidup dari benih rajungan. Hal tersebut sebagai akibat dari banyaknya kematian larva rajungan yang terjadi selama proses pemeliharaan larva yang banyak terjadi pada masa proses perubahan larva rajungan dari satu fase ke fase selanjutnya (Suprayudi *dkk*, 2006).

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk meningkatkan kelangsungan hidup larva rajungan. Hasil penelitian Nikhlani dan Sukarti (2017) pada larva rajungan yang diberi pakan buatan mengandung fitoekdisteroid dengan dosis 4mg/100mg memperoleh kelangsungan hidup larva rajungan tertinggi pada stadia megalopa sebesar 10,10%. Penelitian Prastyanti *dkk* (2018) dengan pemberian nauplius artemia yang diperkaya dengan 75% minyak ikan dan 25% minyak jagung menghasilkan kelangsungan hidup larva rajungan tertinggi sebesar 12,89%.

Fase kritis dari pemeliharaan larva adalah pada fase dimana kuning telur dari larva telah habis dan mulai membutuhkan asupan nutrisi eksogen (Watanabe dan Kiron, 1994; Nikhlani, 2013). Masih tingginya kematian larva rajungan salah satu penyebabnya adalah kualitas pakan alami rotifer dan artemia yang rendah (Effendi, 2005). Nutrisi larva memegang peranan penting dalam perkembangan stadia larva sehingga pengetahuan akan nutrisi dan pemberian pakan sangat diperlukan untuk mengatasi permasalahan dalam pemeliharaan larva (Campoverde dan Estevez, 2017). Kekurangan nutrisi pada larva rajungan akan berpengaruh pada pertumbuhan dan perkembangan larva yang dapat berakibat pada kematian larva (Yufera dan Darias, 2007). Menurut Ridwan (2017) pakan dengan keseimbangan nutrien yang benar akan bermanfaat dalam memaksimalkan pertumbuhan, perkembangan dan sintasan larva. Asupan nutrisi pada larva selain digunakan untuk pertumbuhan juga berperan pada pembentukan organ pada larva.

Berdasarkan hal tersebut di atas, maka untuk menekan tingkat kematian larva pada stadia zoea hingga stadia megalopa dapat dilakukan dengan peningkatan kualitas nutrisi pakan selama fase tersebut. Peningkatan kualitas nutrisi pakan



dapat berkontribusi dalam pertumbuhan, kelangsungan hidup dan penurunan jumlah larva cacat (Pangkey, 2011). Upaya peningkatan kelangsungan hidup rajungan terutama pada stadia zoea dapat dilakukan dengan peningkatan kualitas pakan alami melalui pengayaan (*enrichment*). Pengayaan adalah pemberian nutrisi esensial bagi perkembangan larva, salah satunya adalah dengan menggunakan beta karoten. Rotifer dan artemia sebagai pakan alami rajungan pada fase larva mengandung beta karoten yang masih rendah. Kandungan beta karoten pada rotifer yaitu berkisar 0,635-0,727 mg/L dan artemia 2,150-2,627 mg/L. (Ernawati, 2017 dan Dhengi, 2018).

Fungsi beta karoten yang penting adalah sebagai antioksidan dan peranannya sebagai provitamin A, yang selanjutnya mempengaruhi perkembangan embrio, pertumbuhan yang benar, dan penglihatan (Berman *dkk.*, 2014). Semua hewan budidaya tidak dapat mensintesis vitamin A dan karotenoid secara *de novo* (Kusumaningrum, 2013). Karotenoid pada ikan memiliki fungsi fisiologis sebagai antioksidatif yang memberikan perlindungan terhadap kerusakan akibat radikal bebas dan meningkatkan imunitas terhadap patogen melalui peningkatan produksi antibodi. Peranan lain dari beta karoten pada krustasea adalah dalam pigmentasi dan pematangan gonad, dimana saat proses pematangan gonad beta karoten akan terkonsentrasi di hepatopankreas (Kristianingrum *dkk.*, 2013). De Carvalho dan Caramujo (2017) melaporkan bahwa beta karoten memberikan pengaruh yang signifikan pada ketahanan larva rajungan akibat terjadinya stres akibat salinitas, pH dan temperatur.

Beberapa penelitian tentang pemanfaatan beta karoten telah dilakukan. Pemanfaatan karotenoid jenis astaxantin dan beta karoten sebagai pigmentasi pada udang kuruma (*Penaeus japonicus*) memberikan pengaruh positif terhadap kelangsungan hidupnya (Chien dan Jeng, 1992). Penelitian Tachibana *dkk.*, (1997) pengkayaan rotifer dengan beta karoten dengan dosis 540 µg/L pada pakan larva ikan Japanese parrot fish (*Oplegnathus fasciatus*) memperoleh kelangsungan hidup sebesar 53,3% dan pada ikan yang tidak diberi beta karoten 39,5%. Pada ikan Spotted parrotfish (*Oplegnathus punctatus*) menghasilkan kelangsungan hidup 29,9% sedangkan pada ikan yang tidak diberi beta karoten sebesar 21,1%.

Beta karoten merupakan senyawa hidrokarbon yang banyak terdapat pada wortel. Wortel adalah satu sumber beta karoten dari bahan alami yang mudah diperoleh. Sumber beta karoten adalah wortel (Rahayu, 2008). Hingga saat ini informasi yang berkaitan dengan pemanfaatan beta karoten khususnya yang bersumber dari wortel



dalam pemeliharaan larva rajungan masih sangat terbatas. Oleh sebab itu, penelitian tentang pengaruh pengkayaan pakan alami dengan beta karoten pada pemeliharaan larva rajungan penting untuk dilakukan.

B. Rumusan Masalah

Masalah utama yang dihadapi pembenihan rajungan dewasa ini adalah rendahnya kelangsungan hidup dari larva terutama pada stadia zoea hingga megalopa. Rendahnya kelangsungan hidup larva rajungan disebabkan oleh rendahnya kualitas dari larva diantaranya yaitu ketahanan stress yang rendah, laju metamorfosis yang lambat dan sintesis protein yang terganggu oleh radikal bebas (Yu, 1994; Parenrengi *dkk*, 2013 dan Tanangonoan *dkk*, 1998). Untuk meningkatkan kelangsungan hidup larva rajungan perlu upaya peningkatan kualitas larva dengan meningkatkan kualitas rotifer dan artemia sebagai pakan alami selama fase larva. Salah satu nutrisi penting yang dapat menunjang kelangsungan hidup larva rajungan adalah beta karoten. Beta karoten memiliki fungsi yang penting sebagai antioksidan yang dapat mengurangi reaksi berantai radikal bebas dalam jaringan namun tidak dapat disintesis oleh larva rajungan (Rahayu, 2008; Chavarria dan Flores, 2013). Pengkayaan dengan beta karoten merupakan salah satu cara untuk meningkatkan kandungan beta karoten pada rotifer dan artemia. Pemanfaatan beta karoten pada organisme memiliki tingkat yang berbeda sehingga perlu diketahui dosis yang tepat untuk meningkatkan kelangsungan hidup larva rajungan.

Berdasarkan uraian di atas, permasalahan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah pengkayaan beta karoten pada rotifer dan artemia dapat meningkatkan kandungan beta karoten rotifer dan artemia?
2. Berapakah dosis pengkayaan beta karoten yang optimum pada rotifer dan artemia dalam menghasilkan kelangsungan hidup larva rajungan yang terbaik?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menganalisis kandungan beta karoten rotifer dan artemia setelah diperkaya dengan beta karoten.

Menentukan dosis optimum beta karoten yang diperkaya pada rotifer dan artemia dalam menghasilkan kelangsungan hidup larva rajungan yang baik.



D. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu bahan informasi tentang pengaplikasian beta karoten hasil ekstraksi wortel pada pengkayaan rotifer dan artemia untuk memperbaiki kualitas nutrisi rotifer dan artemia sebagai pakan awal larva rajungan dan meningkatkan kelangsungan hidup dalam usaha pembenihan rajungan. Selain itu hasil penelitian ini dapat menjadi bahan acuan untuk penelitian-penelitian selanjutnya.



II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Biologi Rajungan

Sebagai kelompok krustase, rajungan berkulit keras sehingga pertumbuhannya dicirikan oleh proses ganti kulit (*moulting*). Decapoda ditandai oleh adanya 10 buah (5 pasang) kaki, pasangan kaki pertama disebut capit (*cheliped*) yang berperan sebagai alat pemegang/penangkap makanan, pasangan kaki kelima berbentuk seperti kipas (pipih) berfungsi sebagai pendayung atau kaki renang, dan pasangan kaki lainnya sebagai kaki jalan. Cangkang rajungan memiliki duri sebanyak 9 buah yang terdapat pada sebelah mata kanan dan kiri. Pada duri yang terakhir berukuran lebih panjang dari duri-duri lainnya dan merupakan titik ukuran lebar cangkang. Perut atau biasa disebut abdomen terlipat kedepan di bawah cangkang. Abdomen jantan sempit dan meruncing ke depan. Abdomen betina melebar dan membulat, gunanya untuk menyimpan telur. Rajungan yang ditangkap di perairan pantai pada umumnya mempunyai kisaran lebar cangkang 8–13 cm dengan bobot rata-rata 100 g, sedangkan rajungan yang berasal dari perairan lebih dalam mempunyai kisaran lebar cangkang 12–15 cm dengan bobot rata-rata 200 g. Selain itu pernah juga ditemukan rajungan dengan lebar cangkang 20 cm dan bobotnya mencapai 400 g (Juwana dan Romimohtarto, 2000). Rajungan jantan lebih besar dengan karapaks yang lebih berwarna cerah daripada rajungan betina. Perbedaan rajungan jantan dan betina disajikan pada Gambar 1.



Rajungan Betina

Rajungan Jantan

Gambar 1. Perbedaan abdomen rajungan betina dan jantan



Rajungan hidup pada habitat yang beraneka ragam seperti pantai dengan dasar pasir, pasir lumpur dan juga laut terbuka. Rajungan berdiam di dasar laut sampai kedalaman lebih 65 m dan terkadang terlihat berenang dekat ke permukaan laut (Nontji, 1986). Rajungan memiliki tempat hidup di perairan pantai bersubstrat pasir, pasir berlumpur, dan di pulau berkarang, juga dekat dari permukaan laut. Rajungan merupakan jenis kepiting perenang yang juga mendiami dasar lumpur, berpasir sebagai tempat berlindung. Jenis rajungan ini banyak terdapat di perairan Indo-Pasifik. Di Indonesia rajungan tersebar di beberapa daerah pantai seperti di pantai barat Bali, pantai selatan Bali, pantai Sumbawa, Muncar (Pantai timur Jawa Timur), daerah Lampung, pantai Belawan, Kalimantan Timur, Sulawesi Selatan, dan Aceh. Induk rajungan juga banyak terdapat di sepanjang pantai Pulau Jawa seperti di daerah pantai Kabupaten Rembang dan Kabupaten Cilacap (Susanto *dkk.*, 2005).

B. Perkembangan Larva Rajungan

Induk yang matang gonad saat ovulasi akan mengeluarkan telur. Sebelum dilepaskan keluar tubuh, telur akan dan melalui spermateka, yaitu kantung sperma yang ada pada bagian pleopod betina. Spertemateka umumnya telah berisi sperma jantan yang telah dititipkan saat terjadi perkawinan atau kopulasi. Telur rajungan yang melewati spermateka secara otomatis akan terbuahi.

Induk rajungan betina yang siap memijah menyimpan telurnya di bawah lipatan abdomen yang menempel di antara kaki kaki renang membentuk massa telur. Penempelan telur rajungan hingga menetas berkisar 8-10 hari. Warna telur rajungan dari merah orange yang kemudian berubah menjadi kehitaman saat pembentukan bintik mata yang menandakan telur akan menetas. (Gambar 2).



Telur rajungan mengalami perubahan warna pada masa inkubasi induk rajungan dari warna orange menjadi coklat kehitaman.



Menurut Fujaya (2014) larva rajungan akan melewati beberapa stadia yaitu stadia zoea (zoea 1-4), megalopa, crablet dan dewasa. Waktu yang dibutuhkan bagi larva rajungan untuk metamorphosis dari stadia zoea sampai stadia crab berkisar 17-19 hari. Larva pada stadia zoea masih bersifat planctonik dan setelah stadia megalopa sampai dewasa akan bersifat bentik. Menurut Arshad *dkk* (2006), perkembangan larva rajungan dari zoea 1 sampai stadia crab-1 membutuhkan waktu sekitar 14-19 hari. Perubahan stadia larva melalui proses molting pada stadia zoea dan megalopa, terjadi dengan pembelahan pada batas dorsal antara cephalothorax dan abdomen. Perkembangan stadia zoea-1 ke zoea-2 membutuhkan waktu 3-4 hari, zoea-3 ke zoea-4 berkisar 2-3 hari. Stadia megalopa dibutuhkan waktu 3-4 hari. Stadia crab berlangsung selama 15-18 hari sebelum mengalami molting untuk masuk pada stadia selanjutnya.

Penelitian Arshad *dkk* (2006) larva rajungan pada stadia zoea berenang menggunakan *eksopodit* pertama dan kedua yang terdapat pada maxilla. Stadia zoea memiliki ciri rostrum yang panjang yang terdapat pada bagian dorsal, dan duri pada bagian lateral karapas, dorsal dan rostrum pada bagian ventral. Larva zoea-1 dicirikan dengan somit abdomen yang terdiri atas 5 segmen dan mata yang masih menempel (Gambar 3). Zoea-2 larva dicirikan dengan adanya tangkai mata dan telson (Gambar 4). Memasuki stadia zoea-3 abdomen terdiri atas 6 segmen. Terdapat 3 seta pada permukaan dorsal di somit abdomen dan kuncup *pleopod* menuju *biromous* pada *somit-2* dan 5 (Gambar 5) selanjutnya menuju *uniramous* pada *somit-6* yang berarti larva memasuki stadia zoea-4 (Gambar 6).



Gambar 3. Larva stadia Zoea-1.
Sumber : Arshad *dkk*, 2006.





Gambar 4. Larva stadia Zoea-2.
Sumber : Arshad *dkk*, 2006.



Gambar 5. Larva stadia zoea 3
Sumber : Arshad *dkk*, 2006



Gambar 6. Larva stadia zoea-4.
Sumber : Arshad *dkk*, 2006.

Perubahan stadia larva mencapai megalopa terjadi saat larva pada zoea-4 melakukan molting terakhir dengan diikuti perubahan morfologi (Gambar 7). Pada stadia megalopa larva telah memiliki capit dan dapat berenang bebas menggunakan sepasang *pleopod*. Perkembangan larva pada tahap megalopa berkisar 11-14 hari.



Gambar 7. Larva stadia megalopa.
Sumber : Arshad *dkk*, 2006.



