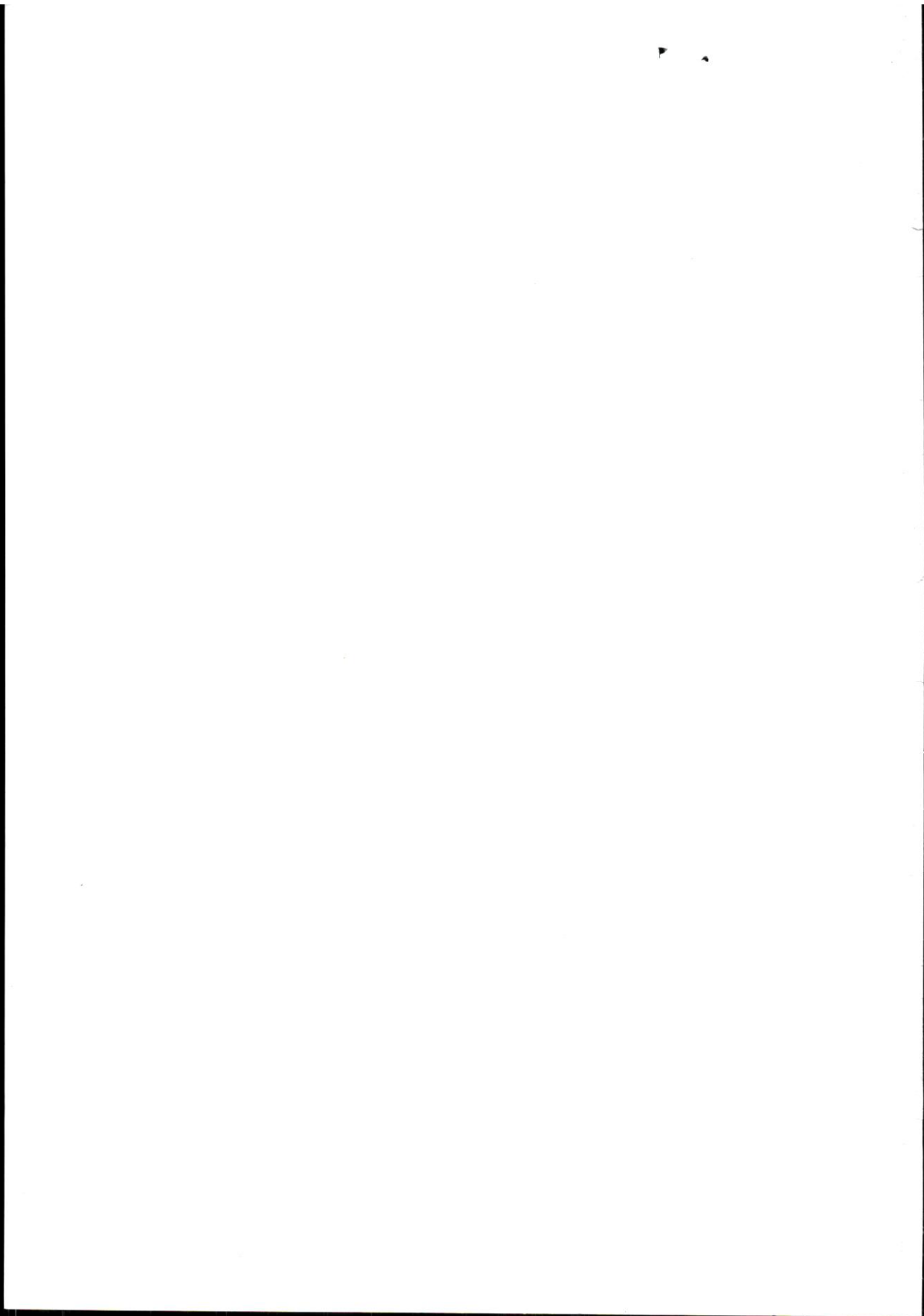




APLIKASI TEKNOLOGI ENZIM DALAM PRODUKSI BENIH RAJUNGAN



**Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah
(Balitbangda)
Provinsi Sulawesi Selatan
2016**



**APLIKASI TEKNOLOGI ENZIM DALAM PRODUKSI
BENIH RAJUNGAN**

Diterbitkan oleh



**BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN DAERAH
PROVINSI SULAWESI SELATAN
2016**

APLIKASI TEKNOLOGI ENZIM DALAM PRODUKSI BENIH RAJUNGAN

Tim Peneliti :

Prof.Dr.Ir.Yushinta Fujaya, M.Si., Nur Alam, S.Pi., Paidah, S.Pi.

Konsultan :

Prof.Dr.Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc

Editor :

Ir. Muh. Nurhakim Tangim, M.Si., Muslimin Hamid, S.Pt., M.Si., Dra. Hj.
Rana Mirna, MM., Masayu Yuliana Mappasanda, Christin Soetjiati, STP., Ir.
Zulhajji, Dra. St. Rosmiati N, Dian Ramadhani Zulkarnain, S.Pt

Diterbitkan Oleh :

Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah
Provinsi Sulawesi Selatan

Cetakan Pertama Desember 2016

Hak Cipta@2016
Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah
Provinsi Sulawesi Selatan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
Dilarang mengutip atau menyebarkan sebagian atau seluruh isi
Buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit

ISBN : 978-979-716-119-4

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala limpahan Rahmat, Karunia dan Hidayah-Nya sehingga kegiatan penelitian “Aplikasi Teknologi Enzim dalam Produksi Benih Rajungan” ini dapat terlaksana dengan baik.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui metode pemberian pakan buatan predigest yang tepat untuk menunjang keberhasilan pembenihan rajungan secara massal dengan pengaplikasian teknologi enzim. Keberhasilan dalam pembenihan rajungan akan mampu mendorong budidaya rajungan secara berkelanjutan. Selanjutnya akan berdampak pada meningkatnya pendapatan, kesejahteraan, dan kemandirian pelaku bisnis rajungan.

Kegiatan ini dapat terlaksana berkat kerjasama Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah Provinsi Sulawesi Selatan dengan Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LP2M) Universitas Hasanuddin Makassar.

Semoga kegiatan ini dapat memberikan sumbangsih dalam bidang perikanan, khususnya pembangunan usaha pembenihan rajungan di Provinsi Sulawesi Selatan.

Makassar, Desember 2016

Kepala Badan,



Drs. MUHAMMAD FIRDA, M.Si
Pangkat: Pembina Utama Madya
NIP. 19631231 198803 1 132

ABSTRAK

Keterbatasan benih dari hatchery merupakan salah satu penghambat berkembangnya budidaya rajungan di Indonesia. Tujuan dari penelitian ini ada dua yaitu: 1) melakukan scaling up produksi benih rajungan di hatchery dengan mengaplikasikan pakan buatan yang di "Predigest" dengan enzim eksogen dan 2) mendapatkan metode pemberian pakan buatan predigest yang tepat untuk menunjang keberhasilan pembenihan rajungan secara massal. Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Juni sampai Oktober 2016 di Desa Bojo Kecamatan Malluettasi, Kabupaten Barru. Ada dua perlakuan yang dicobakan, yaitu pemberian pakan buatan yang dipredigest dengan enzim eksogen dan tanpa predigest. Dosis enzim eksogen adalah 2.5 g enzim per 100 gram pakan buatan. Enzim eksogen tersebut mengandung Protease 468 IU/g, Lipase 7990 IU/g, Amilase 1421 IU/g, Pepsin 73 IU/g, Tripsin 27 IU/g, Kemotripsin 27 IU/g, Protein 4.7 IU/g, dan Lemak 0.53 IU/g. Hasil kajian ini menunjukkan bahwa pemberian pakan buatan yang dipredigest dengan enzim eksogen dapat meningkatkan laju pergantian stadia larva dan meningkatkan sintasan larva rajungan. Pemberian pakan buatan predigest baik dilakukan sejak zoea-1 dan terus ditingkatkan jumlahnya hingga zoea-4, yaitu sebanyak 2,50 ppm untuk zoea-1; 5 ppm untuk zoea-2; 7,50 ppm untuk zoea-3; dan 10 ppm untuk zoea-4. Karena itu disarankan untuk menggunakan pakan buatan predigest untuk melengkapi dan meminimalisir penggunaan pakan alami pada pembenihan rajungan secara massal.

Kata kunci: *Budidaya rajungan, enzim eksogen, pakan buatan, pembenihan, predigest*

ABSTRACT

Lack of seeds from hatchery is one of inhibiting for development of crab cultivation in Indonesia. There were two aims in the research, that is: 1) to scale up of crab seed production in hatchery by applying predigestion of artificial feed with exogenous enzyme, and 2) to find an appropriate method of feeding to support the success of crab mass production. This study was conducted from June – October 2016 in Bojo village, Barru, Indonesia. There were two treatments, namely provision of predigest artificial feed with exogenous enzyme dan without predigestion. Exogenous enzyme dosage used is 2.5 g per 100 g artificial feed. The exogenous enzyme contains 468 IU/g, Lipase 7990 IU/g, Amilase 1421 IU/g, Pepsin 73 IU/g, Tripsin 27 IU/g, Kemotripsin 27 IU/g, Protein 4.7 IU/g, and fat 0.53 IU/g. The result of study showed that predigestion of artificial feed with exogenous enzim could improve the larva development index and survival rate of crab larvae. Predigest artificial feeding is best done since zoea-1 and continuously improved until zoea-4 as many as 2.5 ppm, 5 ppm, 7.5 ppm, 10 ppm, respectively for zoea-1, 2, 3, and 4. Therefore it is advisable to used predigest artificial feed to supplement and minimize the use of live food on mass crab larvae production.