C. Pakan larva rajungan

Pakan merupakan komponen utama yang dibutuhkan oleh rajungan untuk menjaga kelangsungan hidup dan pertumbuhannya. Kelengkapan nutrisi dalam pakan mutlak diperlukan untuk menjaga kemampuan larva dalam mengkonsumsi pakan menjelang stadia pasca larva yang merupakan faktor yang sangat penting dalam menunjang kuantitas dan kualitas produksi benih (Zaidin, 2013). Pada pembenihan rajungan pakan alami larva rajungan berupa zooplankton yaitu rotifer (*Branchionus plicatilis*) dan *Artemia salina*.

Penggunaan rotifer dan artemia sebagai pakan alami dalam budidaya karena pertimbangan beberapa faktor. Kelebihan rotifer sebagai pakan alami dalam usaha pembenihan yaitu dapat diproduksi secara massal, ukurannya yang kecil, kandungan nutrisinya yang dapat disesuaikan dengan pengkayaan, pergerakan yang lambat, dapat dikultur dengan kepadatan yang tinggi dan kemampuan reproduksi yang cepat (Lavens P dan Sorgeloos, 1996; Redjeki, 1999). Yoshimatsu & Hossain (2014) memaparkan bahwa kelebihan yang tak kalah pentingnya dari rotifer adalah potensi kultur rotifer yang dapat dibudidayakan pada kepadatan sangat tinggi yaitu kepadatan 2000-3000 individu/mL. Bahkan pada kepadatan tinggi dapat bereproduksi dengan cepat sehingga dapat menyediakan stok pakan alami dalam jumlah banyak dalam waktu yang sangat singkat. Rotifer memiliki nutrisi yang cukup baik bagi larva krustase dengan kandungan protein sekitar 36,06-42,50%, karbohidrat 16,65% dan lemak 8,32-10,48% (Zaidin, 2013). Selain itu rotifer dapat memfasilitasi inklusi ke dalam jaringan tubuh nutrisi spesifik yang penting untuk larva yaitu melalui bioenkapsulasi (Dhert, 1996).

Artemia sp memiliki ukuran yang lebih besar dari rotifer yang banyak digunakan sebagai pakan untuk larva ikan dan krustase. Selain ukuran yang relatif kecil (100-200 μ m) artemia juga memiliki nilai gizi yang tinggi serta mudah dicerna. Nilai nutrisi nauplius artemia yang baru menetas yaitu protein 40-50%, karbohidrat 15-20%, lemak 15-20%, abu 3-4% sedangkan nilai kalori adalah 5000-5500 kalori per g bobot kering (Pangabeian, 1984). Kemampuan kista artemia untuk disimpan dalam periode waktu yang lama dan kemungkinan keberhasilan menetas cukup tinggi menjadikan artemia sebagai pakan hidup yang banyak digunakan dalam pemeliharaan larva spesies ikan laut dan krustacea.



D. Beta Karoten

Beta karoten merupakan senyawa organik hidrokarbon, pigmen berwarna merah-oranye yang sangat berlimpah pada tanaman, buah-buahan, dan alga. Beta karoten diperkirakan memiliki banyak fungsi yang tidak dimiliki senyawa lain. Lebih dari 600 sumber karotenoid alami telah diidentifikasi (Radomska, 2018). Sumber bahan alami beta karoten yang umum adalah wortel. Ekstraksi karotenoid dalam wortel dapat menghasilkan 80% beta karoten (Jeszka, 1997).

Beta karoten dapat diperoleh secara melimpah dalam bahan makanan dan di semua jaringan manusia termasuk darah. Beta karoten memiliki bioaktivitas yang tinggi sehingga banyak digunakan dalam dunia kedokteran. Di antara banyak fungsi beta karoten dalam tubuh manusia, yang penting berkaitan dengan provitamin A, yang selanjutnya mempengaruhi perkembangan embrio, pertumbuhan yang benar, dan penglihatan (Berman *dkk.*, 2014). Menurut Radomska (2018) beta karoten menunjukkan bioaktivitas tertinggi sebagai prekursor vitamin A.

Beta karoten sebagaimana karotenoid lain di alam, sebagian besar berupa hidrokarbon yang larut dalam lemak, serta berikatan dengan senyawa yang strukturnya menyerupai lemak. Adanya struktur ikatan rangkap pada molekul beta karoten (11 ikatan rangkap pada 1 molekul beta karoten) menyebabkan bahan ini mudah teroksidasi ketika terkena udara. Beta Karoten secara struktural dan fungsional berbeda dari karotenoid lainnya. Tidak ada perbedaan antara beta karoten yang terbentuk secara alami atau yang secara kimiawi disintesis (Grune *dkk.*, 2010). Ditinjau dari struktur dan aktivitas vitamin A, beta karoten adalah prekursor yang paling cocok dan penting untuk vitamin A. Hal ini karena struktur simetrisnya beta karoten, dimana semua trans- β -karoten adalah satu-satunya karotenoid yang mampu menghasilkan 2 molekul trans-retinal pada pembelahan oksidatif ikatan karbon-karbon 15,15 pusat. Reaksi yang terjadi melibatkan beta karoten monooxygenase sebagai katalisator (Krinsky dan Johnson, 2005).

Beta karoten bersifat antioksidan secara nyata mampu memperlambat atau menghambat oksidasi zat yang mudah teroksidasi meskipun dalam konsentrasi rendah (Halliwell *dkk.*, 1995). Proses metabolisme dalam tubuh organisme akan menghasilkan radikal bebas yang merupakan spesies yang tidak stabil karena memiliki elektron yang tidak berpasangan dan mencari pasangan elektron dalam molekul biologis. Protein lipida dan DNA dari sel yang sehat merupakan pasangan elektron yang baik. Kondisi oksidasi dapat menyebabkan kerusakan protein dan DNA dan penyakit lainnya (Ozyurt *dkk.*, 2005).



Krustase tidak dapat mensintesis beta karoten sehingga dibutuhkan asupan dari makanan. Beberapa hasil penelitian melaporkan bahwa krustase dapat melakukan aktivitas metabolik yang dapat mengkonversi beta karoten untuk memenuhi kebutuhan astaxantin yang sangat penting bagi krustacea dalam pigmentasi (Boonyaratpalin *dkk*, 2001). Adanya laporan penelitian tersebut memungkinkan pemenuhan kebutuhan budidaya ataupun pembenihan krustase akan astaxantin dengan biaya yang lebih hemat. Dengan mempertimbangkan harga astaxantin sintesis yang cukup mahal maka dengan penambahan asupan makanan alami yang memiliki kandungan beta karoten tinggi (Boonyaratpalin *dkk*, 2001). Akumulasi karotenoid dalam gonad hewan aquatik termasuk rajungan dapat diasumsikan bahwa karotenoid merupakan senyawa yang penting dalam proses reproduksi (Chavarría, 2013). Terdapat korelasi positif antara kekebalan tubuh dan kemampuan dalam melawan infeksi dengan konsentrasi karotenoid di hemolymph pada krustase, hal ini berkaitan dengan sifat antioksidan dari beta karoten yang berpengaruh pada meningkatnya kelangsungan hidup krustase (Babin, 2010).

E. Ekstraksi beta karoten dari wortel

Beberapa prosedur yang biasa dilakukan dalam mengekstrak beta karoten yaitu operasi pemilahan dan penghancuran bahan, penekanan jus, koagulasi protein, sedimentasi, sentrifugasi dan ekstraksi dengan pelarut organik, filtrasi, pewarnaan, evaporasi, dan kristalisasi. Dalam beberapa kasus, bahan baku mengalami fermentasi, pengeringan, atau refragmentasi untuk meningkatkan efisiensi ekstraksi karotenoid. (Radomska dan Harasym, 2018). Menurut Wingqvist (2011) metode ekstraksi beta karoten diantaranya adalah metode pendidihan tradisional (*traditional boiling*), refluks, soklet dan metode *pressurized fluid extraction*. Adapun perbandingan kandungan beta karoten hasil ekstraksi wortel dengan menggunakan keempat metode tersebut disajikan pada Tabel 1.

Metode sederhana dan efektif untuk ekstraksi beta karoten yang umum dilakukan adalah ekstraksi dengan menggunakan alat soklet (Wingqvist, 2011; Ismail, 2013). Prinsip ekstraksi dengan metode soklet adalah ekstraksi dengan menggunakan pelarut organik melalui proses pembilasan berulang dengan suhu titik didih pelarut organik (Yahaya, 2013).



Tabel 1. Kandungan beta karoten pada wortel dengan berbagai metode ekstraksi

Metode Ekstraksi	Waktu ekstraksi (menit)	Kandungan betakaroten (mg/100g)
<i>Traditional boiling</i>	2x30	17.0
<i>Refluks boiling</i>	30	11.5
Soxhlet	60	17.6
Pressurized fluid extraction	5x2	5,3-7,6

Sumber: Wingqvist (2011)

Menurut Fikselova (2008) efisiensi ekstraksi beta karoten dari wortel yaitu pada suhu 60 °C selama 2-4 jam. Analisis beta karoten dalam pakan alami dan larva dapat dilakukan dengan metode colorimetric dengan menggunakan spektrofotometer UV-VIS. (Takaeuchi *dkk*, 1995).

F. Kelangsungan Hidup

Kelangsungan hidup merupakan salah satu tolak ukur keberhasilan dalam pembenihan dan budidaya ikan. Kelangsungn hidup dalam usaha pembenihan adalah perbandingan jumlah organisme awal pemeliharaan sampai pada panen di akhir pemeliharaan. Tingkat kelangsungan hidup dinyatakan dalam bentuk persentase jumlah yang hidup dalam kurung waktu pemeliharaan (Effendie, 1979). Faktor yang mempengaruhi kelangsungan hidup meliputi faktor biotik dan abiotik. Faktor biotik meliputi parasit, predasi, kompetitor, umur, kepadatan populasi, penanganan manusia maupun kemampuan untuk beradaptasi. Faktor abiotik meliputi sifat fisika dan sifat kimia dari suatu lingkungan.

Tingginya kematian pada larva rajungan dapat disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya yaitu sindrom molting, bakteri dan kanibalisme. Beberapa cara untuk mengatasi permasalahan tersebut misalnya dengan perbaikan nutrisi pakan dengan pengkayaan pakan alami menggunakan asam lemak (Effendi, 2005) dan pemberian pakan buatan berfitoekdisteroid untuk menanggulangi sindrom molting pada metamorphosis larva rajungan (Nikhiani, 2013).

Pengkayaan pakan alami dengan beta karoten merupakan salah satu upaya perbaikan nutrisi pakan alami larva rajungan. Beta karoten merupakan antioksidan yang mampu menetralsir radikal bebas yang bersumber dari metabolisme oksidatif yang bersumber dari asupan eksogen. Radikal bebas dapat menyebabkan kerusakan RNA dan DNA sel, protein dan enzim yang tidak aktif (Ismail, 2013).



G. Stres

Stres dalam konteks biologis merupakan reaksi tubuh terhadap stimulus yang mengganggu kondisi fisiologis. Stres pada organisme dipicu oleh agen stresor yaitu agen fisik, kimia atau biologis, kondisi lingkungan, rangsangan eksternal, atau peristiwa yang menyebabkan stres pada suatu organisme. Stres melibatkan beberapa pergeseran dalam homeostasis hewan dan beberapa respon stres yang dapat diukur (Stoner, 2012).

Pengujian stres dapat dilakukan dengan stresor yang dihasilkan dari kondisi dimana kondisi lingkungan melebihi kapasitas pengaturan alami dari suatu organisme (Koolhaas, 2011). Stres mengakibatkan keadaan homeostatis terganggu oleh senyawa kompleks yang terbentuk sebagai respon adaptasi fisiologis organisme. Secara fisiologis, respon stres termasuk penyesuaian biokimia yang memungkinkan untuk kembali ke homeostasis internal atau respon perilaku seperti melarikan diri (Chrousos, 2009).

Salah satu stresor organisme laut termasuk rajungan adalah salinitas yang merupakan faktor abiotik utama yang mengatur aktivitas dan distribusi ikan. Perubahan salinitas habitat menyebabkan stres salinitas, yang mana apabila tidak dikompensasikan akan mengganggu homeostasis fisiologis dan proses biologis rutin (Kultz, 2015).

H. Rasio DNA/RNA

Salah satu parameter yang telah banyak digunakan untuk mengevaluasi kualitas krustase adalah analisis rasio RNA/DNA. Asam nukleat berperan penting dalam pertumbuhan dan perkembangan organisme. Jumlah DNA, sebagai pembawa informasi genetik relative konstan pada jaringan somatik. Jumlah RNA dalam sel berbanding lurus dengan jumlah sintesis protein. RNA merupakan rantai panjang lurus yang berfungsi dalam sintesis protein yang merupakan proses pembentukan protein dari monomer peptida yang diatur susunannya oleh kode genetik. Pertumbuhan merupakan aktivitas sintesis protein yang secara genetik berlangsung pada sintesis RNA. Jika RNA disintesis secara aktif, maka pertumbuhan akan berlangsung lebih cepat. (Parenrengi *dkk*, 2013).

Menurut Patt dan Patt (1975) molekul RNA terlibat secara langsung dalam sintesis protein yang mempengaruhi pertumbuhan organisme. Dalam proses sintesis protein molekul DNA berperan sebagai sumber pengkode asam nukleat menjadi asam amino yang menyusun protein tetapi tidak terlibat secara



langsung dalam prosesnya. Molekul DNA pada suatu sel ditranskripsi menjadi molekul RNA, selanjutnya RNA ditranslasi menjadi asam amino sebagai penyusun protein.

Analisis rasio RNA/DNA telah banyak digunakan dalam penelitian evaluasi kualitas organisme dimana terdapat kecenderungan semakin besar rasio RNA/DNA semakin berkualitas larva ikan yang dihasilkan (Tanangonan *dkk*, 1998; Parenrengi *dkk*, 2013). Menurut Haryanti (2006), kualitas dari larva terkait dengan rasio konsentrasi RNA/DNA yang berpengaruh pada pertumbuhannya. Rasio RNA/DNA menggambarkan aktifitas sintesis protein yang merupakan proses yang terjadi dalam pertumbuhan yang merupakan proses penambahan jumlah sel (hiperplasia) dan ukuran sel (hipetrofi). Jumlah sel dapat diduga dari konsentrasi DNA pada jaringan, sedangkan konsentrasi RNA dapat digunakan untuk menduga ukuran sel. Adapun kandungan DNA relatif konstan dalam sel sedangkan konsentrasi RNA akan berfluktuasi tergantung dari sintesis protein.

Rasio RNA/DNA dapat dijadikan sebagai parameter penilaian kualitas dari larva yang akan dibudidayakan. Terdapat hubungan yang linear antara rasio RNA/DNA dengan pertumbuhan pada udang sehingga rasio RNA/DNA dapat digunakan sebagai indikator status nutrisi, kualitas pakan, pertumbuhan jangka pendek dan kondisi budidaya yang optimal pada ikan dan udang (Moss *dkk.*, 1994). Beta karoten yang memiliki sifat antioksidan kuat dapat mencegah kerusakan RNA dan DNA oleh radikal bebas. Perubahan rasio RNA/DNA juga memberikan pengaruh yang signifikan pada aktifitas metabolisme yang berkaitan dengan metamorphosis larva ikan (Tanangonan *dkk*, 1998).

Larva yang berada dalam kondisi yang baik cenderung untuk mempunyai perbandingan RNA/DNA yang tinggi dibandingkan yang memiliki kondisi yang kurang baik. Pertumbuhan digambarkan sebagai penambahan jumlah sel (hiperplasia) dan ukuran sel (hipetrofi), dimana jumlah sel dapat diduga dari konsentrasi DNA pada jaringan, sedangkan konsentrasi RNA dapat digunakan untuk menduga ukuran sel. Adapun kandungan DNA relatif konstan dalam sel sedangkan konsentrasi RNA akan berfluktuasi tergantung dari sintesis protein. Dengan demikian, rasio RNA/DNA dapat dijadikan sebagai penduga bagi aktifitas sintesis protein yang berakhir dalam bentuk penambahan bobot (pertumbuhan).

terdapat korelasi positif antara laju pertumbuhan udang windu (*Penaeus*) dengan rasio RNA/DNA, dimana rasio RNA/DNA meningkat seiring meningkatnya laju pertumbuhan (Parenrengi *dkk*, 2013).



Sebagian besar pertumbuhan merupakan aktivitas sintesis protein yang secara genetik berlangsung pada sintesis RNA. Jika RNA disintesis secara aktif, maka pertumbuhan akan berlangsung lebih cepat. Oleh karena itu, kecepatan pertumbuhan organisme sangat terkait dengan rasio konsentrasi RNA/DNA yang merupakan bentuk ekspresi karakter pertumbuhan organisme tersebut. Analisis rasio RNA/ DNA telah banyak digunakan dalam penelitian evaluasi kualitas organisme termasuk ikan dan udang dan terdapat kecenderungan semakin besar rasio RNA/DNA semakin berkualitas larva ikan yang dihasilkan. Penilaian kualitas benih berdasarkan karakter rasio RNA/DNA telah dilakukan diantaranya pada udang windu (Haryanti et al., 2006 dan Parenrengi *dkk*, 2013) dan pada ikan patin (Pamungkas, 2015).

I. Kualitas Air

Kualitas air merupakan aspek yang sangat penting dalam kegiatan pembenihan yang dapat mempengaruhi kelangsungan hidup dan pertumbuhan larva rajungan. Suhu berpengaruh terhadap kelarutan gas dalam air dan proses metabolisme rajungan. Suhu berpengaruh terhadap aktifitas, nafsu makan, konsumsi oksigen dan laju metabolisme krustace. Menurut Ikhwanuddin *dkk* (2012) suhu yang optimum untuk pemeliharaan rajungan adalah 28-30 °C.

Salinitas menggambarkan konsentrasi garam terlarut (terionisasi) dalam air. Salinitas berpengaruh pada proses osmoregulasi, biokimia di dalam dan di luar sel. Salinitas yang tidak cocok dengan organisme dapat memicu stres dan akan mengganggu homeostasis fisiologis dan proses biologis rutin (Kults, 2015). Menurut Arshad *dkk* (2006) salinitas media pemeliharaan larva yang optimum berkisar 30-32 ppt dan Ikhwanuddin *dkk* (2012) 29-30 ppt.

Oksigen terlarut merupakan salah satu faktor pembatas bagi organisme perairan sehingga ketersediaannya harus mencukupi dalam pemeliharaan larva rajungan. Oksigen digunakan dalam proses respirasi dan metabolisme. Arshad *dkk* (2006) melakukan penelitian terhadap larva rajungan dengan kandungan oksigen terlarut 7-7,30 ppm dan Ikhwanuddin *dkk* (2012) > 6 ppm.

pH merupakan gambaran konsentrasi ion hidrogen dalam air dan digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman perairan. Dalam budidaya nilai sangat perlu

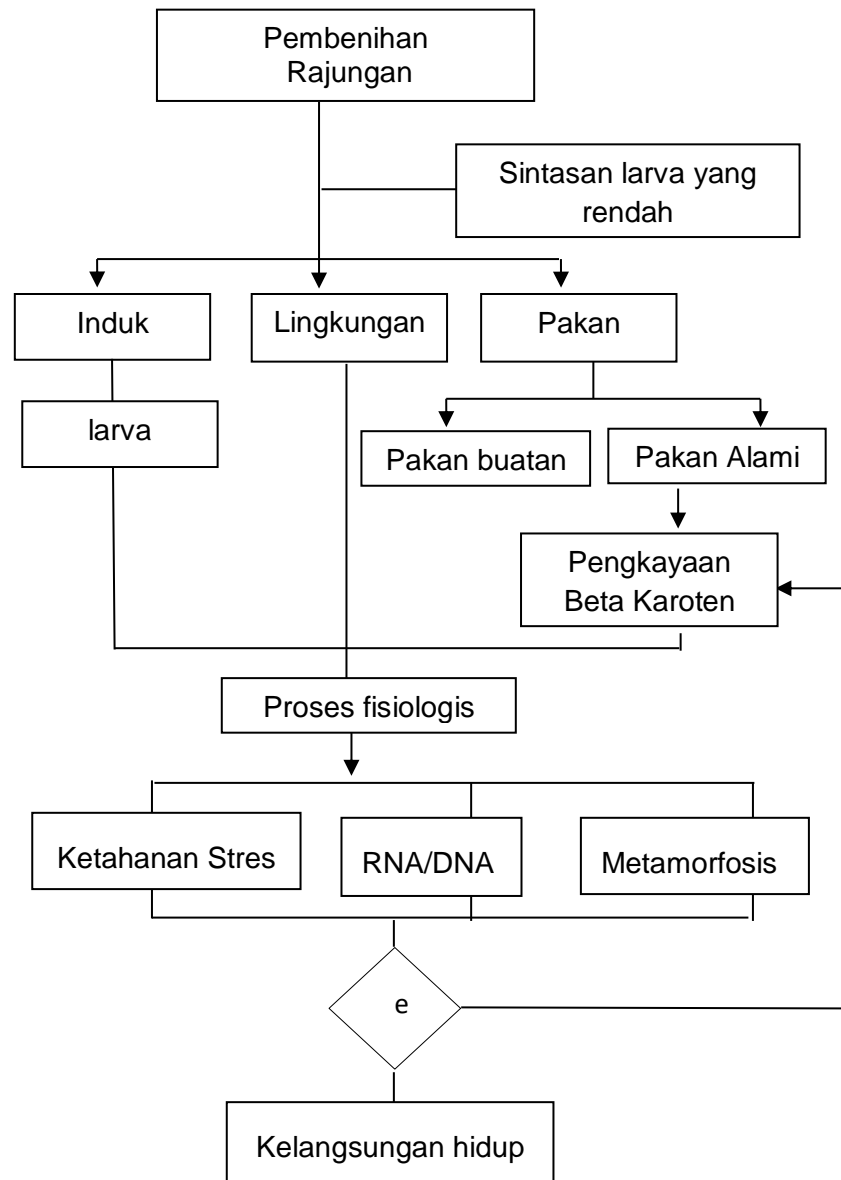
matikan karena setiap organisme memiliki kisaran pH optimum. Menurut *dkk* (2012) pH optimum pemeliharaa larva rajungan adalah pada 7.



Kandungan Amoniak dalam media pemeliharaan larva dapat berasal dari sisa metabolisme organisme, feses dan sisa pakan. Amoniak dalam media pemeliharaan dipengaruhi oleh kepadatan organisme dan kuantitas serta kualitas pakan yang diberikan. Amoniak merupakan senyawa produk utama dari limbah nitrogen dalam perairan yang berasal dari organisme akuatik (Neil *dkk*, 2005). Kandungan amoniak yang aman untuk pemeliharaan larva rajungan adalah $<0,1$ mg/L (Wardoyo, 1975).

J. Kerangka Pikir

Adapun kerangka pikir penelitian ini disajikan pada Gambar 8.



Kerangka Pikir Penelitian

K. Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini yaitu:

1. Apabila pengkayaan beta karoten pada rotifer dan artemia optimum maka kandungan beta karoten pada rotifer dan artemia akan tinggi.
2. Apabila dosis pengkayaan beta karoten pada rotifer dan artemia optimum maka kelangsungan hidup larva rajungan akan lebih baik.



III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di unit pembenihan kepiting dan rajungan Balai Perikanan Budidaya Air Payau (BPBAP) Takalar yaitu pada bulan Oktober sampai Nopember 2018. Ekstraksi beta karoten dilakukan di Laboratorium Uji Fisika Kimia BPBAP Takalar dan analisis kandungan beta karoten dilakukan di Laboratorium Nutrisi dan Teknologi Pakan FIKP Universitas Hasanuddin Makassar.

B. Bahan Penelitian

1. Hewan Uji

Hewan uji yang digunakan adalah larva rajungan yang berasal dari 3 ekor induk rajungan yang berasal dari perairan di Kabupaten Takalar. Penetasan larva rajungan dilakukan dalam bak fiber berukuran 250 L yang diisi air laut bersalinitas 32 ppt sebanyak 200 L.

2. Wadah Percobaan

Wadah percobaan menggunakan bak plastik bervolume 40 L sejumlah 12 buah yang diisi air laut bersalinitas 32 ppt sebanyak 24 L. Wadah percobaan tersebut dilengkapi dengan peralatan aerasi untuk mensuplai kebutuhan oksigen selama pemeliharaan.

3. Pakan

Pakan uji yang digunakan selama pemeliharaan larva rajungan adalah pakan alami jenis rotifer dan artemia yang telah diperkaya dengan beta karoten hasil ekstraksi dari wortel. Rotifer diperoleh dari hasil kultur massal di unit produksi pakan alami Balai Perikanan Budidaya Air Payau Takalar. Nauplius artemia diperoleh dari hasil penetasan kista artemia komersil produksi Inve di BPBAP Takalar.

C. Prosedur Penelitian

1. Penyediaan Larva Rajungan

Larva rajungan diperoleh dari hasil pemijahan induk rajungan yang telah diperoleh dari tangkapan alam di perairan Galesong Kabupaten pemeliharaan induk dilakukan di dalam bak terkontrol bervolume 250 L air laut bersalinitas 32 ppt dan diberi aerasi. Selama pemeliharaan induk



rajungan diberi pakan berupa daging cumi-cumi, tiram dan pakan rucah. Induk yang telah melepaskan telur dari abdomennya diangkat dari bak penetasan. Setelah telur menetas, zoea dipanen dari bak penetasan dan dipindahkan ke bak pemeliharaan dengan kepadatan 50 ekor/L.

2. Penyediaan Beta Karoten, Rotifer dan Artemia

Beta karoten diperoleh dengan mengekstraksi wortel menggunakan alat soxhlet ekstraktor. Adapun prosedur ekstraksi beta karoten dari wortel mengacu pada metode yang digunakan oleh Yahaya (2013) yang telah dimodifikasi yakni: Wortel sebanyak 2 Kg terlebih dahulu dibersihkan dan dikupas. Wortel dipotong kecil kemudian dikeringkan semalaman pada suhu 60 °C. Wortel yang telah kering dihaluskan selanjutnya dimasukkan dalam timbel sebanyak 20 gr. Dilakukan proses ekstraksi menggunakan pelarut ethanol dengan perbandingan 20 gram wortel dan 200 ml pelarut ethanol. Proses ekstraksi dilakukan selama 6 jam pada suhu 60 °C. Hasil ekstraksi selanjutnya dipanaskan dalam oven pada suhu 60 °C selama 2 jam untuk memisahkan beta karoten dari sisa pelarut ethanol. Proses ekstraksi beta karoten dari wortel dengan alat Soxtherm disajikan pada Gambar 9.



Gambar 9. Proses Ekstraksi betakaroten dari wortel menggunakan alat Soxtherm.

Pakan alami rotifer diperoleh dengan mengkultur rotifer secara massal pada bak beton berkapasitas 2 ton. Rotifer diberi pakan berupa fitoplankton jenis *Chlorella* sp. Kultur rotifer dilakukan selama 4 hari kemudian siap untuk dipanen dan dikayakan dengan beta karoten.

Artemia diperoleh dengan menetas kista artemia komersil. Kista artemia dimasukkan dalam wadah berbentuk kerucut yang dilengkapi dengan rangkaian gelembung. Setelah kista menetas, nauplius artemia kemudian dipanen dan ditampung



dalam saringan dengan ukuran mesh 120 μm . Nauplius artemia yang diperoleh siap untuk dikayakan dengan beta karoten.

3. Pengkayaan rotifer dan artemia dengan beta karoten

Pengkayaan rotifer dengan beta karoten dilakukan dalam wadah baskom plastik berkapasitas 4 L sebanyak 4 buah yang dilengkapi dengan aerasi. Rotifer sebanyak 3 L dengan kepadatan 500.000 ind/L dimasukkan ke dalam tiap wadah dan ditambahkan dengan beta karoten sesuai dosis perlakuan yang telah ditetapkan yaitu 0, 5, 10 dan 15 ppm. Pengkayaan dilakukan selama 6 jam sebelum rotifer diberikan ke larva rajungan (Ekawati, 2008).

Pengkayaan terhadap nauplius artemia dilakukan pada wadah toples plastik sebanyak 4 buah berkapasitas 4 L. Artemia dengan kepadatan 300.000 ind/L sebanyak 1 liter dimasukkan ke masing-masing wadah dan ditambahkan dengan beta karoten sesuai dosis yang telah ditetapkan yaitu 0, 5, 10 dan 15 ppm. Artemia diperkaya selama 6 jam sebelum diberikan ke larva rajungan.