Keywords: *Blue swimming crab cultivation, exogenous enzyme, artificial feed, hatchery, predigest.*

1. The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions and activities. It emphasizes that this is crucial for ensuring transparency and accountability in the organization's operations.

2. The second part of the document outlines the specific procedures and protocols that must be followed to ensure compliance with all relevant laws and regulations.

3. The third part of the document provides a detailed overview of the various roles and responsibilities of all staff members, ensuring that everyone is clear on their duties and how they contribute to the overall success of the organization.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
SUSUNAN PENLITI.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat Penelitian	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Landasan Teori.....	5
B. Definisi Operasional	18
BAB III. METODE PENELITIAN	
A. Lokasi dan Waktu	20
B. Koleksi dan Penebaran Induk	20
C. Pemeliharaan Larva	20
D. Penyiapan dan Pemberian Pakan	21
E. Perlakuan	24
F. Parameter yang Diukur	24
G. Analisis Data	27

	Halaman
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Produksi Benih Rajungan	28
B. Analisis Usaha.....	37
BAB V. PENUTUP	
A. Kesimpulan	38
B. Saran	38
C. Rekomendasi Kebijakan.....	38
D. Implikasi Kebijakan	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN	46

DAFTAR TABEL

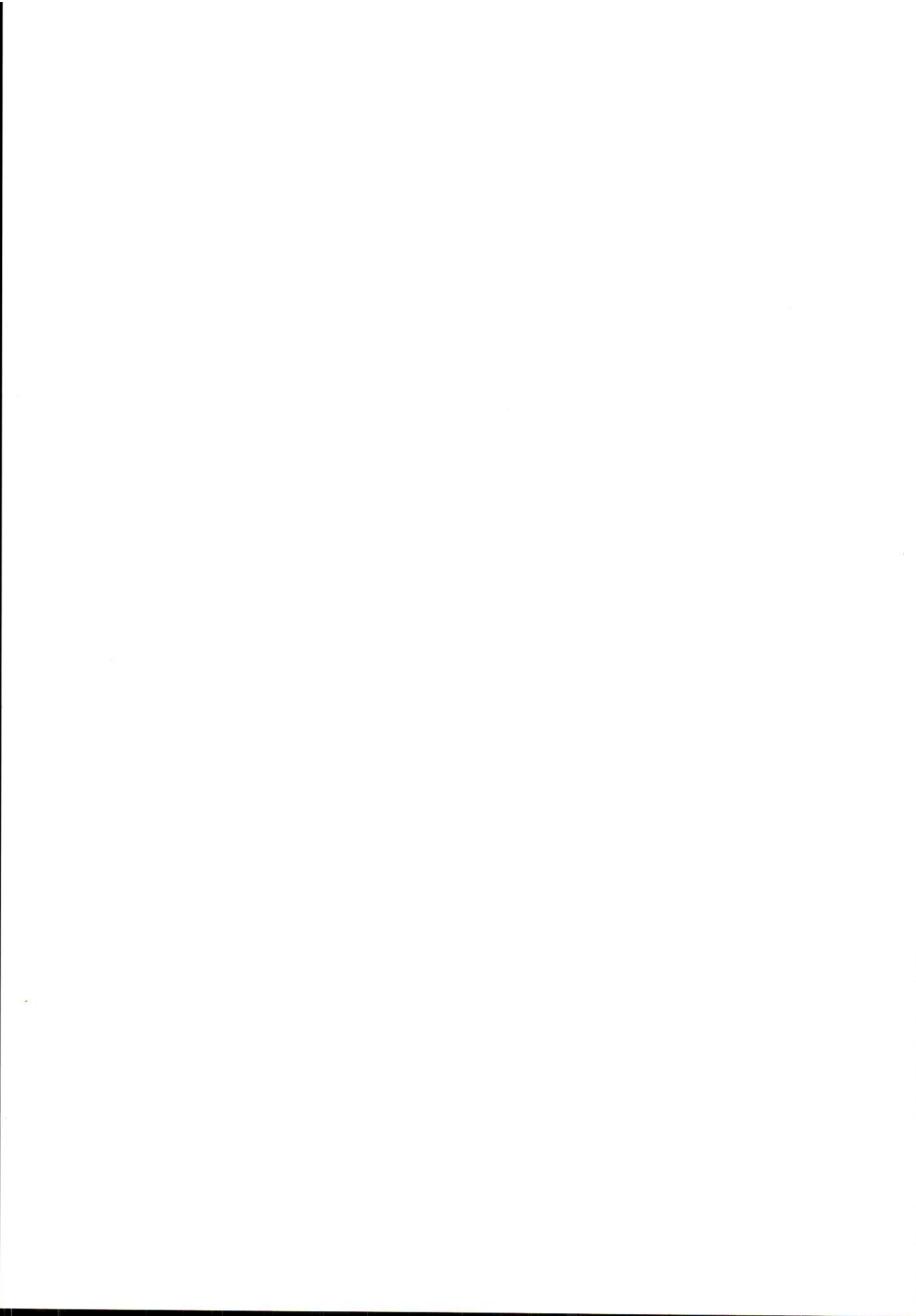
	Halaman
1. Tabel 1. Tahapan Adopsi.....	22
2. Tabel 2. Komposisi Nutrisi Pakan Buatan yang Digunakan Selama Penelitian.....	23
3. Tabel 3. Kriteria Morfologi Larva Rajungan Menurut <i>Arshad et al</i>	24
4. Tabel 4. Pembobotan Nilai IPL Tiap Stadia Perkembangan Larva.....	26
5. Tabel 5. Ukuran Induk Rajungan dan Larva yang Dihasilkan	29
6. Tabel 6. Indeks Perkembangan Larva (IPL) Harian Sebagai Respon Terhadap Pakan yang Diperkaya Enzim Dengan yang Tidak Diperkaya Enzim.....	30
7. Tabel 7. Analisis Kelayakan Usaha Pembenihan Rajungan	37

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Gambar 1. Rajungan (<i>Portunus Pelagicus</i>) yang Tertangkap di Selat Makassar	6
2. Gambar 2. Morfologi Larva Rajungan Stadia Zoea.....	9
3. Gambar 3. Morfologi Larva Rajungan Stadia Megalopa	10
4. Gambar 4. Induk Rajungan dan Larva yang Baru Menetas	28
5. Gambar 5. Morfologi Larva Setiap Stadia.....	31
6. Gambar 6. Sintasan Larva Rajungan yang Mendapatkan Pakan Buatan dengan Penambahan Enzim dan Tanpa Enzim.....	33
7. Gambar 7. Foto Kondisi Kepadatan Larva Stadia Zoea-3 yang Mendapatkan Pakan Buatan Dengan Penambahan Enzim dan Tanpa Penambahan Enzim	34
8. Gambar 8. Jumlah Megalopa dan Crab Berumur 5 Hari yang Dapat Dipanen Per Siklus Pemeliharaan	34

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Lampiran 1. Rumah Surya Semi Permanen Tempat Menetaskan Telur dan Memelihara Larva Rajungan.....	46
2. Lampiran 2. Bak Kerucut Dalam Rumah Surya Tempat Menetaskan Telur dan Memelihara Larva Rajungan.....	46
3. Lampiran 3. Enzim yang Digunakan Untuk Meningkatkan Daya Cerna Pakan Oleh Larva.....	47
4. Lampiran 4. Pakan Buatan yang Digunakan Untuk Larva.....	48
5. Lampiran 5. Artemia yang Digunakan Sebagai Pakan Alami.....	49
6. Lampiran 6. Kegiatan Pemeliharaan Larva.....	50
7. Lampiran 7. Kegiatan Monev.....	50
8. Lampiran 8. Kegiatan Monev Kegiatan: Induk Jantan Rajungan Domestikasi.....	51
9. Lampiran 9. Kegiatan Monev Kegiatan: Induk Jantan Rajungan Domestikasi.....	52
10. Lampiran 10. Kegiatan Monev Kegiatan: Induk Betina Rajungan Domestikasi.....	53
11. Lampiran 11. Larva Rajungan (Zoea).....	54
12. Lampiran 12. Larva Rajungan (Megalopa).....	54
13. Lampiran 13. Bibit Rajungan (Crab-5) yang Siap Ditebar di Tambak.....	55



BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Rajungan merupakan salah satu komoditi perikanan yang menjadi andalan ekspor non migas Indonesia. Komoditi ini terutama dieskpor ke China, Amerika Serikat, Jepang serta sejumlah negara anggota Uni Eropa. Ekspor kepiting dan rajungan terbukti memberikan sumbangan devisa yang besar. Berdasarkan data statistik ekspor hasil perikanan (KKP, 2012), pada tahun 2011 nilai ekspor kepiting dan rajungan menempati urutan ketiga setelah udang dan tuna yaitu sejumlah 23.089 ton dengan nilai mencapai US\$ 259 juta, sedangkan pada tahun 2012 volume ekspor tersebut meningkat menjadi 28.211 ton dengan nilai US\$ 329 juta (BPS, 2013). Produksi kepiting dan rajungan secara nasional diharapkan dapat terus meningkat untuk mampu memenuhi permintaan pasar domestik maupun ekspor untuk menghasilkan devisa.