4. Pemeliharaan larva rajungan

Pemeliharaan larva dilakukan pada saat larva berumur 1 hari (H1) hingga memasuki stadia megalopa (H12). Kepadatan larva rajungan pada tiap perlakuan yaitu 50 ekor/L yang dipelihara dalam 24 L air laut dengan salinitas 32 ppt. Pemberian pakan pada larva rajungan menggunakan metode penambahan pakan dengan frekuensi 4 kali pemberian setiap hari. Pakan Rotifer (*Brachionus plicatilis*) diberikan dengan kepadatan 15 individu/mL saat larva stadia zoea 1 sampai stadia megalopa. Pemberian pakan artemia mulai diberikan pada saat larva memasuki stadia zoea 3 sampai pada megalopa dengan kepadatan 3 individu/mL. Adapun frekuensi dan dosis pemberian pakan dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Frekuensi dan dosis pakan selama pemeliharaan larva rajungan

Stadia larva	Frekuensi pemberian (kali/hari)	Kepadatan Rotifer (individu/mL)	Kepadatan Artemia (individu/mL)
Zoea 1	4	15	-
Zoea 2	4	15	-
Zoea 3	4	15	3
Zoea 4	4	15	3
Megalopa	4	15	3



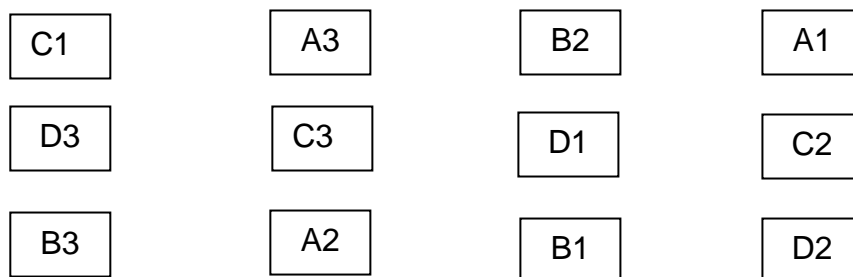
D. Perlakuan dan Rancangan Penelitian

Penelitian dirancang dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas 4 perlakuan dan setiap perlakuan mempunyai 3 ulangan. Dengan demikian penelitian ini terdiri atas 12 satuan percobaan.

Adapun perlakuan yang dicobakan adalah perbedaan dosis beta karoten pada pemeliharaan larva rajungan dengan penetapan dosis berdasarkan penelitian sebelumnya oleh Sudariono (2012) pada larva kepiting bakau sebagai berikut:

- A. 0 ppm (kontrol)
- B. 5 ppm
- C. 10 ppm
- D. 15 ppm

Penempatan wadah-wadah penelitian dilakukan secara acak berdasarkan rancangan acak lengkap. Adapun tata letak wadah penelitian setelah pengacakan disajikan pada Gambar 10.



Gambar 10. Tata letak pengaturan wadah pemeliharaan larva rajungan

E. Pengamatan Peubah

1. Kadar beta karoten pada larva rajungan, rotifer dan nauplius artemia

Analisa kadar beta karoten pada rotifer, nauplius artemia dan larva rajungan dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh pengkayaan beta karoten dari ekstrak wortel pada pakan rotifer dan artemia. Analisis beta karoten pada rotifer dan artemia dilakukan sebelum dan sesudah perlakuan pengkayaan. Sedangkan pada larva rajungan dilakukan pada akhir penelitian. Metode analisa beta karoten berpedoman

dur yang digunakan oleh Sudariono (2012) yang telah dimodifikasi. beta karoten menggunakan alat spektrofotometer pada panjang 460 nm.



Konsentrasi beta karoten dihitung menggunakan rumus:

$$C \text{ (ppm)} = \frac{A_{460\text{nm}} \cdot V_{\text{ekstrak}}}{E \times B}$$

Keterangan:

- C = total kandungan beta karoten (ppm)
- A = Absorbansi pada panjang gelombang 460
- V = volume ekstrak (mL)
- B = bobot sampel yg diekstrak
- E = koefisien ekstensi (absorpsi) dari 1% standar dalam heksana

2. Laju metamorfosis

Laju metamorfosis larva rajungan diketahui dengan pengamatan *kriteria* morfologi larva sebagaimana yang dikemukakan oleh Arshad (2006). Laju metamorfosis ditentukan berdasarkan lama waktu yang dibutuhkan larva untuk memasuki stadia megalopa sejak larva ditebar yang dinyatakan dalam hari (Karim dkk, 2015). Pengamatan metamorphosis larva dilakukan setiap hari pada jam yang sama. Laju metamorphosis dihitung berdasarkan perhitungan *Larvae stage index* (LSI) yang digunakan oleh Nikhlani (2013) yang dimodifikasi.

Larvae stage index (LSI) dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$LSI = [(S_t + L_t) + (S_i + L_i)] / T$$

Keterangan :

- S_t = stadia larva selanjutnya
- S_i = stadia larva sebelumnya
- L_t = jumlah sampel larva untuk stadia selanjutnya
- L_i = jumlah sampel larva untuk stadia sebelumnya
- T = total jumlah sampel



Penilaian larvae stage indeks (LSI) mengacu pada nilai kisaran yang digunakan oleh Redzuari *dkk* (2002) pada tabel 3.

Tabel 3. Larvae stage indeks (LSI) (Redzuari *dkk*, 2002)

Stadia larva	Kisaran LSI	LSI
Zoea 1 (Z1)	1–1.5	1
Zoea 2 (Z2)	1.6–2.5	2
Zoea 3 (Z3)	2.6–3.5	3
Zoea 4 (Z4)	3.6–4.5	4
Megalopa (M)	4.6–5.5	5

3. Indeks Stres kumulatif

Pengujian ketahanan stres dimaksudkan untuk mengetahui kondisi fisiologis dari larva rajungan (Ress *dkk*, 1994). Ketahanan terhadap stres dapat dinyatakan sebagai *cumulative stress index* (CSI). Salah satu penyebab stres pada pemeliharaan larva adalah perubahan salinitas. Ketahanan terhadap stres larva rajungan diuji dengan pemberian kejutan osmotik yaitu larva rajungan langsung dimasukkan ke dalam air bersalinitas 0 ppt yang kemudian dilakukan pengamatan terhadap larva rajungan yang mengalami stress dalam kurung waktu 5 menit. Larva yang mengalami stress dapat dilihat dari respon yang dilakukan seperti melarikan diri, pergerakan yang tidak teratur atau mati (Chrousos, 2009). CSI dihitung dengan modifikasi formula yang digunakan oleh Ress *dkk* (1994). dengan formula sebagai berikut:

$$CSI = D_5 + D_{10} + \dots + D_{60}$$

Keterangan:

CSI = Cumulative stress index
 D_5, D_{10}, D_{60} = Jumlah larva stres pada waktu tertentu (menit)

4. Kelangsungan hidup

Kelangsungan hidup dihitung dengan menggunakan sebagai berikut:

$$S = \frac{N_t}{N_0} \times 100$$

Keterangan:

S = Kelangsungan hidup (%)
 N_t = Jumlah individu pada akhir penelitian (ekor)
 N_0 = Jumlah individu pada awal penelitian (ekor)



5. Rasio DNA/RNA

Analisis rasio RNA/DNA dilakukan pada larva rajungan yang hidup sampai pada akhir penelitian. Hal ini bertujuan agar sampel uji jaringan tubuh larva rajungan belum mengalami kerusakan sebelum dilakukan analisis. Sampel uji untuk analisis rasio RNA/DNA larva rajungan pada stadia megalopa sebanyak 20 mg. Proses ekstraksi dilakukan menggunakan metode ekstraksi silica dengan mengikuti prosedur kerja dari pabrikan Silica-Extraction Kit (*TagMan under Aplied Biosystem*).

Prosedur ekstraksi sampel larva rajungan yaitu sebagai berikut: Sebanyak 20 mg sampel larva dimasukkan dalam tabung eppendorf 1,5 mL yang telah berisi 900 μ L GT buffer kemudian digerus menggunakan *disposable grinder*. Sampel disentrifuse dengan kecepatan 12.000 x g (12.000 rpm, r = 5-8 cm) selama 3 menit. Sebanyak 40 μ L silica dimasukkan kedalam tabung eppendorf baru kemudian dimix dengan baik. Setelah proses sentrifugasi selesai, sebanyak 600 μ L supernatant yang bening dipipet kedalam tabung yang berisi silica yang telah disiapkan sebelumnya. Selanjutnya dilakukan sentifugasi pada kecepatan 12.000 x g selama 15 detik dan supernatant bagian atas dituang. Pellet silica dicuci dengan 500 μ L GT buffer divortex sampai pellet silica larut. Proses selanjutnya yaitu sentrifugasi kembali pada kecepatan 12.000 x g selama 15 detik kemudian supernatant dibuang. Pellet silica dicuci dengan 1mL ethanol 70% dan dilarutkan dengan menggunakan vortex. Dilakukan sentrifugasi kembali pada kecepatan 12.000 xg untuk memisahkan ethanol. Ethanol dituang dan sisanya dibuang dengan pipet. Pellet silica dilarutkan kembali dengan 1mL DEPC ddH₂O kemudian divortex selanjutnya diinkubasi pada suhu 55 °C selama 10 menit dan selanjutnya divortex kembali pada kecepatan 12.000 x g selama 2 menit. Supernatant ditransfer ke dalam tabung 1,5 mL baru. Ekstrak tersebut kemudian dibaca pada alat Nanodrop 2000 spektrofotometer untuk mengukur konsentrasi DNA dan RNA pada panjang gelombang 230, 260 dan 280 nm. Konsentrasi DNA dan RNA dihitung dengan menggunakan rumus yang digunakan oleh Ridwan (2017) yang dimodifikasi dengan rumus:

$$\text{Total RNA } (\mu\text{g/mg sampel}) = \frac{(|\text{RNA}| \times D \times V)}{W}$$

$$\text{DNA } (\mu\text{g/mg sampel}) = \frac{(|\text{DNA}| \times D \times V)}{W}$$



Dimana:	
RNA	= Konsentrasi RNA
DNA	= Konsentrasi DNA
D	= faktor pengenceran
V	= volume akhir
W	= bobot sampel

F. Analisis Data

Data yang diperoleh berupa kandungan beta karoten, indeks stres kumulatif, rasio RNA/DNA dan kelangsungan hidup dianalisis dengan menggunakan analisis ragam (ANOVA). Oleh karena hasilnya menunjukkan pengaruh yang nyata maka dilanjutkan dengan uji lanjut W-Tuckey. (Steel dan Torrie, 1993). Indeks perkembangan larva dianalisis secara dekskriptif. Adapun parameter kualitas air dianalisis secara dekskriptif berdasarkan kelayakan hidup larva rajungan.



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kandungan beta karoten rotifer, nauplius artemia dan larva rajungan

Rata-rata kandungan beta karoten rotifer, artemia dan larva rajungan yang diberi rotifer dan artemia hasil bioenkapsulasi dengan betakaroten disajikan pada Tabel 4 dan Lampiran 1.

Tabel 4. Rata-rata kandungan beta karoten rotifer, artemia dan larva rajungan yang diberi pakan alami hasil bioenkapsulasi dengan berbagai dosis beta karoten

Dosis beta karoten (ppm)	Kandungan rata-rata betakaroten (ppm) ± SD		
	rotifer	artemia	rajungan
0	0.643 ± 0.13 ^d	2.307 ± 0.18 ^d	0.423 ± 0.11 ^d
5	3.271 ± 0.28 ^c	5.261 ± 0.10 ^c	2.267 ± 0.16 ^c
10	7.239 ± 0.29 ^a	9.217 ± 0.19 ^a	4.797 ± 0.27 ^a
15	4.488 ± 0.21 ^b	7.385 ± 0.50 ^b	3.259 ± 0.21 ^b

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan pada taraf 5% ($p < 0,05$).

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pengaruh beta karoten berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kandungan beta karoten pada rotifer, artemia dan larva rajungan (Lampiran 2, 4 dan 6). Selanjutnya hasil uji lanjut W-Tuckey menunjukkan bahwa kandungan beta karoten dalam rotifer, artemia dan larva rajungan berbeda nyata ($p < 0,05$) antar perlakuan (lampiran 3, 5 dan 7).

Pada Tabel 4 terlihat bahwa kandungan beta karoten rotifer, artemia dan larva rajungan tertinggi dihasilkan pada dosis 10 ppm sedangkan terendah pada dosis 0 ppm (kontrol). Rendahnya kandungan beta karoten pada dosis 0 ppm yaitu 0,643 ppm pada rotifer dan 2,307 ppm pada artemia disebabkan karena tidak adanya penambahan beta karoten pada medium sehingga kandungan beta karoten pada rotifer dan artemia menjadi rendah. Kandungan beta karoten pada rotifer ada peningkatan dosis 0 ppm diduga hanya berasal dari asupan chlorella yang mengandung beta karoten (Kristiyaningrum, dkk. 2013). Kandungan beta karoten tertinggi pada rotifer dan artemia diperoleh pada peningkatan beta karoten dosis 10 ppm yaitu 7,239 dan 9,217 ppm. Tingginya kandungan betakaroten pada dosis 10 ppm disebabkan karena dosis tersebut optimum diserap oleh rotifer dan artemia.

Pada dosis 15 ppm, kandungan betakaroten mengalami penurunan menunjukkan bahwa rotifer dan artemia memiliki kemampuan dalam menyerap beta karoten terbatas. Hal ini sesuai dengan pendapat Jusadi dkk (1995) bahwa



kandungan vitamin A yang lebih tinggi dari dosis optimum organisme akan mempengaruhi penyerapan vitamin yang larut dalam lemak. Penyerapan beta karoten oleh rotifer dan artemia akan menurun apabila menggunakan dosis yang lebih tinggi dari dosis optimum (Ernawati, 1997).

Kandungan beta karoten larva rajungan tertinggi diperoleh pada perlakuan dosis 10 ppm yakni 4.797 ppm dan yang terendah pada dosis 0 ppm yakni 0,423 ppm. Dari Tabel 4 menunjukkan semakin tinggi kandungan beta karoten dari rotifer dan artemia yang diberikan pada larva rajungan maka kandungan beta karoten dari larva rajungan akan tinggi pula. Hal ini menunjukkan bahwa meningkatnya kandungan beta karoten dalam pakan yang diberikan menyebabkan peningkatan kandungan beta karoten dalam larva rajungan. Hal ini didukung pendapat Dhert (1996) rotifer dapat memfasilitasi inklusi nutrisi spesifik yang penting ke dalam jaringan tubuh larva melalui bioenkapsulasi.. Hal ini sesuai Yi, *dkk.* (2015), bahwa pemberian tepung kepala udang (TKU) 24% sebagai sumber karotenoid pada pakan ikan meningkatkan kandungan karotenoid dalam kulit ikan yellow croaker (*Larimichthys croceus*) dibandingkan pemberian TKU 12% dan TKU 0%.

Vitamin A yang di dalam makanan sebagian besar terdapat dalam bentuk ester retinil, bersama karotenoid bercampur dengan lipida lain di dalam lambung. Di dalam sel-sel mukosa usus halus, ester retinil dihidrolisis oleh enzim-enzim pankreas esterase menjadi retinol yang lebih efisien diabsorpsi dari pada ester retinil. Beta karoten di dalam sitoplasma sel mukosa usus halus dipecah menjadi retinol. Retinol di dalam mukosa usus halus bereaksi dengan asam lemak dan membentuk ester dan dengan bantuan cairan empedu menyeberangi sel-sel vili dinding usus halus untuk kemudian diangkut oleh kilomikron melalui sistem limfe ke dalam aliran darah (Azrimaidaliza, 2007).