Produksi komersil rajungan selama ini masih mengandalkan hasil penangkapan di alam. Peningkatan produksi dari hasil tangkapan dinilai tidak lagi memungkinkan karena produksi rajungan di perairan Indonesia mulai menunjukkan penurunan sejak tahun 2004 (Juwana *et al.*, 2009). Demikian pula halnya dengan budidaya rajungan yang hingga saat ini juga masih mengandalkan benih dari alam. Ketergantungan pada penggunaan benih dari alam dapat memunculkan masalah serius terkait keberlanjutan industri budidaya rajungan dalam jangka panjang. Oleh karena itu produksi massal benih rajungan di panti benih komersial perlu dioptimalkan

agar dapat menjamin ketersediaan benih rajungan bagi industri budidaya rajungan secara konsisten.

Salah satu permasalahan yang dihadapi dalam usaha pembenihan rajungan adalah ketergantungan pada penggunaan pakan alami. Hal ini menjadi kendala teknis utama karena kultur massal pakan alami sangat bergantung pada kondisi cuaca (Smith, 1988). Penggunaan pakan alami yang berkepanjangan selama produksi benih juga sangat mempengaruhi biaya produksi mengingat biaya pengadaan pakan alami yang relatif mahal, terutama kista artemia yang dapat mencapai 50% dari biaya operasional *hatchery* kepiting (Quinitio *et al.*, 2001). Dari perspektif nutrisi, penggunaan pakan alami rotifer dan naupli *Artemia* dinilai masih jauh dari ideal karena kualitas nutriennya yang tidak selalu konsisten sehingga masih perlu dilakukan pengayaan untuk memanipulasi kandungan nutriennya agar mencukupi kebutuhan nutrisi larva rajungan pada tiap stadia (Conceicao *et al.*, 2010; Hache dan Plante, 2011).

Penggunaan pakan buatan adalah solusi yang dapat ditempuh. Namun, kendala utama yang dihadapi dalam upaya mengintroduksi pakan buatan adalah belum sempurnanya fungsi sistem pencernaan pada larva stadia awal sehingga produksi enzim masih belum memadai untuk mencerna nutrien dalam bentuk molekul kompleks (Kumlu, 1999). Untuk mengatasi masalah ini maka dipandang perlu untuk memberi pakan yang mengandung nutrien dalam bentuk lebih sederhana. Nutrien dalam bentuk molekul sederhana diharapkan dapat lebih mudah dicerna dan diserap oleh larva walaupun ketersediaan enzim pencernaan endogen masih terbatas (Aslamyah, 2006). Upaya

menyederhanakan pakan kompleks dapat dilakukan melalui proses *predigestion* pakan buatan dengan bantuan bakteri probiotik. Bakteri probiotik mampu menghasilkan enzim pencernaan eksogen yang dapat membantu memecah nutrisi kompleks yang terkandung pada pakan buatan. Proses *predigestion* diharapkan dapat membantu mengoptimalkan pemanfaatan nutrisi yang terkandung dalam pakan buatan, terutama kandungan protein yang sangat diperlukan selama perkembangan stadia zoea. Beberapa penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa *predigestion* pada pakan buatan dalam upaya produksi benih rajungan memberikan perbaikan pertumbuhan dan metamorfosis yang signifikan (Rimandy, 2015; Ahmad, 2015; Agviranti, 2015; Nahdatullah, 2015; Dewi, 2015; Alik, 2015).

B. Perumusan Masalah

Berdasarkan beberapa hasil penelitian pakan buatan "predigestion" sebelumnya maka scaling up penggunaan enzim dalam pakan buatan untuk produksi benih rajungan di hatchery penting dilakukan. Apabila produksi benih telah dapat dilakukan secara konsisten maka komersialisasi pembenihan rajungan dapat dilakukan. Namun, pertanyaan yang timbul adalah:

- 1) Apakah respon larva terhadap pakan berenzim sama untuk skala produksi massal ?
- 2) Bagaimana performa pakan berenzim dalam menunjang aktivitas fisiologi perkembangan larva?

C. Tujuan

- 1) Melakukan scaling up produksi benih rajungan di hatchery skala rumah tangga (backyard) dengan mengaplikasikan pakan yang di "Predigest" dengan enzim.
- 2) Mendapatkan cara pemberian pakan berenzim yang tepat untuk menunjang keberhasilan pembenihan rajungan secara massal.

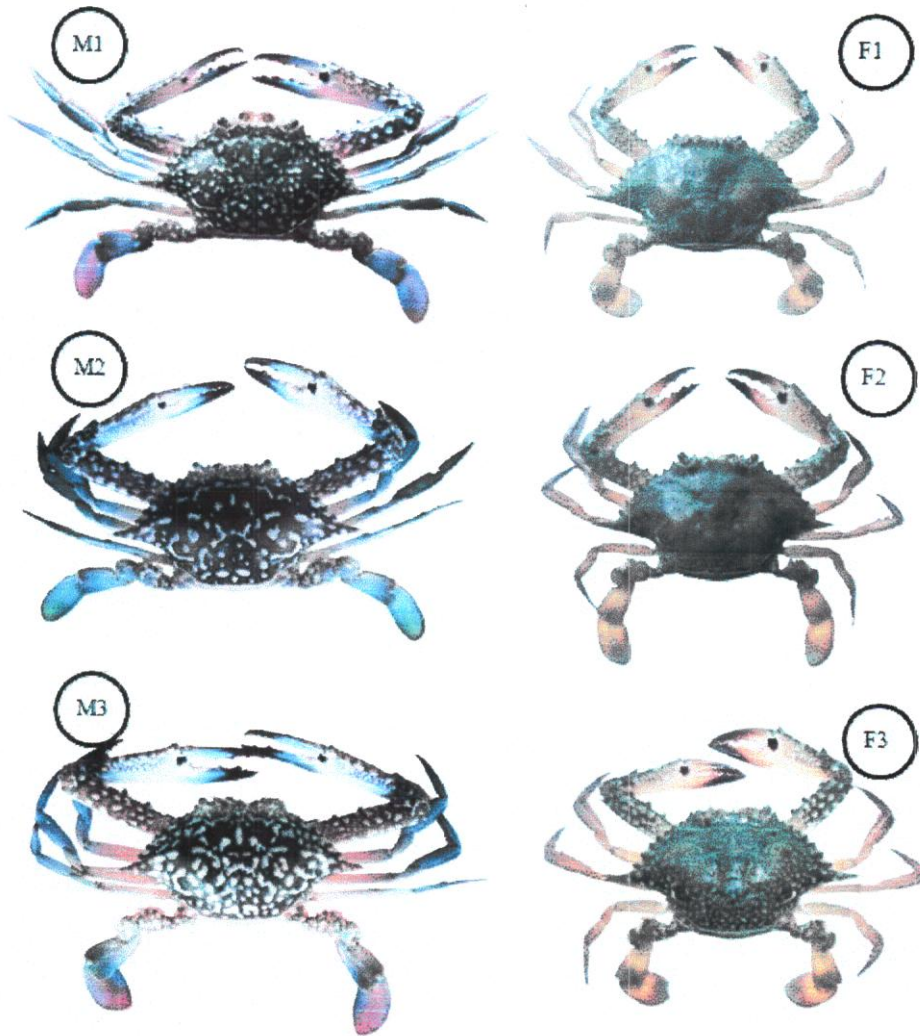
D. Manfaat Hasil Penelitian

- 1) Meningkatnya pemanfaatan hasil litbang untuk meningkatkan produksi rajungan
- 2) Meningkatnya pendapatan, kesejahteraan, dan kemandirian pelaku bisnis rajungan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

Perikanan kepiting didominasi oleh beberapa anggota famili Portunidae, mencakup empat spesies kepiting bakau (genus *Scylla*) serta beberapa spesies dari genus *Portunus*. Rajungan merupakan istilah untuk kelompok kepiting yang dapat berenang (*swimming crab*). Rajungan tergolong anggota filum Arthropoda, superkelas Crustacea, subkelas Eumalacostraca, ordo Decapoda, subordo Pleocyemata, famili Portunidae, genus *Portunus* dengan nama spesies *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758). Berdasarkan penelitian Lai *et al* (2010), sistematika spesies *Portunus pelagicus* yang tersebar di kawasan indo-pasifik barat direvisi menjadi empat spesies, yaitu *P.pelagicus* (Linnaeus, 1758), *P.segnis* (Forskål, 1775), *P.reticulatus* (Herbst, 1799) dan *P. armatus* (A. Milne-Edwards, 1861). *P.pelagicus sensu stricto* adalah anggota spesies kompleks ini yang umum menyebar di kawasan perairan Indonesia. Setidaknya ada tiga varian rajungan yang tertangkap dari Selat Makassar. Rajungan tersebut berbeda dalam pola bintik, morfometrik, dan sekuen DNA (Fujaya *et al.*, 2016). Tampilan morfologi rajungan dari Selat Makassar dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Rajungan (*Portunus pelagicus*) yang tertangkap di Selat Makassar; M jantan, F betina (Fujaya et al., 2016)

Secara morfologi, rajungan memiliki lima pasang kaki. Pasangan kaki pertama merupakan capit, tiga pasang kaki berikutnya merupakan kaki jalan dan kemudian pasangan kaki terakhir dimodifikasi sebagai pendayung untuk berenang. Rajungan memiliki bentuk tubuh yang ramping dengan capit yang panjang serta cenderung memiliki pewarnaan yang lebih

baik pada karapasnya. Karapasnya memiliki tekstur yang kasar, tebal dan terdapat duri pada tiap sisinya (Svane dan Hooper, 2004). Terdapat perbedaan yang mencolok antara rajungan jantan dan betina. Rajungan jantan memiliki ukuran tubuh yang lebih besar dengan capit yang lebih panjang daripada individu betina. Rajungan jantan memiliki warna karapas kebiru-biruan dengan bercak-bercak putih terang, sedangkan betina memiliki warna karapas kehijau-hijauan dengan bercak-bercak keputih-putihan agak suram. Perbedaan warna ini jelas pada individu yang agak besar walaupun belum dewasa (Nontji, 2005).

Perkembangan Larva Rajungan

Rajungan mencapai kedewasaan setelah berumur kurang lebih satu tahun. Fekunditas induk rajungan memiliki hubungan linear dengan panjang karapas. Semakin panjang karapas induk rajungan maka jumlah telur yang dihasilkan juga semakin besar. Arshad *et al* (2006) mengemukakan kisaran fekunditas induk rajungan sebesar 148.897,64 hingga 835.401,32 telur/induk dengan rata-rata jumlah telur sebesar 766.651,30 \pm 57.192,33 dari bobot induk dengan rata-rata panjang karapas 141.04 \pm 1.12 mm dan bobot 251,73 \pm 148,6 g. Induk rajungan menyimpan telur yang telah dibuahi di bawah lipatan abdomennya. Selama proses perkembangan embrio terjadi perubahan penampakan warna telur dari kuning gelap/oranye menjadi kehitaman yang menandakan terbentuknya bintik mata. Telur akan menetas menjadi larva zoea-1 setelah 8 hari proses perkembangan embrio pada suhu 28-30°C.

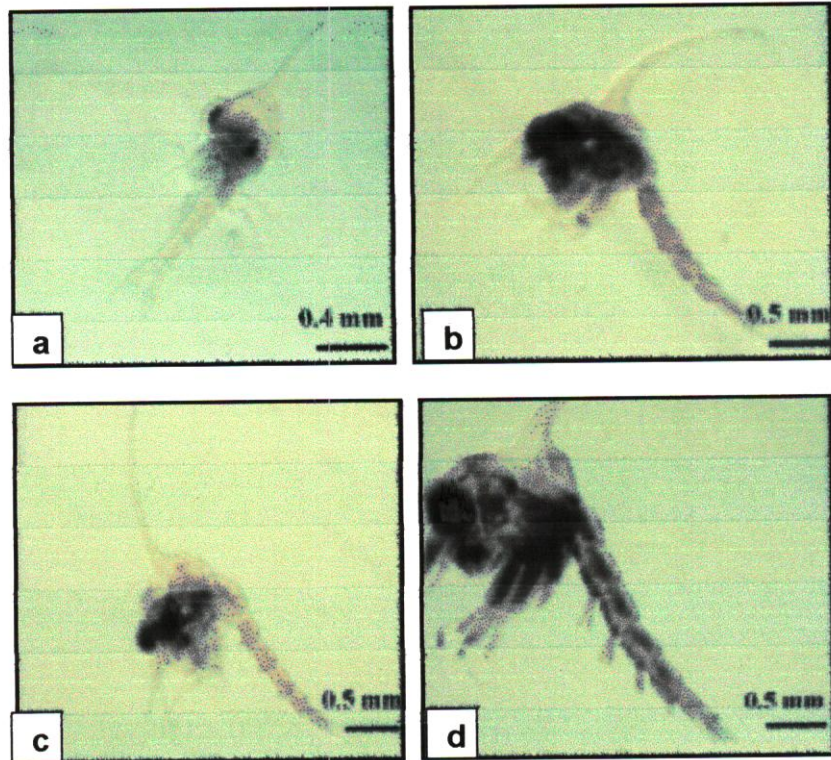
Proses perkembangan larva rajungan mencakup empat stadia zoea dan satu stadia megalopa (Shinkarenko, 1979). Berdasarkan penelitian Josileen dan Menon (2004), proses perkembangan larva rajungan pada pemeliharaan dengan suhu 28 \pm 2°C dan salinitas 35 \pm 1 ppt berlangsung

selama 14-17 hari, sedangkan menurut Arshad *et al* (2006) perkembangan larva rajungan pada pemeliharaan dengan media bersalinitas 28-30 ppt berlangsung selama 14 - 19 hari. Perkembangan larva selama stadia zoea-1 dan zoea-2 masing-masing berlangsung selama 3-4 hari. Selanjutnya stadia zoea-3 dan zoea-4 masing-masing berlangsung selama 2-3 hari dan stadia megalopa selama 3-4 hari.

1. Morfologi Larva Stadia Zoea

Seluruh stadia zoea larva rajungan memiliki rostrum yang panjang, sebuah duri pada bagian dorsal serta sepasang duri lateral yang pendek pada bagian karapas. Larva berenang menggunakan pertengahan eksopodit pertama dan pasangan maxilliped kedua, dengan duri dorsal terarah kedepan dan duri rostral secara ventral. Terdapat tiga pasang setae Antara furca telson yang panjang (Arshad *et al.*, 2006).

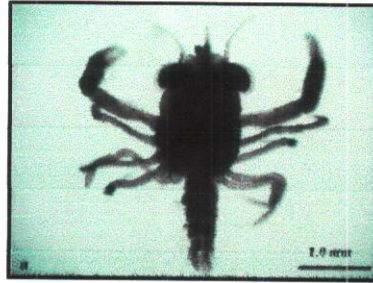
Larva zoea-1 memiliki mata yang menempel dengan panjang karapas 0,44-0,54 mm dan panjang abdomen-telson 1,07-1,23 mm. Somit abdomennya terdiri dari lima segmen dan pada zoea-2 ditambah dengan keberadaan telson. Larva stadia zoea-1 memiliki antenulla yang pendek dan mengerucut. Selanjutnya larva bermetamorfosis menjadi zoea-2 yang memiliki panjang karapas 0,72-0,77 mm dan panjang abdomen-telson 1,46-1,54 mm. Larva mulai memiliki tangkai mata pada stadia zoea-2. Sepasang plumos setae yang pendek pada bagian tengah yang terbelah mulai dapat diamati pada stadia ini. Kemudian larva bermetamorfosis menjadi zoea-3 yang memiliki panjang karapas 0,79-0,87 mm dan panjang abdomen-telson 2,02-2,21 mm. Abdomen pada zoea-3 terdiri dari enam segmen. Permukaan dorsal pada somit abdomen pertama memiliki 3 setae yang pendek. Kuncup pleopod pada abdomen berkembang dengan baik dan menjadi biramous pada somit ke-2 dan 5 serta uniramous pada somit ke-6 ketika larva bermetamorfosis menuju zoea-4 (Gambar 2).



Gambar 2. Morfologi larva rajungan stadia zoea. a. zoea-1, b. zoea-2, c. zoea-3, d. zoea-4 (Arshad *et al.*, 2006)

2. Morfologi Larva Stadia Megalopa

Morfologi larva pada stadia megalopa telah berbentuk menyerupai crab bila dibandingkan stadia zoea. Megalopa memiliki karapas lebih lebar, memiliki ukuran panjang karapas 1,69-1.81 mm dan lebar 1,16-1,31 mm. Larva pada stadia ini sudah memiliki capit pada ujung kaki bagian depan. Megalopa mampu berenang bebas menggunakan sepasang *pleopod* yang telah mulai berfungsi. Perkembangan larva menuju stadia ini biasanya memakan waktu 11-14 hari setelah menetas (Gambar 3).



Gambar 3. Morfologi larva rajungan stadia megalopa (Arshad *et al.*, 2006)

Perkembangan Organ Pencernaan Larva Rajungan

Pengetahuan mengenai perkembangan organ dan aktivitas enzim pencernaan selama stadia ontogenesis sangat dibutuhkan dalam menyusun strategi pemberian pakan (Ong dan Johnston, 2006). Perkembangan larva berkaitan erat dengan perubahan morfologi dan fisiologi pencernaan antar tiap stadia. Larva krustasea stadia awal pada umumnya memiliki saluran pencernaan masih sederhana dan belum berdiferensiasi. Oleh karena itu secara garis besar larva tersebut belum mampu menghasilkan enzim yang memadai untuk memecah nutrisi kompleks sehingga menjadi sangat membutuhkan kehadiran enzim pencernaan dari organisme pakan alami untuk membantu mencerna makanan (Kumlu, 1999).