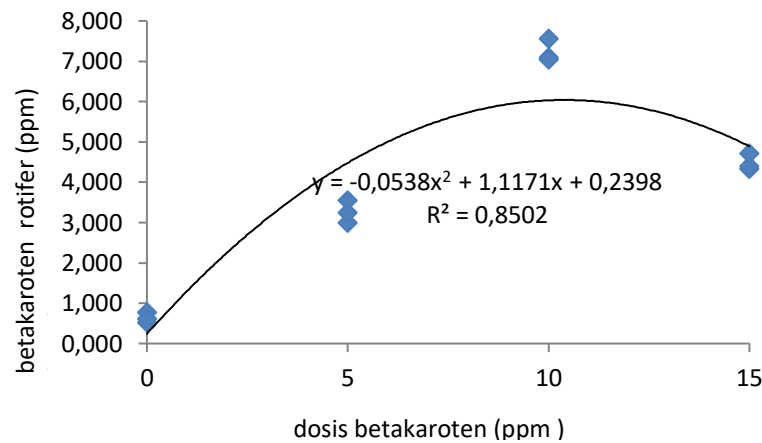
Menurut Rahayu (2008) vitamin A di dalam sitoplasma sel mukosa usus halus dipecah menjadi retinol kemudian diserap oleh dinding usus bersamaan dengan diserapnya asam lemak secara difusi pasif kemudian digabungkan dengan kilomikron lipoprotein yang merupakan asam lemak dan monogliserida yang dibentuk menjadi trigliserida atau lipid kemudian berkumpul membentuk gelembung dan bergabung dengan lipoprotein lalu diserap melalui saluran limfatik. Selanjutnya micelle bersama dengan retinol masuk kedalam saluran darah dan sikan menuju ke hati. Retinol bergabung dengan asam palmitat di hati an dalam bentuk retinil palmitat. Apabila diperlukan oleh sel-sel tubuh,



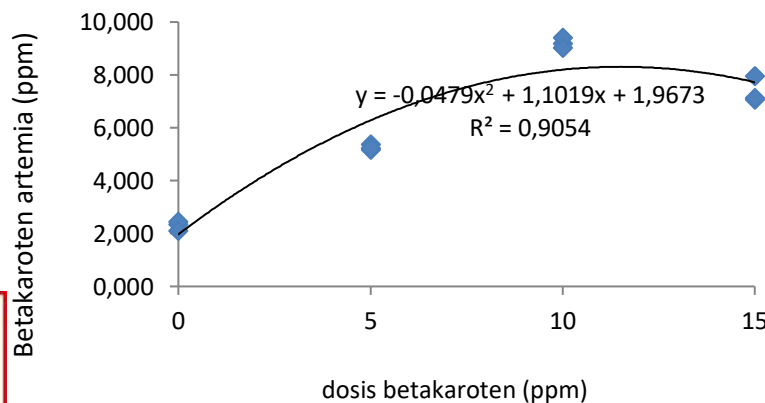
retinil palmitat akan diikat oleh protein pengikat retinol (PPR) yang disintesis dalam hati selanjutnya ditransfer ke protein lain untuk diangkut ke sel-sel jaringan.

Hubungan antara dosis pengkayaan (x) dengan kandungan beta karoten pada rotifer (Y_R), artemia (Y_A), dan larva rajungan (Y_L) berpola kuadratik dengan persamaan masing masing, $Y_R = -0.0538x^2 + 1.1171x + 0.2398$ ($R^2 = 0.879$); $Y_A = -0.0479x^2 + 1.1019x + 1.9673$ ($R^2 = 0.9054$) dan $Y_L = -0.0338x^2 + 0.7279x + 0.1853$ ($R^2 = 0.8790$) (Gambar 11,12 dan 13).

Berdasarkan persamaan tersebut dapat diprediksi dosis beta karoten yang optimum pada rotifer, artemia dan rajungan masing-masing 10,38; 11,50 dan 10,77 ppm. Dhengi (2018) memperoleh dosis optimum pengkayaan karatenoid pada rotifer, artemia dan larva ikan kakap putih (*Lates calcarifer*) yaitu 8,388; 8,613 dan 8,549 ppm. Penelitian Ernawati (2017) dosis optimum pengkayaan beta karoten 10,95 ppm untuk pemeliharaan larva ikan nila air payau (*Oreochromis niloticus*).

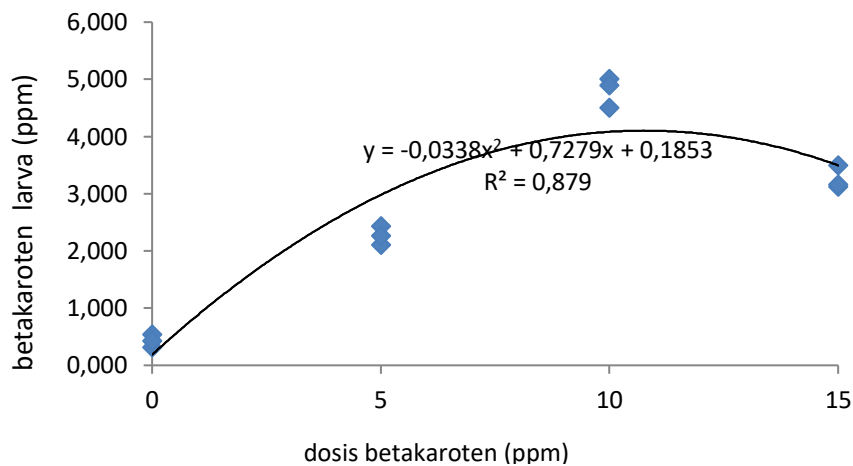


Gambar 11. Hubungan antara dosis dan kandungan betakaroten pada rotifer.



Hubungan antara dosis dan kandungan betakaroten pada artemia.





Gambar 13. Hubungan antara dosis betakaroten dan kandungan betakaroten pada larva rajungan.

B. Rasio RNA dan DNA

Rata-rata rasio RNA dan DNA pada larva rajungan yang diberi rotifer hasil bioenkapsulasi dengan betakaroten dapat dilihat pada Tabel 5 :

Tabel 5. Rata-rata Rasio RNA/DNA pada larva rajungan

Dosis Karatenoid (ppm)	rata-rata rasio RNA/DNA rajungan \pm SD
0	0,631 \pm 0.15 ^b
5	0.866 \pm 0.11 ^{ab}
10	0,903 \pm 0.07 ^a
15	0,821 \pm 0.04 ^{ab}

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan pada taraf 5% ($p < 0,05$).

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa beta karoten berpengaruh nyata pada rasio RNA/DNA larva rajungan ($p < 0,05$) (Lampiran 9). Selanjutnya hasil uji lanjut W-Tuckey (Lampiran 10) memperlihatkan bahwa antara perlakuan betakaroten dosis 0, 5 dan 15 ppm tidak memperlihatkan perbedaan yang nyata ($p > 0,05$). Demikian pula halnya antara dosis 5, 10 dan 15 ppm tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ($p > 0,05$), akan tetapi antara dosis 0 dan 10 ppm memperlihatkan perbedaan nyata ($p < 0,05$). Dari Tabel 5 memperlihatkan rasio yang diperoleh tertinggi pada dosis 10 ppm yaitu 0,822. Hal ini karena



pada dosis tersebut penyerapan beta karoten terbanyak oleh larva rajungan yang berpengaruh positif terhadap sintesis protein dan perlindungan terhadap jaringan pada larva rajungan. Rasio RNA/DNA terendah yaitu pada dosis 0 ppm yang diduga disebabkan oleh rendahnya kandungan beta karoten yang terkandung dalam pakan rotifer dan artemia karena tidak ada penambahan beta karoten.

Pemberian beta karoten mempengaruhi jumlah RNA yang menggambarkan sintesis protein pada larva rajungan. Sintesis protein yang baik memberikan dampak positif pada kinerja pertumbuhan larva rajungan. Hal ini sesuai dengan hasil pengamatan laju pergantian stadia dari larva rajungan yang terbaik diperoleh pada larva rajungan perlakuan dosis 10 ppm beta karoten yang menyerap beta karoten terbaik. Rasio RNA/DNA banyak digunakan sebagai parameter untuk menentukan kondisi organisme laut karena merupakan indeks ekofisiologis aktivitas seperti pertumbuhan pada kondisi lingkungan tertentu (Lucas dan Beninger, 1985).

Menurut Bulow (1970) rasio RNA/DNA diasumsikan sebagai jumlah DNA yang selalu stabil dibawah perubahan kondisi lingkungan. RNA yang terlibat langsung dalam sintesis protein bervariasi sesuai dengan usia, stadia hidup, ukuran organisme, keadaan penyakit dan perubahan kondisi lingkungan. Oleh karena itu kualitas organisme dapat dinilai dari rasio RNA/DNA. Organisme dalam kondisi yang baik cenderung memiliki rasio RNA/DNA yang lebih tinggi dibandingkan organisme dalam kondisi yang kurang baik. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian oleh Parenrengi *dkk* (2013) melaporkan bahwa ukuran udang windu menunjukkan hubungan yang erat dengan rasio RNA/DNA. Rasio RNA/DNA yang didapatkan pada udang windu tumbuh cepat (4,51) lebih tinggi dibandingkan dengan udang kontrol (3,19) oleh sebab itu parameter rasio RNA/DNA dapat menjadi indikator pertumbuhan udang windu. Penelitian Pamungkas *dkk* (2015) memperoleh nilai rasio RNA/DNA ikan patin siam seleksi tumbuh cepat lebih tinggi (23,75) dibandingkan kontrol (16,87).

Menurut Bendich (1993) beta karoten berperan dalam pendinginan oksigen singlet, aktivitas pro-vitamin A, dan peningkatan regulasi ekspresi DNA. Beta karoten yang berperan sebagai antioksidan dapat menekan oksigen reaktif dan menurunkan kerusakan pada DNA, sel dan jaringan sehingga mempercepat transisi dalam proses metamorfosis (McInerney *dkk*, 2019). Radikal bebas dapat merusak

protein, karbohidrat dan nukleotida yang merupakan bagian penting dalam sel termasuk membrane, enzim dan DNA (Yu,1994). Radikal bebas terbentuk melalui peristiwa metabolisme sel normal, kekurangan gizi dan



akibat respons terhadap pengaruh stressor dari luar. Radikal bebas berperan dalam terjadinya berbagai penyakit degeneratif karena radikal bebas dapat merusak makromolekul lipid membran sel, DNA, dan protein (Valko et al, 2006). Antioksidan dapat melawan pengaruh bahaya dari radikal bebas sebagai hasil metabolisme oksidatif yang merupakan hasil reaksi-reaksi kimia dan proses metabolik yang terjadi di dalam tubuh (Kusbandari dan Susanti 2017). Hal ini sesuai dengan penelitian Heo *dkk* (2008) karatenoid yang diekstrak dari alga coklat *Sargassum siliquastrum* memberikan efek perlindungan terhadap kerusakan DNA sel-sel vero yang dimediasi H₂O₂, dalam hal pengurangan indeks fragmentasi DNA yakni 63,4%, 52,5%, dan 38,8% masing-masing pada konsentrasi 5, 50, dan 200 µM.

C. Indeks stres kumulatif

Ketahanan larva rajungan yang diberi asupan beta karoten dilihat dari rata-rata *cumulative stres index (CSI)* yang disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Rata-rata *cumulative stres index (CSI)* larva rajungan

Dosis Beta karoten (ppm)	rata-rata CSI ± SD
0	117,33 ± 1,15 ^a
5	117,00 ± 1,00 ^a
10	112,33 ± 0.58 ^b
15	113,33 ± 0.58 ^b

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan pada taraf 5% ($p < 0,05$).

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa dosis beta karoten berpengaruh sangat nyata terhadap ketahanan stres larva rajungan ($p < 0,01$) (Lampiran 11). Selanjutnya hasil uji lanjut *W-Tuckey* memperlihatkan bahwa antara dosis 0 dan 5 ppm tidak memperlihatkan perbedaan yang nyata ($p > 0,05$) akan tetapi berbeda nyata dengan dosis 10 dan 15 ppm. Demikian pula halnya antara dosis 10 dan 15 ppm tidak memperlihatkan perbedaan yang nyata.

Berdasarkan Tabel 6 terlihat bahwa tingkat ketahanan stres terbaik diperoleh pada dosis 10 ppm dengan CSI 112,33 sedangkan terendah pada dosis 0 ppm dengan CSI 117,33. Larva pada perlakuan dosis 10 ppm memiliki ketahanan stres yang lebih tinggi disebabkan oleh kandungan beta karoten pakan sumsi oleh larva rajungan yang lebih tinggi dibandingkan dengan dosis ketahanan terhadap stres pada dosis 5 ppm memperlihatkan hasil yang



lebih rendah disebabkan penyerapan oleh larva rajungan juga lebih rendah dibandingkan dosis 10 dan 15 ppm. Ketahanan stress terendah ditunjukkan pada larva dengan perlakuan dosis 0 ppm yang disebabkan karena kandungan beta karoten pakan yang dikonsumsi larva rendah akibat tidak ada asupan beta karoten pada pakan alami larva rajungan dari media pemeliharaan.

Menurut Mainassy *dkk*, 2012, beta karoten memiliki fungsi fisiologis sebagai antioksidatif yang dapat mengurangi oksidatif stres dan memberikan perlindungan terhadap kerusakan akibat radikal bebas pada larva rajungan. Menurut Yu (1994), Organisme yang mengalami stres yang disebabkan oleh adanya stressor kimia, fisika atau biologi (seperti infeksi phatogen) akan mengakibatkan reaksi oksidatif yang tidak normal pada proses metabolisme aerobik yang menghasilkan singlet oksigen dan radikal bebas. Stres pada larva rajungan dapat mengakibatkan menurunnya nafsu makan yang dapat berakibat kematian pada larva. Ketahanan stress yang rendah diduga salah satu faktor rendahnya sintasan pada larva rajungan.

Penelitian Meilisza (2018) pada ikan yang diberi pakan yang ditambahkan karotenoid berupa astaksantin 260 mg/ kg pakan dan cantaksantin 130 dan 260 mg/kg mampu mereduksi stres dengan cara menghambat pembentukan kortisol dan menyeimbangkannya dengan cara meningkatkan kadar glukosa dalam darah. Ikan yang diberi pakan tanpa penambahan karatenoid mengalami peningkatan konsentrasi kortisol yang tajam 186% pada 0 jam setelah diberi stresor transportasi, sedangkan pada ikan yang diberi pakan berkaratenoid mengalami kenaikan kortisol lebih lambat dan secara perlahan meningkat setelah 24 jam mengalami stres. Penelitian Chien *dkk* (2003) pada udang *Penaeus monodon* yang diberi pakan yang diperkaya dengan 80 mg karotenoid astaxanthin/kg pakan menunjukkan respon pemulihan lebih baik dari pada kontrol setelah salinitas pemeliharaan diganti dari 32 ppt menjadi 0 ppt selama 5 menit. Udang yang diberi pakan dengan karotenoid menunjukkan pemulihan 73% sedangkan pada kontrol hanya 24%.



D. Laju Metamorfosis

Laju metamorfosis larva rajungan dinyatakan *larvae stage indeks* (LSI). Nilai LSI selama pemeliharaan disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Rata-rata laju metamorfosis pemeliharaan larva rajungan (*Portunus pelagicus*) berdasarkan nilai *larvae stage index* (LSI).

Dosis beta karoten (ppm)		Umur larva (hari)									
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	
0	IPL	1,6	1,8	2,0	2,2	2,6	2,8	3,0	3,6	3,8	
	Stadia	Z2	Z2	Z2	Z2	Z3	Z3	Z3	Z4	Z4	
5	IPL	1,6	1,9	2,1	2,2	2,7	2,9	3,3	3,8	4,0	
	Stadia	Z2	Z2	Z2	Z2	Z3	Z3	Z3	Z4	Z4	
10	IPL	1,8	2,2	2,4	2,8	3,0	3,4	3,8	4,4	5,0	
	Stadia	Z2	Z2	Z2	Z3	Z3	Z3	Z4	Z4	M	
15	IPL	1,8	2,1	2,4	2,6	2,8	3,0	3,6	4,2	4,8	
	Stadia	Z2	Z2	Z2	Z3	Z3	Z3	Z4	Z4	M	

Pada Tabel 7 memperlihatkan bahwa larva rajungan yang diberi pakan yang dikayakan dengan beta karoten dosis 10 ppm lebih cepat dalam proses metamorfosis mencapai megalopa sedangkan yang paling lambat adalah pada dosis 0 ppm. Larva rajungan pada semua perlakuan memasuki stadia zoea-2 pada hari ke-4 hasil ini sama dengan yang diperoleh oleh Arsyad *dkk* (2006) dimana total waktu yang dibutuhkan larva dari zoea 1 menjadi zoea 2 adalah 3-4 hari. Sementara Penelitian Nikhlani (2013) waktu yang dibutuhkan larva rajungan bermetamorfosis dari zoea 1 menjadi zoea-2 adalah 4-6 hari. Laju metamorfosis yang sama dari setiap perlakuan ini disebabkan penyerapan beta karoten oleh larva rajungan masih relative sama di awal pemberian pakan. Pada perlakuan beta karoten dosis 10 dan 15 ppm larva rajungan memasuki stadia zoea-3 pada hari ke-7 dengan nilai LSI masing masing 2,8 dan 2,6. Perpindahan stadia ini lebih cepat dibandingkan dengan dosis perlakuan lainnya. Selanjutnya Dosis 10 ppm dan 15 ppm larva masuk dalam stadia zoea- 4 dan stadia megalopa pada hari yang sama e-10. Larva dengan perlakuan dosis 10 ppm dan 15 ppm betakaroten stadia zoea-4 dan megalopa lebih cepat dibandingkan dengan perlakuan dan 5 ppm betakaroten.



Perlakuan dosis 10 ppm dan 15 ppm beta karoten memasuki stadia megalopa pada hari yang sama (H12) dimana larva rajungan dengan perlakuan beta karoten dosis 15 ppm menunjukkan nilai LSI yang lebih rendah. Hal ini disebabkan karena kandungan beta karoten pada pakan alami yang diperkaya dengan dosis 15 ppm lebih rendah. Pada pemeliharaan larva rajungan dengan perlakuan pengkayaan beta karoten dosis 0 ppm dan 5 ppm memperlihatkan laju metamorfosis yang hampir sama. Hal ini menunjukkan bahwa dosis 5 ppm belum optimum untuk menunjang percepatan laju metamorfosis larva rajungan. Selanjutnya peningkatan dosis beta karoten 10 ppm larva lebih cepat dalam bermetamorfosis, hal ini disebabkan karena penyerapan beta karoten oleh larva rajungan pada dosis tersebut lebih tinggi.

Laju metamorfosis mengekspresikan laju pertumbuhan dari larva rajungan yang merupakan hasil sintesis protein. Pada larva rajungan pertumbuhan ditandai dengan terjadinya molting atau perubahan stadia. Hal ini sesuai dengan hasil yang diperoleh pada analisis rasio RNA/DNA dimana larva rajungan yang diberi pakan alami yang diperkaya dengan beta karoten dosis 10 ppm yang menyerap beta karoten tertinggi memiliki rasio RNA/DNA terbaik. Yu (1994) dan McInerney *dkk* (2019) melaporkan beta karoten berperan dalam menangkap radikal bebas dan memadamkan singlet oksigen yang dapat merusak lemak, protein, karbohidrat dan nukleotida yang merupakan bagian penting dalam penyusunan sel termasuk membrane, enzim dan DNA yang akan mempengaruhi proses metamorfosis pada larva.

E. Kelangsungan Hidup

Rata-rata kelangsungan hidup larva rajungan pada tiap dosis beta karoten disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Rata-rata kelangsungan hidup larva rajungan

Dosis beta karoten (ppm)	rata-rata kelangsungan hidup rajungan (ppm) \pm SD
0	42.78 \pm 1.03 ^b
5	51.58 \pm 1.78 ^{ab}
10	59.36 \pm 4.79 ^a
15	56.72 \pm 5.00 ^a

Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan pada taraf 5% ($p < 0,05$)



Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa dosis beta karoten berpengaruh sangat nyata terhadap kelangsungan hidup larva rajungan ($p < 0,01$) (Lampiran 14). Selanjutnya uji lanjut W-Tuckey memperlihatkan bahwa perlakuan pengkayaan beta karoten pada dosis 0 dan 5 ppm tidak memperlihatkan perbedaan yang nyata ($p > 0,05$). Demikian pula halnya pada dosis 5, 10 dan 15 ppm tidak memperlihatkan perbedaan yang nyata (lampiran 15). Tingkat kelangsungan hidup tertinggi pada dosis beta karoten 10 ppm yaitu sebesar 59,36% sedangkan yang terendah pada dosis 0 ppm dengan kelangsungan hidup larva rajungan sebesar 42,78%. (Tabel 8) (Lampiran 13).

Kelangsungan hidup larva rajungan yang lebih tinggi pada perlakuan pengkayaan beta karoten dosis 10 ppm (59,36%) ini disebabkan karena larva rajungan dapat menyerap secara optimum beta karoten yang dikayakan pada pakan rotifer dan artemia. Hasil analisis menunjukkan semakin meningkat jumlah beta karoten yang terserap maka semakin meningkatkan pula rasio RNA/DNA larva rajungan lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Rasio RNA/DNA yang merupakan gambaran sintesis protein yang terjadi dan berdampak positif pada laju metamorfosis. Laju metamorfosis larva rajungan yang lebih cepat akan berpengaruh pada larva dalam melewati fase kritis lebih cepat sehingga dapat menekan jumlah kematian larva pada fase kritis pertumbuhan di stadia zoea. Kelangsungan hidup juga dipengaruhi oleh kecepatan metamorfosis larva rajungan. Menurut Niklani (2015) kematian pada stadia awal larva rajungan dan kegagalan proses molting merupakan penyebab tingginya tingkat kematian larva rajungan.

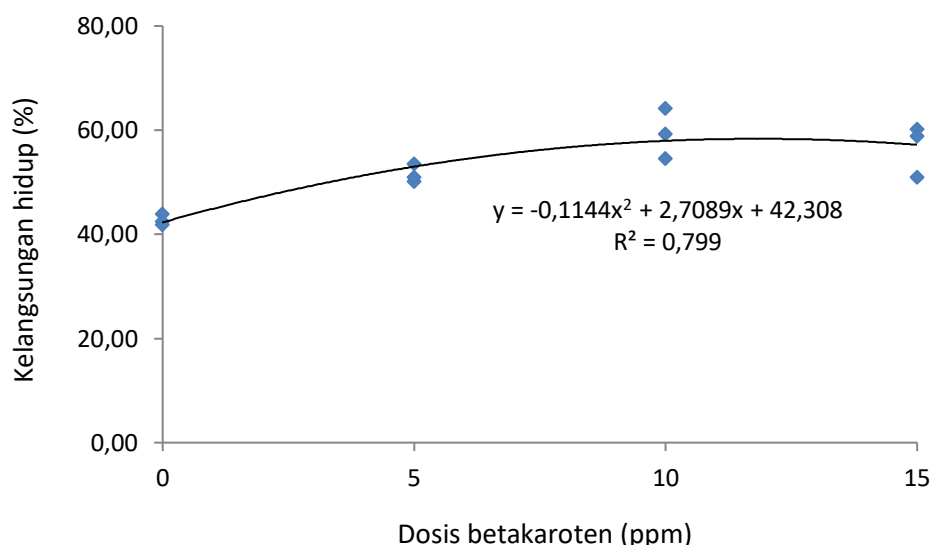
Kelangsungan hidup larva rajungan dipengaruhi juga oleh tingkat ketahanan larva rajungan terhadap stres. Beta karoten yang berfungsi sebagai antioksidan mampu menangkap radikal bebas yang terbentuk akibat adanya stres. Adanya perubahan kualitas air akan mengakibatkan gangguan keseimbangan fisiologis atau stres pada larva rajungan. Gangguan keseimbangan fisiologis larva dapat memberikan dampak berkurangnya nafsu makan dan mudah terserang penyakit yang mengakibatkan tingkat kematian yang tinggi (Fujaya, 2015). Hasil pengujian ketahanan stress menunjukkan semakin tinggi jumlah beta karoten yang terserap pada larva rajungan maka ketahanan stress larva rajungan semakin baik. Ketahanan stress yang baik pada larva rajungan akan menekan jumlah kematian an selama pemeliharaan.

andez (2009) melaporkan bahwa juvenile udang kuruma (*Penaeus japonicus*) mengalami peningkatan kelangsungan hidup hingga



76% dengan penambahan vitamin A pada pakan dengan dosis 18.000 IU vit.A/Kg dibandingkan dengan kelangsungan hidup pada udang tanpa penambahan vitamin A sebesar 54%. Penelitian Ernawati (2017) menunjukkan kelangsungan hidup yang tertinggi pada ikan nila air payau (*Oreochromis niloticus*) yang diberi pakan alami hasil bioenkapsulasi karotenoid pada dosis 10 ppm dengan kelangsungan hidup 88,00 %, sedangkan pada dosis 0 ppm (kontrol) sebesar 40,00%. Penelitian Sudaryono (2012) kelangsungan larva kepiting bakau pada stadia megalopa yang diberi pakan alami hasil bioenkapsulasi beta karoten sebesar 52,17 %.

Hubungan antara dosis beta karoten dan kelangsungan hidup larva rajungan disajikan pada Gambar 14.



Gambar 14. Hubungan antara dosis beta karoten dan tingkat kelangsungan hidup larva rajungan.

Hubungan antara dosis beta karoten dan tingkat kelangsungan hidup larva rajungan berpola kuadratik, dengan persamaan $y = -0.1144x^2 + 2.7089x + 42.308$; $R^2 = 0.799$. Persamaan regresi menunjukkan hubungan yang erat ($R > 5$) antara dosis dan kelangsungan hidup. Berdasarkan persamaan regresi tersebut diketahui dosis optimal beta karoten sebesar 11,84 ppm.

F. Kualitas Air

Pengukuran kualitas air yang dilakukan selama percobaan meliputi parameter fisika dan kimia meliputi suhu, DO, pH, salinitas dan amoniak disajikan pada Gambar 19.

Salah satu faktor dalam pemeliharaan rajungan suhu air sangat penting diperhatikan. Selama percobaan suhu media pemeliharaan larva yaitu berkisar antara 31,3 - 32 °C.



Kisaran suhu ini masih cukup baik dalam pemeliharaan larva rajungan. Hal ini didukung oleh pendapat Juwana dan Romimohtarto (2000), bahwa suhu optimum untuk larva rajungan fase megalopa berkisar antara 28-34°C. Menurut Zaidin *dkk* (2013) suhu berpengaruh terhadap kelarutan gas dalam air dan proses metabolisme rajungan. Suhu mempengaruhi aktivitas, nafsu makan, konsumsi oksigen, dan laju metabolisme krustase (Zacharia dan Kakati, 2004). Menurut Ikhwanuddin *dkk* (2012) suhu optimum untuk rajungan adalah 28-30 °C. Arshad *dkk* (2006) melakukan penelitian terhadap larva rajungan pada kisaran 26-27 °C.

Tabel 9. Kualitas air pemeliharaan larva rajungan (*Portunus pelagicus*)

Parameter pengujian kualitas air					
Dosis beta karoten	Suhu (°C)	pH	Salinitas (ppt)	DO (mg/L)	Amoniak (mg/L)
0	31,4- 32	8,2 -8,5	31-32	5,02– 6,03	0,006-0,013
5	31,3- 32	8,3-8,5	31-32	5,03– 6,06	0,006-0,017
10	31.5 - 32	8,2-8,5	31-32	5,02– 6,05	0,006-0,015
15	31.4 - 32	8,1-8,5	31-32	5,01-6,02	0,006-0,018
Kisaran optimum	28-34°C Ikhwanuddin, <i>dkk</i> (2012)	8-8,7 Ikhwanuddin, <i>dkk</i> (2012)	30-32 ppt Arshad, <i>dkk</i> , (2006)	> 6 ppm Ikhwanuddin <i>dkk</i> (2012).	<0,1 Wardoyo (1975)

Salinitas air media pemeliharaan larva rajungan yaitu berkisar antara 31 – 32 ppt, kisaran salinitas tersebut masih berada pada kisaran optimum. Menurut Arshad *dkk* (2006) salinitas media pemeliharaan larva yang optimum berkisar 30-32 ppt. Salinitas berpengaruh pada proses osmoregulasi, biokimia di dalam dan di luar sel. Salinitas yang tidak cocok dengan organisme dapat memicu stres yang akan mengganggu homeostasis fisiologis dan proses biologis rutin (Kults, 2015).

Oksigen terlarut pada media pemeliharaan larva rajungan berkisar antara 5,0 – 6.1 ppm, kisaran tersebut merupakan masih berada dalam kisaran optimum. Arshad *dkk* (2006) melakukan penelitian terhadap larva rajungan dengan kandungan oksigen terlarut 7-7,30 ppm dan Ikhwanuddin *dkk* (2012) > 6 ppm. Oksigen merupakan faktor pembatas bagi organisme perairan sehingga harus mencukupi dalam pemeliharaan larva rajungan. Oksigen dalam proses respirasi dan metabolisme. Kepadatan dan jumlah hewan dalam media pemeliharaan sangat mempengaruhi jumlah oksigen terlarut.



Semakin banyak hewan uji dalam media pemeliharaan maka kebutuhan oksigen akan semakin tinggi dan akan menurunkan jumlah oksigen terlarut.

pH merupakan gambaran konsentrasi ion hidrogen dalam air dan digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman perairan. Nilai pH pemeliharaan larva rajungan selama penelitian berada pada kisaran 8-8,5. Nilai pH tersebut masih dalam kisaran optimum untuk pemeliharaan larva rajungan. Menurut Ikhwanudin *dkk* (2012) pH optimum pemeliharaan larva pada kisaran 8-8,7. Juwana dan Romimohtarto (2000), menyatakan bahwa pH yang baik untuk megalopa rajungan adalah 7,5-8,5.