Saluran pencernaan kepiting pada stadia zoea dapat dibagi menjadi 3 bagian yaitu *foregut*, *midgut* dan *hindgut* (Jantrarotai *et al.*, 2005; Sousa dan Petriella, 2006). Bagian *foregut* terdiri dari mulut, *esophagus*, *cardiacstomach* dan *pyloric stomach*. Mulut terletak pada bagian depan. Esofagus berperan sebagai saluran penghubung antara mulut dengan *cardiacstomach*. *Cardiacstomach* pada zoea berbentuk seperti kantung dan berperan sebagai ruang untuk menampung makanan yang masuk dari *esophagus*. Selanjutnya adalah bagian *pyloric stomach* yang dilapisi

columnarepithelium sederhana. *Gland filter* terdapat pada bagian ventral *pyloric stomach*. Tiap bagian *Gland filter* berbentuk membujur, pipih dan terdiri dari sebaris *setae* yang berfungsi menahan partikel makanan yang kasar dalam proses enzimatik sebelum memasuki usus.

Jantrarotai *et al* (2005) menyatakan bahwa bagian midgut pada zoea terdiri dari usus, *midgut caeca* bagian depan, *midgut caeca* bagian belakang serta kelenjar *midgut* (hepatopankreas). Usus larva kepiting berbentuk tabung dan bila diiris secara melintang akan tampak berbentuk sirkular dan dilapisi *columnarepithelium* sederhana. *Midgut caeca* bagian depan merupakan tempat berlangsungnya pencernaan enzimatik makanan yang dikirim dari lambung sebelum memasuki usus. Bagian ini juga mampu berkontribusi mengaktifkan enzim. Selanjutnya adalah *midgut caeca* bagian belakang yang berperan dalam transpor ion. Hepatopankreas dapat ditemukan pada semua stadia zoea dan lokasinya terdapat pada kedua sisi saluran pencernaan. Bagian *hindgut* pada larva berbentuk tabung sederhana yang dimulai dari bagian abdomen hingga anus dan dilapisi oleh *columnarepithelium* sederhana.

Berdasarkan kajian histologis, diketahui bahwa organ pencernaan larva rajungan telah dapat dibedakan secara jelas sejak hari pertama menetas. Kajian pada larva *P.pelagicus* dan *S.olivacea* menunjukkan hasil yang sejalan dimana perkembangan organ pencernaan mulai berkembang pesat sejak memasuki stadia zoea-2. Hal ini menjadi indikasi penting bahwa larva rajungan memerlukan masukan energi yang besar pada stadia ini untuk mengembangkan organ pencernaannya. Oleh karena itu suplai pakan alami sangat penting pada stadia ini karena pakan alami memiliki enzim autolisis yang mampu mensubstitusi kelemahan pada saluran pencernaan larva (Jantrarotai *et al.*, 2005; Nikhlani, 2013). Pengamatan pada larva *S.serrata* menunjukkan sedikit perbedaan dimana perubahan

besar pada saluran pencernaan larva tampak terjadi ketika larva bermetamorfosis dari stadia zoea-3 ke zoea-4. Pada fase ini terjadi perubahan jumlah segmen abdominal, mulcunya *gastric mill* serta fungsi hepatopankreas menjadi lebih optimal (Holme, 2008). Perkembangan Hepatopankreas penting untuk diamati selama stadia perkembangan larva mengingat organ ini banyak berperan dalam fungsi metabolik seperti sintesis dan sekresi enzim pencernaan, absorpsi nutrisi hasil proses pencernaan, metabolisme karbohidrat dan lemak serta distribusi cadangan nutrisi selama siklus intermolt (Cecaldi, 1989).

Perkembangan organ pencernaan terkait erat dengan aktivitas enzim pencernaan. Aktivitas enzim pencernaan dapat menjadi indikator kapasitas pencernaan larva (Gawlicka *et al.*, 2000; Pavasovic, 2004). Aktivitas enzim pencernaan berubah seiring dengan perkembangan hepatopankreas menuju kesempurnaan (Kamaruddin *et al.*, 1994). Secara umum peningkatan aktivitas enzim berjalan seiring meningkatnya umur, namun pada beberapa spesies produksi enzim tertentu dapat menurun sesuai dengan perubahan kebiasaan makan (Zambonino Infante dan Cahu, 2001; Serrano dan Traifalgar, 2012). Ketika organ pencernaan larva telah memasuki fase defenitif, larva telah mampu memproduksi enzim yang cukup untuk mencerna nutrisi dari pakan yang tidak mengandung enzim (Haryati, 2002).

Manajemen Pakan pada Pembenihan Rajungan

Pertumbuhan larva terkait erat dengan pemenuhan materi dan energi yang diperoleh dari pakan. Pakan alami menjadi pilihan utama dalam pemenuhan kebutuhan nutrisi larva stadia awal. Keunggulan pakan alami dalam pemenuhan kebutuhan nutrisi larva terkait dengan keberadaan enzim pencernaan eksogen yang dikandungnya. Larva dengan saluran

pencernaannya yang masih kurang berkembang mendapatkan keuntungan dari keberadaan enzim eksogen, dimana kombinasinya dengan enzim pencernaan endogen secara efisien meningkatkan kemampuannya mencerna pakan (Soundarapandian *et al.*, 2007).

Larva rajungan secara umum bersifat karnivora dan perlu diberi pakan alami zooplankton sejak pertama kali makan (Genodepa *et al.*, 2004). Larva yang bersifat karnivora memiliki aktivitas enzim pencernaan yang relatif rendah, tetapi mampu beradaptasi dalam kondisi ini dengan cara memperpanjang masa retensi pakan berenergi tinggi untuk memaksimalkan efisiensi asimilasi (Kumlu, 1999; Serrano, 2012). Larva rajungan stadia awal sangat bergantung pada kontribusi enzim pencernaan dari pakan alami sehingga pergantian pakan alami secara total tidak memungkinkan dilakukan pada stadia awal.

Rotifer dan naupli *Artemia* merupakan jenis pakan alami yang umum digunakan pada pemeliharaan larva krustasea (Southgate dan Patridge, 1998; Suprayudi *et al.*, 2002). Pakan alami ini memiliki keunggulan dibanding pakan buatan terutama dalam hal kemampuannya menyebar merata ke dalam kolom air. Larva rajungan stadia awal belum memiliki kemampuan yang baik untuk menangkap mangsa sehingga persebaran pakan alami yang lebih merata akan memudahkan larva stadia awal menangkap mangsa secara acak dalam kolom air (Jantrarotai *et al.*, 2004; Ikhwanuddin *et al.*, 2011). Konsumsi rotifer dan naupli *Artemia* berubah seiring pertambahan umur, dimana berdasarkan Penelitian Ikhwanuddin *et al* (2011) diketahui bahwa tingkat konsumsi rotifer oleh larva rajungan (*P. pelagicus*) semakin berkurang seiring bertambahnya umur, sedangkan konsumsi naupli *Artemia* terus meningkat seiring bertambahnya umur.

Selain pakan alami, larva rajungan juga diberikan pakan buatan terutama pada stadia zoea lanjutan dan stadia megalopa. Sejauh ini pergantian pakan alami pada stadia awal pembenihan krustasea hanya berhasil dilakukan pada kelompok udang penaeid. Percobaan pergantian pakan alami pada larva kepiting dan rajungan telah banyak dilakukan, namun sejauh ini penelitian menunjukkan bahwa penggunaan pakan buatan selalu memberi sintasan yang lebih rendah serta laju metamorfosis yang lebih lama pada larva stadia awal (Quinitio *et al.*, 1999; Jantrarotai *et al.*, 2004). Hal ini diperkirakan karena larva kepiting tidak memiliki *anterior midgut diverticulae* yang berperan sebagai penghasil enzim pencernaan disaat hepatopankreas belum berkembang baik (Serrano, 2012; Serrano dan Trafalgar, 2012). Oleh karena itu larva kepiting dan rajungan pada stadia awal menjadi sangat bergantung pada kontribusi enzim eksogen dari pakan alami untuk dapat mencerna makanan.