Kandungan amoniak yang terukur pada penelitian ini berkisar antara 0,006-0,018 ppm. Kisaran ini masih batas optimal bagi sintasan dan pertumbuhan larva rajungan. Menurut Ikhwanuddin, *dkk* (2012), kandungan amoniak optimal untuk pemeliharaan larva rajungan yaitu <0,02 ppm. Amoniak bersifat toksik sehingga dalam konsentrasi yang tinggi dapat meracuni organisme. Agar rajungan dapat tumbuh dengan baik maka konsentrasi amoniak dalam media tidak lebih dari 0,1 ppm (Wardoyo,1975).



V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pengkayaan beta karoten meningkatkan kandungan beta karoten pada rotifer, artemia dan larva rajungan.
2. Dosis pengkayaan beta karoten pada rotifer dan artemia dalam menghasilkan kelangsungan hidup larva rajungan yang terbaik adalah dosis 10 ppm.

B. SARAN

Disarankan agar dalam pemeliharaan larva rajungan diberi rotifer dan artemia yang telah diperkaya beta karoten dosis 10 ppm.



DAFTAR PUSTAKA

- Arshad A., Efrizal, M.S. Kamarudin dan C.R. Saad. 2006. Study on Fecundity, Embryology and Larval Development of Blue Swimming Crab *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758) under Laboratory Conditions. *Research Journal of Fisheries and Hydrobiology* 1(1): 35-44.
- Azrimaidaliza. 2017. Vitamin A, Imunitas dan Kaitannya dengan Penyakit Infeksi. *Journal Kesehatan Masyarakat I* (2).
- Babin A, Clotilde Biard, and Yannick Moret. 2010. Dietary Supplementation with Carotenoids Improves Immunity without Increasing Its Cost in a Crustacean. *The American Naturalist*, vol. 176, no. 2.
- Bendich A. 1993. Biological Functions of Dietary Carotenoids, *Annals, the New York academy of sciences*.
- Berman J., U.Z López., G. Farré., C. Zhu., G. Sandmann., R.M Twyman dan T. Capel. 2014. Nutritionally important carotenoids as consumer products. *Phytochemistry Review*, 14: 727–743.
- Blomhoff R dan Blomhoff H.K. 2006. Overview of retinoid metabolism and function. *J Neurobiol* 66:606–630.
- Boonyaratpalin M., S Thongrod., K Supamattaya., G Britton, dan L E Schlipalius. 2001. Effects of B-carotene source, *Dunaliella salina*, and astaxanthin on pigmentation, growth, survival and health of *Penaeus monodon*. *Aquaculture Research*, 2001, 32 (Suppl. 1), 182-190.
- Bulow F.J. 1970. RNA-DNA ratios as indicators of recent growth rates of fish. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 27:2343-2349.
- Campoverde C dan Alicia Estevez. 2017. The effect of live food enrichment with docosahexaenoic acid (22:6n-3) rich emulsions on growth, survival and fatty acid composition of meagre (*Argyrosomus regius*) larvae. *Aquaculture*. 2017.05.012.
- Chavarría M.G dan M.L Flores. 2013. The use of carotenoid in aquaculture. *Research Journal of Fisheries and Hydrobiology*, 8(2): 38-49.
- Chien, Y.-H., dan S.C. Jeng. 1992. Pigmentation of kuruma prawn, *Penaeus japonicus* Bate, by various pigment sources and levels and feeding regimes. *Aquaculture*, 102(4).
- Chien Y.H., C.H. Pan dan B.Hunter. 2003. The resistance to physical stresses by *Penaeus monodon* juveniles fed diets supplemented with astaxanthin. *Aquaculture* 216. 177 –191.

.P. 2009. Stressed disorder of the stress system. *Nat. Rev. Endocrinol.* 5, 381.



- De Carvalho C.C.C.R., dan Caramujo M. J. 2017. Carotenoids in Aquatic Ecosystems and Aquaculture: A Colorful Business with Implications for Human Health. *Frontiers in Marine Science*, 4.
- Dhengi S. 2018. Pengaruh pemberian pakan alami (rotifer dan nauplius artemia) hasil bioenkapsulasi karotenoid terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan larva ikan kakap putih (*Lates calcarifer*). Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Dhert P., 1996. Rotifers. In Lavens P., P Sorgeloos. 1996. Manual on the production and use of live food for aquaculture. FAO. Fisheries Technical Paper No. 361. Rome, FAO. Pp. 49-78.
- Effendie, M.I. 1979. Metode Biologi Perikanan. Yayasan Dewi Sri, Bogor, 112 hlm
- Effendy S, Faidar, Sudirman, E. Nurcahyono. 2005. Perkembangan Larva Rajungan *Portunus pelagicus* Pada Produksi Masal Pasca introduksi *Artemia salina* dan *Brachionus plicatilis* diperkaya Asam Lemak. *Aquacultura Indonesiana* 6 (3) : 101–107.
- Ekawati S.R. 2008. Peningkatan kelangsungan hidup dan pertumbuhan kepiting bakau (*Scylla olivacea*) stadia zoea melalui aplikasi pakan alami hasil bioenkapsulasi karotenoid cangkang kepiting non ekonomis. Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin Makassar.
- Ernawati. 2017. Pengaruh pakan alami (rotifer dan Artemia) hasil bioenkapsulasi karotenoid terhadap kelangsungan hidup, laju pertumbuhan dan ketahanan stres larva ikan nila air payau (*Oreochromis niloticus*). Sekolah pasca Sarjana. Universitas Hasanuddin Makassar.
- Fikselová M., Šilhár S., Mareček J., Frančáková H.. 2008. Extraction of Carrot (*Daucus carota* L.) Carotenes under Different Conditions. *Czech Journal. SCI*.
- Fujaya Y., D.D Trijuno., A. Niklani., I. Cahyono. 2014. The use of mulberry (*morus alba*) gextract in the mass production of blue swimming crab (*Portunus pelagicus*) larvae to overcome the mortality rate due to molting syndrome. *Aquatic Science and Technology*. Vol. 2, No. 1.
- Grune T., Lietz G., Palou A., Ross AC., Stahl W., Tang G., Thurnham D., Yin SA., Biesalski HK. 2010. β -Carotene Is an Important Vitamin A Source for Humans. *J Nutr.* 140(12): 2268S–2285S.
- Halliwel B., Aeschbach R., Lolinger J., Auroma O.I. 1995. "Toxicology", *J. Food. Chem.*, 33: 601.
- Hamre K. 2016. Nutrient profiles of rotifers (*Brachionus* sp.) and rotifer diets from four different marine fish hatcheries. *Aquaculture* 450 (2016) 136–142.



o, S.C., Kang S.M., Kang H.S., Kim, J.P., Kim S.H., Lee K.W., Cho M.G., Y.J. 2008. Cytoprotective effect of fucoxanthin isolated from brown algae *Sargassum siliquastrum* against H₂O₂-induced cell damage. *Eur. Food Technol.* 228, 145–151.

- Hernandez L.H.H., S. Koshio., S.I.Teshima., M. Ishikawa., G.JG. Cigarroa.,O. Uyan dan M.S. Alam. 2009. Vitamin A effects and requirements on the juvenile Kuruma Prawn *Marsupenaeus japonicas*. *Hidrobiológica*, 19 (3): 217-223.
- Ikhwanuddin M., J.H Mansor., A.M.A Bolong dan S.M Long. 2012. Improved hatchery-rearing techniques for juvenile production of blue swimming crab (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758). *Aquaculture Research*, 1–9.
- Ismail M.S. 2013. Extraction of beta-carotene from carrot via soxhlet extraction method, Faculty of Chemical & Natural Resources Engineering, Universiti Malaysia Pahang.
- Jeszka W.J. 1997. Food Colorants. Chemical and Functional Properties of Food Components. Technomic Publishing Company, Lancaster: 293.
- Jusadi D., T. Takeuchi, T. Seikai, and T. Watanabe.1995. Hypervitaminosis and Safe Levels of Vitamin A for Larval Flounder *Paralichthys olivaceus* Fed Artemia Nauplii. *Aquaculture*, p. 135–146.
- Juwana, S. dan K Romimohtarto. 2000. Rajungan, Perikanan, Cara Budidaya dan Menu masakan. Penerbit Djambatan. Jakarta.
- Karim M.Y, Zainuddin dan Siti Aslamyah. 2015. Pengaruh Suhu Terhadap Kelangsungan Hidup dan Percepatan Metamorfosis Larva Kepiting Bakau (*Scylla olivacea*), *Jurnal Perikanan (J. Fish. Sci.) XVII (2): 84-89* ISSN: 0853-6384.
- Koolhaas J.M., P. Meerlo., A. Bartolomucci., B. Buwalda., S.F. de Boer., G. Flügge., S.M. Korte., O. Stiedl., R. Murison., B. Olivier., P. Palanza., G. Richter-Levin., A. Sgoifo., T. Steimer., G. van Dijk., M. Wöhr., E. Fuchs. 2011. Stres revisited: A critical evaluation of the stres concept. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 35 (2011) 1291–1301.
- Krinsky NI., EJ. Johnson, 2005. Carotenoid actions and their relation to health and disease. *Mol Aspects Med.* 2005;26:459–516
- Kristiyaningrum D., Kusumaningrum H.P., Kusdiyantini E. 2013. Analisis kandungan β -karoten fusan intraspecies *Chlorella vulgaris* dan aplikasinya sebagai pakan tambahan pada post larva stadia 10 udang windu (*Penaeus monodon*). *Jurnal Biologi*, Volume 2 No 3, Hal. 1-7
- Kultz D. 2015. Physiological mechanisms used by fish to cope with salinity stres (review), *The Journal of Experimental Biology* (2015) 218, 1907-1914 doi:10.1242/jeb.118695.
- Kusbandari A. dan H. Susanti. 2017. Kandungan beta karoten dan aktivitas penangkapan radikal bebas terhadap dpph (1,1-difenil 2-pikrilhidrazil) ekstrak buah blewah (*Cucumis melo* var. *Cantalupensis* L) secara trofometri uv-visibel. *Jurnal Farmasi Sains dan Komunitas*, hlm. 37-42 14 no. 1.
- and P. Sorgeloos. 1996. Manual on the production and use of live food aquaculture. FAO Fisheries Technical Paper No. 361. Rome: FAO.



- Lucas dan Beninger. 1985. The use of physiological condition indices in marine bivalve aquaculture. *Aquaculture*, 44:187-200.
- Mainassy M.C., L.A. Jacob., Uktolseja., M. Martosupono. 2012. Fungsi Karotenoid dalam Reproduksi Ikan, Program Pasca Sarjana Magister Biologi, Universitas Kristen Satya Wacana. Salatiga.
- McInerney E. P., Aimee J. Silla and Phillip G. Byrne. 2019. Effect of carotenoid class and dose on the larval growth and development of the critically endangered southern corroboree frog. *Conservation Physiology* vol. 7.
- Meilisza N. 2018. Kualitas warna, pertumbuhan, dan status kesehatan ikan rainbow kurumoi (*Melanotaenia parva*) dengan suplementasi karotenoid dalam pakan. Desertasi, Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Moss S.M. 1994. Growth rates, nucleic acid concentrations and RNA:DNA ratios of juvenile white shrimp, *Penaeus vannamei* Boone, fed different algal diets. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 182, 193-204.
- Nikhilani A. 2013. Penemuan "Time schedule" pemberian pakan buatan berfitoekdisteroid untuk menanggulangi sindrom molting pada metamorphosis larva rajungan (*Portunus pelagicus*). Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin Makassar.
- Nikhilani A dan K Sukarti. 2017. Survival and metamorphosis rate of swimming crab *Portunus pelagicus* larvae with the use of phytoecdysteroid in the artificial feed. *Jurnal Akuakultur Indonesia* 16 (2), 261–267.
- Nontji A.1986. Laut Nusantara. Jakarta: Penerbit Djambatan.
- Ozyurt D., Demirata B, Apak R. 2005. Determination of total antioxidant capacity by a new spectrophotometric method based on Ce(IV) reducing capacity measurement.
- Pamungkas W. 2012. Aktivitas osmoregulasi, respons pertumbuhan, dan *energetic cost* pada ikan yang dipelihara dalam lingkungan bersalinitas. *Media Akuakultur* Volume 7 Nomor 1.
- Pamungkas W., I Nurlaela., dan J Darmawan. 2015. Analisis rasio RNA/DNA ikan patin siam pangasianodon hypophthalmus f-2 tumbuh cepat hasil seleksi. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*.
- Pangabean M.G.L. 1984. Teknik penetasan dan pemanenan *Artemia salina*. *Oseana*, Volume IX, Nomor 2: 57 – 65.
- Pangkey H. 2011, Kebutuhan asam lemak esensial pada ikan laut. *Jurnal Perikanan dan Kelautan Tropis* Vol. VII-2, 93.
- A., Syarifuddin Tonnek., dan Andi Tenriulo. 2013. Analisis rasio RNA/DNA udang windu *Penaeus monodon* hasil seleksi tumbuh cepat. *s. Akuakultur* Vol. 8 No. 1: 1-12.



- Patt Donald I. & G.R. Patt. 1975. An Introduction to Modern Genetics. Philippines: Addison-Wesley. hlm. 179.
- Prastyanti K.A., A Yustia, Sunarto, Y Andriani. 2017. kelangsungan hidup dan pertumbuhan larva rajungan (*Portunus pelagicus*) melalui pemberian nauplius artemia yang diperkaya dengan minyak ikan dan minyak jagung. J A S vol. 7 nomor 3.
- Radomska LB. dan J. Harasym. 2018. β -Carotene properties and production methods. Food Quality and Safety, 2(2): 69-74.
- Rahayu I.D. 2008. Klasifikasi fungsi dan metabolisme vitamin. Fakultas Pertanian-Peternakan. Universitas Muhammadiyah Malang. Malang.
- Redjeki S. 1999. Budidaya Rotifera (*Brachionus plicatilis*). Oseana, Volume XXIV, Nomor 2, : 27-43.
- Redzuari A, M.N. Azra, A.B.A Munafi., Z.A. Aizam., Y.S. Hii, and M. Ikhwanuddin. 2012. Effects of Feeding Regimes on Survival. Development and Growth of Blue Swimming Crab. *Portunus pelagicus* (Linnaeus 1758) Larvae. World Applied Sciences Journal, 18(4):472-478.
- Ress, J. F., K. Cure, S. Piyatiratitivorakul, P. Sorgeloos, and P. Menasveta. 1994. Highly Unsaturated Fatty Acid Requirements of *Penaeus monodon* Postlarvae : An Experimental Approach Based on Artemia Enrichment. Aquaculture, 122 : 193-207.
- Ridwan. 2017. Efektifitas dan peran taurin dalam meningkatkan pertumbuhan, perkembangan dan keberhasilan metamorfosis larva kerapu bebek *Cromileptes altivelis*. Sekolah Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin Makassar.
- Rimandi O. 2015. Respon perkembangan larva rajungan (*Portunus pelagicus*) pada percepatan pergantian pakan alami ke pakan buatan predigest dengan probiotik *Bacillus* sp. Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Steel R.G.D dan J.H. Torrie. 1993. Prinsip dan Prosedur Statistika. Terjemahan, Bambang Sumantri. Gramedia. Jakarta.
- Stoner A.W. 2012. Assessing Stress and Predicting Mortality in Economically Significant Crustaceans, Reviews in Fisheries Science, 20(3):111–135.
- Sudariono. 2012. Effect of rotifer and artemia bioencapsulated carotenoid from carrot on survival of mud crab (*Scylla olivacea*) larvae at zoea stadia. Program Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin Makassar.