Percobaan pergantian pakan alami ke pakan buatan telah dilakukan pada beberapa spesies kepiting dan rajungan. Quinitio *et al* (1999) meneliti kemungkinan pergantian pakan alami pada larva *S.serrata* sejak stadia zoea-1. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa larva *S.serrata* tidak mampu bertahan hidup hingga stadia zoea-3 ketika hanya diberi pakan buatan, walaupun pakan tersebut memiliki komposisi asam lemak EPA dan DHA yang mirip dengan zoea kepiting bakau. Sedangkan perlakuan dengan 100% pakan alami tercatat memberikan sintasan terbaik diantara semua perlakuan. Penelitian lain dilakukan menggunakan *microbound diet* (MBD) menunjukkan sintasan serta laju perkembangan stadia tercepat menuju zoea-4 pada larva *S.serrata* yang diberi pakan kombinasi artemia dengan MBD (Holme *et al.*, 2006). Walaupun demikian hasil ini berbeda dengan penelitian Jantrarotai *et al* (2004) pada larva *S.olivacea* dimana pemberian kombinasi MBD dengan Artemia maupun Copepoda sejak

stadia zoea-1 memberi sintasan terendah dibanding kombinasi perlakuan lain. Demikian halnya dengan penelitian Muskita (2006) menggunakan pakan udang komersial pada pemeliharaan larva rajungan (*P.pelagicus*) menunjukkan bahwa pemberian pakan buatan 100% pada stadia di bawah zoea-4 menyebabkan larva gagal berkembang hingga stadia crab. Dari beberapa penelitian ini secara umum terlihat bahwa performa pakan alami masih lebih unggul daripada pakan buatan dalam mendukung kinerja pertumbuhan dan sintasan larva kepiting dan rajungan. Oleh sebab itu maka pakan buatan lebih tepat diberikan bila larva stadia lanjut yang telah mampu memproduksi enzim memadai untuk memecah nutrien kompleks.

Berdasarkan fakta di atas, satu hal yang dinilai dapat membantu mengoptimalkan penggunaan pakan buatan adalah dengan melakukan proses *predigestion*. Protein merupakan salah satu nutrien yang sangat dibutuhkan pada fase awal perkembangan larva rajungan, namun protein yang terdapat pada bahan baku pakan buatan relatif sulit dicerna karena memiliki struktur ikatan kimia yang kompleks. Melalui proses hidrolisis enzimatis kandungan protein dalam pakan buatan dapat dipecah menjadi komponen protein sederhana yang lebih mudah larut dalam air. Molekul polipeptida sederhana lebih mudah untuk dicerna oleh enzim endogen dalam saluran pencernaan larva serta lebih mudah diserap secara pinositosis (Kvale *et al.*, 2007). Aplikasi *predigestion* terhadap kandungan protein pada pakan buatan telah banyak diuji dan dilaporkan memberi pengaruh positif terhadap kinerja pertumbuhan dan sintasan pada berbagai jenis larva ikan (Kolkovski *et al.*, 2000; Kvale *et al.*, 2009; Srichanun *et al.*, 2014; Khosravi *et al.*, 2015). Walaupun demikian pada beberapa penelitian juga dilaporkan bahwa pemberian protein yang telah dipredigest berpengaruh negatif terhadap pertumbuhan dan sintasan larva yang dipelihara. Hal ini terkait dengan besarnya laju kehilangan nutrien melalui

pelarutan asam-asam amino ke dalam media pemeliharaan sehingga pemberian pakan buatan *predigest* menjadi kurang efektif pada larva yang memiliki laju konsumsi pakan yang lambat.

Enzim untuk Pakan

Enzim merupakan protein yang berfungsi sebagai katalis, agen kimiawi yang mempercepat laju suatu reaksi tetapi tidak ikut bereaksi. Enzim terdapat pada sel-sel tumbuhan, fungi, bakteri, dan hewan. Ada beberapa jenis enzim yang umum dikenal yaitu, enzim protease, lipase, amilase, dan tripsin.

Enzim protease mengacu pada sekelompok enzim yang berfungsi untuk menghidrolisis protein. Enzim protease juga disebut dengan enzim proteolitik atau proteinase. Protease menguraikan protein menjadi molekul yang lebih kecil, dimana setiap enzim protease memiliki kemampuan berbeda dalam menghidrolisis ikatan peptida. Protein merupakan salah satu nutrisi yang berfungsi sebagai sumber energi bagi kulturan. Selain itu protein juga berperan dalam pertumbuhan, karena protein sebagai komponen terbesar dari daging dan berfungsi sebagai bahan pembentuk jaringan tubuh. Namun, protein merupakan sumber energi protein yang berasal dari ikan. Disamping itu, pengguna yang mahal dalam pakan, terutama protein yang tinggi sebagai sumber energi menyebabkan kelebihan nitrogen akan dibuang dalam bentuk amoniak melalui sistem. Optimalisasi kadar protein dan meningkatkan kadar karbohidrat dalam komposisi pakan buatan dapat menurunkan harga pakan.

Enzim lipase merupakan kelompok enzim yang secara umum berfungsi dalam hidrolisis triasilgliserol (trigliserida) untuk menghasilkan asam lemak rantai panjang dan gliserol (Mingrui Yu et al., 2007). Enzim ini juga digunakan untuk hidrolisis triasilgliserol menjadi diasilgliserol dan

D. Implikasi Kebijakan

Implikasi dari kebijakan yang diuraikan di atas adalah:

1. Meningkatnya pemanfaatan hasil litbang untuk meningkatkan produksi rajungan.
2. Meningkatnya pendapatan, kesejahteraan, dan kemandirian pelaku bisnis rajungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agviranti. 2015. Perbandingan Sintasan Dan Laju Pergantian Stadia Larva Rajungan (*Portunus Pelagicus*) Asal Induk domestikasi Dan Alam. Skripsi. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin. Makassar
- Alik W. 2015. Pengaruh Substitusi Pakan Alami Ke Pakan Buatan Predigest Terhadap Sintasan Dan Laju Pergantian Stadia Larva Rajungan (*Portunus Pelagicus*). Skripsi. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin. Makassar
- Ahmad F. 2015. Sintasan Dan Laju Pergantian Stadia Larva Rajungan (*Portunus Pelagicus*) Pada Berbagai Dosis Vitomolt. Skripsi. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin. Makassar
- Anderson A, P. Mather & Richardson, 2004. Nutrition of the mud crab *Scylla serata* (forsk.) In Ailan & D. Fietder (Ed.). proceeding of Mud Crab Aquaculture in Australia and Southeast Asia. pp 57-59.
- Anugrah. 2015. Buatan Pada Larva Kepiting Bakau (*Scylla Olivacea*) Berdasarkan Aktivitas Enzim Pencernaan (Tripsin, A-Amilase, Dan Lipase). Universitas Hasanuddin. Makassar
- Arshad A., Efrizal., Kamarudin M.S dan Saad C.R. 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
- Aslamyah, S. 2006. Penggunaan mikroflora saluran pencernaan sebagai probiotik untuk meningkatkan pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan bandeng (*Chanos chanos* Forsskal). Disertasi Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Boyd, C.E. 1990. Water Quality in Pond for Aquaculture. Department of Fisheries and Allied Aquacultures. Auburn University, Alabama, USA
- Champbell., Neil, A., Jane, B., dan Lawrence, G M., 2002, Biologi edisi kelima Jilid 1, Erlangga, Jakarta. Herdiastuti dan Nuniek, 2009, Chitinase and Chitinolytic Microorganism: Isolation, Characterization and Potential, *Indo. J. of Chem*, 9(1), 37-47.

- Ceccaldi H.J. 1989. Anatomy and physiology of digestive tract of Crustaceans Decapods reared in aquaculture. *Actes de Colloque* 9:243-259
- Conceicao L.E.C., Yufera M., Makridis P., Morais S dan Dinis M.T. 2010. Live feeds for early stages of fish rearing. *Aquaculture Research* 41:613-640
- Dewi U. 2015. Pengaruh Dosis Pemberian Pakan Buatan *predigest* Terhadap Sintasan Dan Laju Pergantian Stadia Larva Rajungan (*Portunus Pelagicus*). *Skripsi. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin. Makassar*
- Effendie M.I. 2002. Biologi Perikanan. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta
- Kristine F. 2016. Pengaruh Penggantian Pakan Alami Ke Pakan Buatan Terhadap Kelangsungan Hidup Dan Pertumbuhan Larva Kepiting Bakau (*Scylla Olivacea*) Stadia Zoea. *Skripsi. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin. Makassar*
- Fujaya Y., Asphama A I., Hidayani A A., Parenrengi A., Tenriulo A. 2016. High Genetic Variation Of *Portunus pelagicus* From Makassar Straits Revealed By RAPD Markers And Mitochondrial 16srna Sequences. *African Journal of Biotechnology*, 5(7): 180-190
- Gawlicka A., Parent B., Horn M.H., Ross N., Opstad I dan Torrissen O.J. 2000. Activity of digestive enzymes in yolk-sac larvae of atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*): indication of readiness for first feeding. *Aquaculture* 184:303-314
- Genodepa J., Southgate P.C dan Zeng C. 2004. Diet particle size preference and optimal ration for mud crab, *Scylla serrata*, larvae fed microbound diets. *Aquaculture* 230:493-505
- Godfred J., Ravi V dan Kannupandi T. 1997. Larval feed preference of the estuarine edible portunid crab *Thalamita arenata* (Laterille). *Indian J. Fisheries* 44:69-74
- Haryati. 2002. Respon larva ikan bandeng (*Chanos chanos* Forskal) terhadap pakan buatan dalam sistem pembenihan. Desertasi Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Hasan, O.D.S. 2000. Pengaruh Pemberian Enzim Papain dalam Pakan Buatan terhadap Pemanfaatan Protein dan Pertumbuhan Benih Ikan Gurame (*Osphronemus gouramy* Lac.). Tesis. Institut Pertanian Bogor, Bogor. 57 hlm.

- Holme M.H., Zeng C dan Southgate P.C. 2006. Use of microbound diets for larval culture of the mud crab, *Scylla serrata*. *Aquaculture* 257:482-490
- Holme M.H. 2008. Towards development of a formulated diet for mud crab (*Scylla serrata*) with emphasis on lipid nutrition. PhD Thesis. James Cook University. Townsville
- Ikhwanuddin M., Adila T.N., Azra M.N., Hii Y.S., Talpur A.D dan Abol-Munafi A.B. 2011. Determination of live prey ingestion capability of blue swimming crab, *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758) larvae. *World Journal of Fish and Marine Sciences* 3(6):570-575
- Jantrarotai P., Tempakdee P dan Pripanapong S. 2004. Evaluation of different larval feeds for survival and development of early stage mud crab (*Scylla olivacea*). *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 38:484-492
- Jantrarotai P., Srakaew N dan Sawanyatiputi A. 2005. Histological study on the development of digestive system in zoeal stages of mud crab (*Scylla olivacea*). *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 39: 666 - 671
- osileen J dan Menon N.G. 2004. Larval stages of the blue swimmer crab, *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758) (Decapoda, Brachyura). *Crustaceana* 77:785–803
- Juwana S., Aziz A dan Ruyitno. 2009. Evaluasi potensi ekonomis pemacuan stok rajungan di perairan Teluk Klabat, Pulau Bangka. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia* 35(2):107-128
- Kamaruddin M.S., Jones D.A., Le Vay L dan Abidin A.Z. 1994. Ontogenetic change in digestive enzyme activity during larval development of *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture* 123:323-333
- Khosravi S., Bui H.T.D., Rahimnejada S., Herault M., Fournier V., Kim S.S., Jeong J.B dan Lee K.J. 2015. Dietary supplementation of marine protein hydrolysates in fish-meal based diets for red sea bream (*Pagrus major*) and olive flounder (*Paralichthys olivaceus*). *Aquaculture* 435:371-376
- Kolkovski S., Arieli A dan Tandler A. 1997. Visual and chemical cues stimulate microdiet ingestion in sea bream larvae. *Aquaculture International* 5:527-536
- Kolkovski S., Czesny S dan Dabrowski K. 2000. Use of krill hydrolysate as feed attractant for fish larvae and juveniles. *J. World Aquacult. Soc.* 31:81-88

- Kumlu M. 1999. Feeding and digestion in larval decapod crustaceans. *Trop. J. Biol.* 23:215-229
- Kvåle A., Nordgreen S., Tonheim S.K dan Hamre K. 2007. The problem of meeting dietary protein requirements in intensive aquaculture of marine fish larvae, with emphasis on Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.). *Aquaculture Nutrition* 13:170-185
- Kvåle A., Harboe T., Mangor-Jensen A dan Hamre, K. 2009. Effects of protein hydrolysate in weaning diets for Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) and Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.). *Aquaculture Nutrition* 15:218-227
- Lai J.C.Y., Ng P.K.L dan Davie P.J.F. 2010. Revision of the *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758) species complex (Crustacea: Brachyura: Portunidae), with the recognition of four species. *The Raffles Bulletin of Zoology* 58(2):199-237
- Mahardikaningrum, S dan Yuanita L., 2012. Aktivitas Enzim Amilase Rattus Norvegicus Pada Diet Tinggi Serat Pangan : Variasi Ph Dan Lama Perebusan. Amylase Enzyme Activity Rattus Norvegicus On A Diet High In Fiber Food: Variation Of Ph And Boiling Time. *UNESA Journal of Chemistry* Vol. 1.
- Mingrui Yu, Shaowei Qin, & Tanwei Tan. 2007. Purification and Characterization of the Extracellular Lipase Lip2 from *Yarrowia lipolytica*. *Process Biochemistry*. 42 (384-391).
- Muskita W.H. 2006. Pengaruh waktu pemberian pakan buatan terhadap kelangsungan hidup larva rajungan (*Portunus pelagicus*): Hubungannya dengan perkembangan aktivitas enzim pencernaan. Tesis Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Nahdatullah U. 2015. Sintasan Dan Laju Pergantian Stadia Larva – Kepiting Rajungan (*Portunus Pelagicus*) Yang Diberikan Berbagai Formulasi Pakan Buatan. Skripsi. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Nikhilani A. 2013. Penemuan time schedule pemberian pakan buatan berfitoecdysteroid untuk menanggulangi sindrom molting pada metamorphosis larva rajungan (*Portunus pelagicus*). Disertasi Program Pascasarjana. Universitas Hasanuddin. Makassar
- Nontji A. 2005. Laut Nusantara. Cetakan Kedua. Djambatan. Jakarta

- Ong B.L dan Johnston D. 2006. Influence of feeding on hepatopancreas structure and digestive enzyme activity in *Penaeus Monodon*. *Journal of Shellfish Research* 25(1):113-121
- Oniam V., Chuchit L dan Arkronrat W. 2012. Reproductive performance and larval quality of blue swimming crab (*Portunus pelagicus*) broodstock, fed with different feeds. *Songklanakarini J. Sci. Technol.* 34(4):381-386
- Pavasovic M. 2004. Digestive profile and capacity of the mud crab (*Scylla serrata*). Magister Thesis. Queensland University of Technology. Brisbane
- Quinitio E.T., Estepa F.P dan Alava V.P. 1999. Development of hatchery techniques for the mud crab *Scylla serrata* (Forskål): comparison of feeding schemes. Dalam: Keenan, C.P dan A. Blackshaw (Eds.), *Mud Crab Aquaculture and Biology*. ACIAR Proceedings No.78. Canberra. Australia. hal:125-130
- Quinitio E.T., Parado-Estepa F.D., Millamena O.M., Rodriguez E dan Borlongan E. 2001. Seed production of mud crab *Scylla serrata* juveniles. *Asian Fisheries Science* 14:161-174
- Rimandy O. 2015. Respon Perkembangan Larva Rajungan (*Portunus Pelagicus*) Pada Percepatan Pergantian Pakan Alami Ke Pakan Buatan Predigest Dengan Probiotik *Bacillus* Sp. Tesis. Program Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Serrano A.E. 2012. Ontogeny of endogenous and exogenous amylase and total protease activities in mud crab, *Scylla serrata* larvae fed live food. *European Journal of Experimental Biology* 2(5):1578-1584
- Serrano A.E dan Traifalgar R.F. 2012. Ontogeny and induction of digestive enzymes in *Scylla serrata* larvae fed live or artificial feeds or their combination. *AACL Bioflux* 5(3):101-111
- Shinkarenko L. 1979. Development of the larval stages of the blue swimming crab *Portunus pelagicus* L. (Portunidae : Decapoda : Crustacea). *Aust. J. Mar. Freshwater Res* 30:485-503
- * Smith D.W. 1988. Phytoplankton and catfish culture: a review. *Aquaculture* 74:167-189
- Soundarapandian P., Tamizhazhagan E dan Samuel N.J. 2007. Seed production of commercially important blue swimming crab *Portunus pelagicus* (Linnaeus). *Journal of Fisheries and Aquatic Science* 2(4):302-309

- Sousa L dan Petriella A.M. 2006. Morphology and histology of *P. argentinus* (Crustacea, Decapoda, Caridea) digestive tract. *Biocell* 30(2): 287-294
- Southgate, PC dan GJ. Partridge. 1998. Development of artificial diets for marine finfish larvae: problems and prospects. Dalam: De Silva, S (Ed.), *Tropical Mariculture*. Academic Press. London. UK. hal 151-170
- Sri, W. M., Kholisoh, S. D., Tanti, D. L., Petrissia, E. M. 2011. Produksi, Karakterisasi, dan Isolasi Lipase dari *Aspergillus niger*.
- Srichanun M., Tantikitti C., Kortner T.M., Krogdahl A dan Chotikachinda R. 2014. Effects of different protein hydrolysate products and levels on growth, survival rate and digestive capacity in Asian seabass (*Lates calcarifer* Bloch) larvae. *Aquaculture* 428-429:195-202
- Suprayudi M.A., Takeuchi T dan Hamasaki K. 2002. The effect of N-3HUFA content in rotifers on the development and survival of mud crab, *Scylla serrata*, larvae. *Suisanzoshoku* 50(2): 205-212
- Svane, I dan Hooper, G. 2004. Blue Swimmer Crab (*Portunus pelagicus*) Fishery. SARDI Aquatic Sciences Publication No: RD03/0274-2
- Zambonino Infante J.L dan Cahu C.L. 2001. Ontogeny of the gastrointestinal tract of marine fish larvae. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C* 130:477-487

LAMPIRAN



Lampiran 1. Rumah Surya Semi Permanen Tempat Menetaskan Telur dan Memelihara Larva Rajungan



Lampiran 2. Bak Kerucut Dalam Rumah Surya Tempat Menetaskan Telur Dan Memelihara Larva Rajungan