M.A., E. Mursitorini dan D. Jusadi. 2006. Pengaruh Pengkayaan Artemia dengan EPA (Asam Ekosapentanoat, C20:5n-3) dan DHA (Asam heksanoat, C22:6n-3) Terhadap Kelangsungan Hidup Rajungan *Portunus pelagicus*. Jurnal Akuakultur Indonesia, 5(2): 119-126.

- Susanto, B., I. Setyadi, Haryanti, dan A. Hanafi. 2005. Pedoman Teknis Teknologi Perbenihan Rajungan (*Portunus pelagicus*). Pusat Riset Perikanan Budidaya. Badan Riset Kelautan dan Perikanan. Departemen Kelautan dan Perikanan. Jakarta. 22 pp.
- Tachibana K., M Yagi., K Hara., T Mishima., M Tsuchimoto. 1997. Effects of feeding of carotene supplemented rotifers on survival and lymphocyte proliferation reaction of fish larvae (Japanese parrotfish (*Oplegnathus fasciatus*) and Spotted parrotfish (*Oplegnathus punctatus*)): preliminary trials. Live Food in Aquaculture. Kluwer Academic Publishers.
- Tanangonan J.B, Hiroshi Nakano, and Masaru Tanaka. 1998. Changes in DNA, RNA, and Protein Content During Early Growth and Development of Japanese Flounder, *Paralichthys olivaceus*. Aquaculture science Vol. 46 Issue 2 Pages 243-252.
- Valko, M., Izakovic, M., Mazur, M., Rhodes, C.J., Telser, J. 2006. Free radical, metal and antioxidant in oxidative stress induced cancer. J.Chem-Biol, 160, 1-40.
- Wardoyo S.T.H. 1975. Pengelolaan kualitas air. Fakultas Perikanan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Watanabe, T. dan Kiron, V. 1994. Prospects in larval fish dietetics. Aquaculture 124, 223–251.
- Wingqvist A. 2011. Extraction, Isolation and Purification of β -carotene. Faculty of Technology and Science Chemistry, Karlstads universitet
- Yoshimatsu T dan A.M Hossain. 2014. Recent advances in the high-density rotifer culture in Japan. Aquaculture International Volume 22:5, pp 1587–1603.
- Yu B.P. 1994. Cellular defenses against damage from reactive oxygen species. Physiol. Rev. 74, 139 – 162.
- Yufera M., M.J. Darias. 2007. The onset of exogenous feeding in marine fish larvae. Aquaculture, 268:53-63.
- Zacharia, S dan V.S. Kakati,. 2004. Optimal Salinity and Temperature of Early Developmental Stages of *Penaeus merguensis* de Man. Journal Aquaculture 232: 378-382.
- Zaidin M.Z, Irwan J. Effendy dan Kadir Sabilu. 2013. Kelangsungan hidup Larva Rajungan (*Portunus pelagicus*) Stadia Megalopa Melalui Kombinasi Pakan Alami Artemia salina dan Brachionus plicatilis. Jurnal Mina Laut Indonesia Vol. 01 No. 01 (112– 121).



LAMPIRAN

Lampiran 1. Kandungan beta karoten pada rotifer, artemia dan larva rajungan.

Dosis beta karoten (ppm)	Kandungan betakaroten (ppm)		
	Rotifer	Artemia	Larva rajungan
0	0,778	2,349	0,315
0	0,529	2,457	0,534
0	0,621	2,114	0,420
Rata-rata	0,643 ± 0,13	2,307 ± 0,18	0,423 ± 0,11
5	3,001	5,184	2,434
5	3,556	5,374	2,105
5	3,257	5,226	2,261
Rata-rata	3,271 ± 0,28	5,261 ± 0,10	2,267 ± 0,16
10	7,106	9,199	5,004
10	7,042	9,420	4,496
10	7,569	9,034	4,890
Rata-rata	7,239 ± 0,29	9,217 ± 0,19	4,797 ± 0,27
15	4,334	7,073	3,123
15	4,405	7,122	3,156
15	4,723	7,960	3,497
Rata-rata	4,488 ± 0,21	7,385 ± 0,50	3,259 ± 0,21

Lampiran 2. Hasil analisis ragam (ANOVA) kandungan beta karoten rotifer yang telah diperkaya dengan beta karoten pada setiap perlakuan.

	Jumlah kuadrat	Df	Kuadrat tengah	F	Sig,
Perlakuan	67,497	3	22,499	411,642**	0,000
Galat	0,437	8	0,055		
Total	67,934	11			

: ** Berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$)



Lampiran 3. Hasil uji lanjut W-Tuckey kandungan beta karoten rotifer yang telah diperkaya dengan beta karoten pada setiap perlakuan.

(I) Dosis betakaroten	(J) Dosis betakaroten	Perbedaan rata-rata (I-J)	Std. Error	Sig.
0	5	-2,628667*	0,190887	0,000
	10	-6,596333*	0,190887	0,000
	15	-3,844667*	0,190887	0,000
5	0	2,628667*	0,190887	0,000
	10	-3,967667*	0,190887	0,000
	15	-1,216000*	0,190887	0,001
10	0	6,596333*	0,190887	0,000
	5	3,967667*	0,190887	0,000
	15	2,751667*	0,190887	0,000
15	0	3,844667*	0,190887	0,000
	5	1,216000*	0,190887	0,001
	10	-2,751667*	0,190887	0,000

* Berbeda nyata antar perlakuan pada taraf 5% ($p < 0,05$)

Tukey HSD

Dosis	N	Subset for alpha = 0,05			
		1	2	3	4
0	3	0,64267			
5	3		3,27133		
15	3			4,48733	
10	3				7,23900
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Lampiran 4. Hasil analisis ragam (ANOVA) kandungan beta karoten artemia yang telah diperkaya dengan beta karoten pada setiap perlakuan.

	Jumlah kuadrat	Df	Kuadrat tengah	F	Sig.
Perlakuan	79,352	3	26,451	323,756**	0,000
Galat	0,654	8	0,082		
Total	80,006	11			

** Berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$)



Lampiran 5. Hasil uji lanjut W-Tuckey beta karoten artemia yang telah diperkaya dengan beta karoten pada setiap perlakuan.

(I) Dosis beta karoten (ppm)	(J) Dosis (ppm)	(I-J) Perbedaan rata-rata	Std. Error	Sig.
0	5	-2,954667*	0,233380	0,000
	10	-6,911000*	0,233380	0,000
	15	-5,078333*	0,233380	0,000
5	0	2,954667*	0,233380	0,000
	10	-3,956333*	0,233380	0,000
	15	-2,123667*	0,233380	0,000
10	0	6,911000*	0,233380	0,000
	5	3,956333*	0,233380	0,000
	15	1,832667*	0,233380	0,000
15	0	5,078333*	0,233380	0,000
	5	2,123667*	0,233380	0,000
	10	-1,832667*	0,233380	0,000

* Berbeda nyata antar perlakuan pada taraf 5% ($p < 0,05$)

Tukey HSD

Dosis	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
0	3	2,30667			
5	3		5,26133		
15	3			7,38500	
10	3				9,21767
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Lampiran 6. Hasil analisis ragam (ANOVA) kandungan beta karoten larva rajungan yang telah diperkaya dengan beta karoten pada setiap perlakuan.

	Jumlah kuadrat	Df	Kuadrat tengah	F	Sig.
Perlakuan	30,240	3	10,080	263,517**	0,000
Galat	0,306	8	0,038		
Total	30,546	11			

: ** Berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$)



Lampiran 7. Hasil uji lanjut W-Tuckey beta karoten rajungan yang telah diperkaya dengan beta karoten pada setiap perlakuan.

(I) Dosis beta karoten (ppm)	(J) Dosis_beta karoten (ppm)	(I-J) Perbedaan rata-rata	Std. Error	Sig.
0	5	-1,843667*	0,159690	0,000
	10	-4,373667*	0,159690	0,000
	15	-2,835667*	0,159690	0,000
5	0	1,843667*	0,159690	0,000
	10	-2,530000*	0,159690	0,000
	15	-0,992000*	0,159690	0,001
10	0	4,373667*	0,159690	0,000
	5	2,530000*	0,159690	0,000
	15	1,538000*	0,159690	0,000
15	0	2,835667*	0,159690	0,000
	5	0,992000*	0,159690	0,001
	10	-1,538000*	0,159690	0,000

* berbeda nyata antar perlakuan pada taraf 5% ($p < 0,05$)

Tukey HSD

Dosis	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
0	3	0.42300			
5	3		2.26667		
15	3			3.25867	
10	3				4.79667
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000



Lampiran 8. Hasil analisis rasio RNA/DNA larva rajungan yang telah diperkaya dengan beta karoten pada setiap perlakuan.

Dosis Beta karoten	Rasio RNA/DNA
0	0,636
0	0,780
0	0,477
Rata-rata	0,631 ± 1,05
5	0,867
5	0,759
5	0,971
Rata-rata	0,866 ± 0,11
10	0,966
10	0,824
10	0,920
Rata-rata	0,903 ± 0,04
15	0,780
15	0,821
15	0,861
Rata-rata	0,821 ± 0,04

Lampiran 9. Hasil analisis ragam (ANOVA) rasio RNA/DNA larva rajungan yang telah diperkaya dengan beta karoten pada setiap perlakuan.

	Jumlah kuadrat	Df	Kuadrat tengah	F	Sig.
Perlakuan	0,132	3	0,044	4,270*	0,045
Galat	0,082	8	0,010		
Total	0,214	11			

Keterangan: *berpengaruh nyata ($p < 0,05$)



Lampiran 10. Hasil uji lanjut W-Tuckey rasio RNA/DNA larva rajungan yang telah diperkaya dengan beta karoten pada setiap perlakuan.

(I) dosis	(J) dosis	(I-J) Perbedaan rata-rata	Std. Error	Sig.
0	5	-0,234667	0,082763	0,084
	10	-0,272333*	0,082763	0,044
	15	-0,189667	0,082763	0,179
5	0	0,234667	0,082763	0,084
	10	-0,037667	0,082763	0,967
	15	0,045000	0,082763	0,946
10	0	0,272333*	0,082763	0,044
	5	0,037667	0,082763	0,967
	15	0,082667	0,082763	0,754
15	0	0,189667	0,082763	0,179
	5	-0,045000	0,082763	0,946
	10	-0,082667	0,082763	0,754

* berbeda nyata antar perlakuan pada taraf 5% ($p < 0,05$)

Tukey HSD

dosis	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
0	3	0,63100	
15	3	0,82067	0,82067
5	3	0,86567	0,86567
10	3		0,90333
Sig.		0,084	0,754

Lampiran 11. Hasil analisis ragam (ANOVA) CSI larva rajungan yang telah diperkaya dengan beta karoten pada setiap perlakuan.

	Jumlah kuadrat	Df	Kuadrat tengah	F	Sig.
Perlakuan	58,000	3	19,333	25,778**	0,000
Galat	6,000	8	0,750		
Total	64,000	11			

Keterangan: ** berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$)



Lampiran 12. Hasil uji lanjut W-Tuckey CSI larva rajungan yang telah diperkaya dengan beta karoten pada setiap perlakuan.

(I) dosis	(J) dosis	(I-J) Perbedaan rata-rata	Std, Error	Sig.
0	5	0,33333	0,70711	0,963
	10	5,00000*	0,70711	0,000
	15	4,00000*	0,70711	0,002
5	0	-0,33333	0,70711	0,963
	10	4,66667*	0,70711	0,001
	15	3,66667*	0,70711	0,004
10	0	-5,00000*	0,70711	0,000
	5	-4,66667*	0,70711	0,001
	15	-1,00000	0,70711	0,525
15	0	-4,00000*	0,70711	0,002
	5	-3,66667*	0,70711	0,004
	10	1,00000	0,70711	0,525

* berbeda nyata antar perlakuan pada taraf 5% ($p < 0,05$)

Tukey HSD

Dosis	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
10	3	112,3333	
15	3	113,3333	
5	3		117,0000
0	3		117,3333
Sig.		0,525	0,963



Lampiran 13. Tabel Rata-rata kelangsungan hidup larva rajungan

Dosis Beta karoten	kelangsungan hidup
0	42,50
0	43,92
0	41,92
Rata-rata	42,78 ± 1,03
5	50,17
5	53,58
5	51,00
Rata-rata	51,58 ± 1,78
10	54,58
10	59,33
10	64,17
Rata-rata	59,36 ± 4,79
15	60,25
15	58,92
15	51,00
Rata-rata	56,72 ± 5,00

Lampiran 14. Hasil analisis ragam (ANOVA) kelangsungan hidup larva rajungan yang telah diperkaya dengan beta karoten pada setiap perlakuan.

	Jumlah kuadrat	Df	Kuadrat tengah	F	Sig.
Perlakuan	480,495	3	160,165	12,268**	0,002
Galat	104,447	8	13,056		
Total	584,942	11			

Keterangan: ** berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$)



Lampiran 15. Hasil uji lanjut W-Tuckey kelangsungan hidup larva rajungan yang telah diperkaya dengan beta karoten pada setiap perlakuan.

(I) Dosis (ppm)	(J) Dosis (ppm)	(I-J) Perbedaan rata-rata	Std. Error	Sig.
0	5	-8,80333	2,95024	0,068
	10	-16,58000*	2,95024	0,002
	15	-13,94333*	2,95024	0,006
5	0	8,80333	2,95024	0,068
	10	-7,77667	2,95024	0,111
	15	-5,14000	2,95024	0,364
10	0	16,58000*	2,95024	0,002
	5	7,77667	2,95024	0,111
	15	2,63667	2,95024	0,808
15	0	13,94333*	2,95024	0,006
	5	5,14000	2,95024	0,364
	10	-2,63667	2,95024	0,808

* berbeda nyata antar perlakuan pada taraf 5% ($p < 0,05$)

Tukey HSD

Dosis	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
0	3	42,7800	
5	3	51,5833	51,5833
15	3		56,7233
10	3		59,3600
Sig.		0,068	0,111