Lampiran 3. Enzim yang Digunakan Untuk Meningkatkan Daya Cerna Pakan Oleh Larva



Lampiran 4. Pakan Buatan yang Digunakan Untuk Larva



Lampiran 5. Artemia yang Digunakan Sebagai Pakan Alami



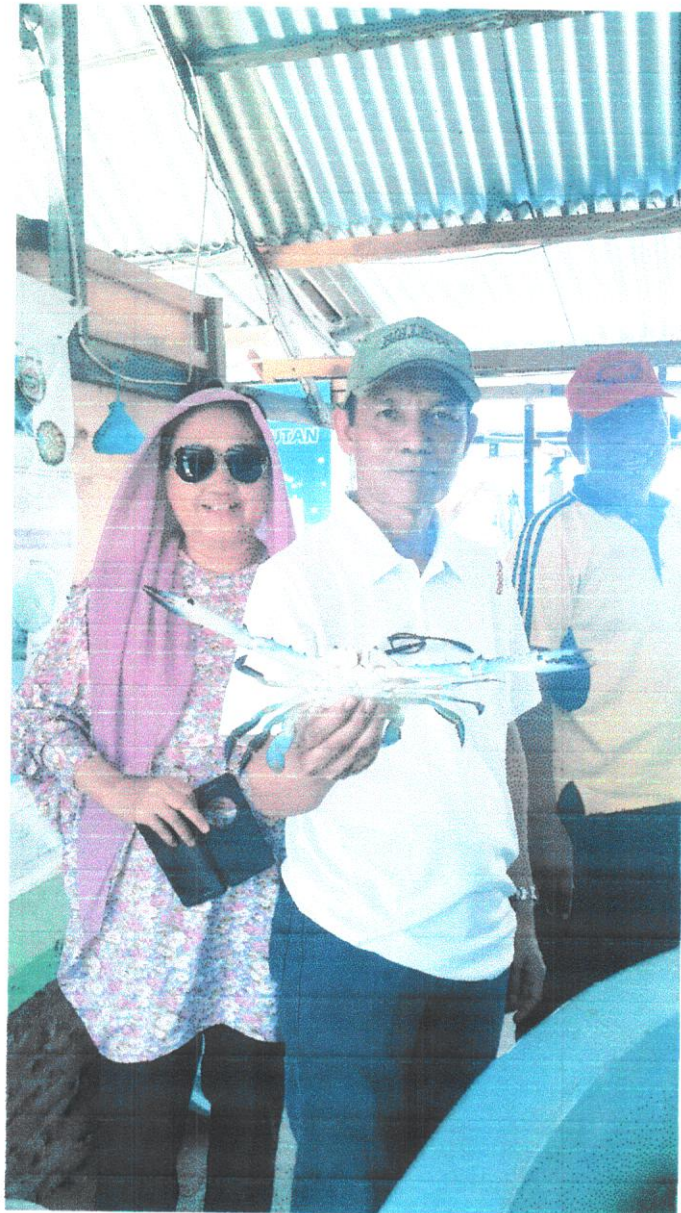
Lampiran 6. Kegiatan Pemeliharaan Larva



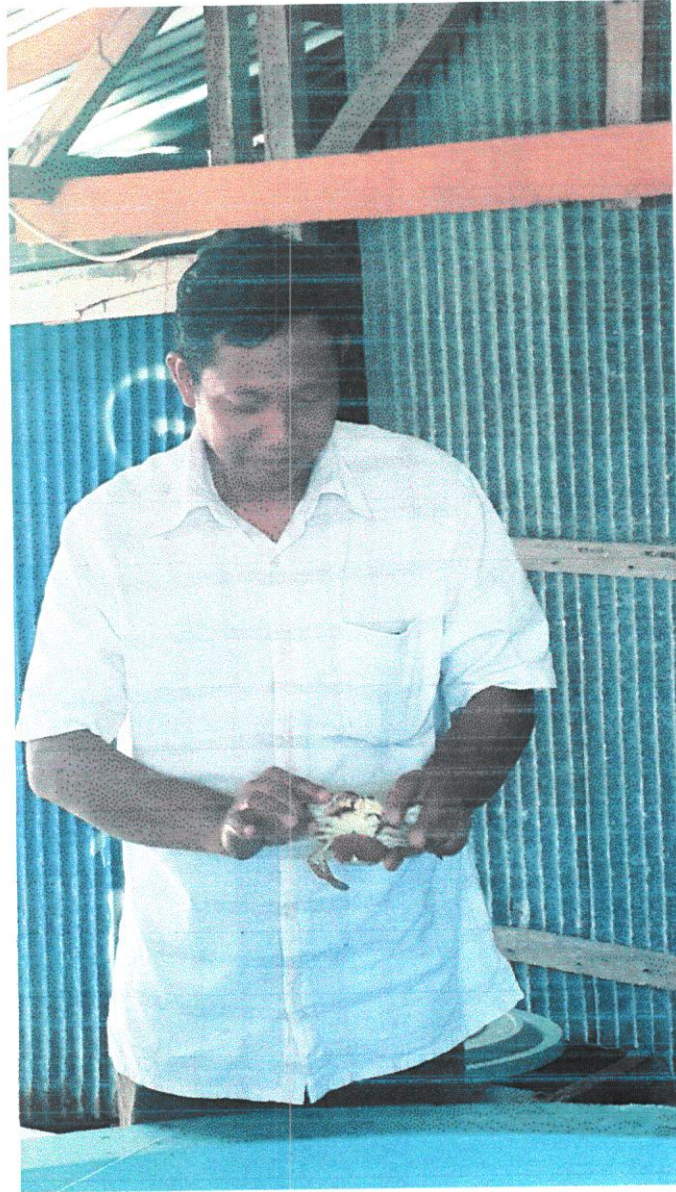
Lampiran 7. Kegiatan Monev



Lampiran 8. Kegiatan Monev Kegiatan: Induk Jantan Rajungan Domestikasi



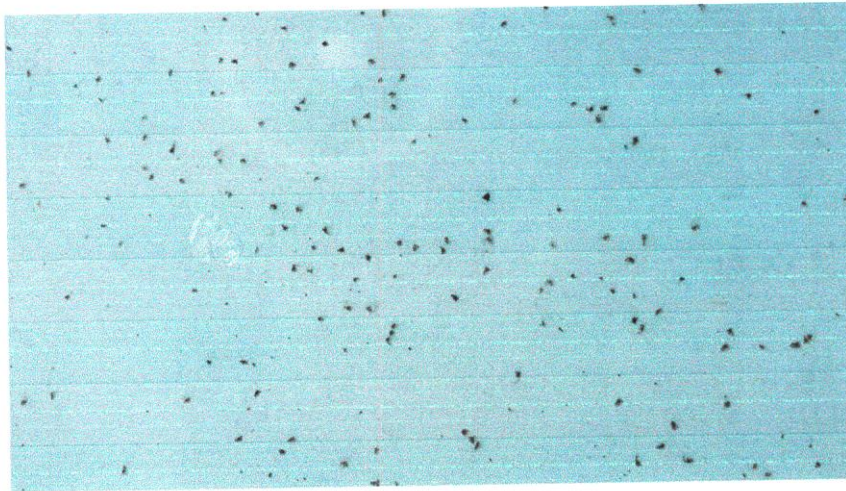
Lampiran 9. Kegiatan Monev: Induk Jantan Rajungan Domestikasi



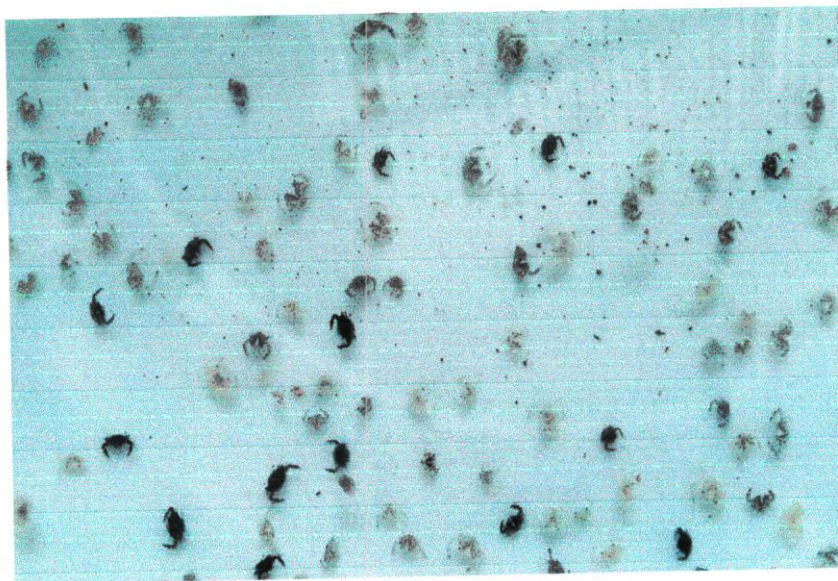
Lampiran 10. Kegiatan Monev: Induk Betina Rajungan Domestikasi



Lampiran 11. Larva Rajungan (Zoea)



Lampiran 12. Larva Rajungan (Megalopa)



Lampiran 13. Bibit Rajungan (Crab-5) yang Siap Ditebar di Tambak

