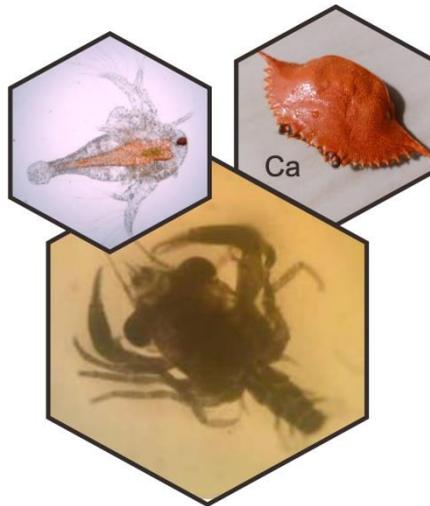


**Bioenkapsulasi Artemia dengan Kalsium dari Cangkang Rajungan Terhadap Respon Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Megalopa Rajungan (*Portunus pelagicus*)**

**Bioencapsulation of Artemia with Calcium from Crab Shells on Growth and Survival Responses of Crab Megalopa (*Portunus pelagicus*)**



**A. PUSVA YULYANA  
L012201009**



**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU PERIKANAN  
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

**BIOENKAPSULASI ARTEMIA  
DENGAN KALSIMUM DARI CANGKANG RAJUNGAN  
TERHADAP RESPON PERTUMBUHAN DAN KELANGSUNGAN HIDUP  
MEGALOPA RAJUNGAN (*Portunus pelagicus*)**

**A. PUSVA YULYANA  
L012201009**



**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU PERIKANAN  
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

**BIOENCAPSULATION OF ARTEMIA WITH CALCIUM FROM  
CRAB SHELLS ON GROWTH AND SURVIVAL RESPONSES OF  
CRAB MEGALOPA (*Portunus pelagicus*)**

**A. PUSVA YULYANA  
L012201009**



**MAGISTER PROGRAM FISHERIES SCIENCE  
FACULTY OF MARINE SCIENCE AND FISHERIES  
HASANUDDIN UNIVERSITY  
MAKASSAR  
2024**

**BIOENKAPSULASI ARTEMIA  
DENGAN KALSIMUM DARI CANGKANG RAJUNGAN  
TERHADAP RESPON PERTUMBUHAN DAN KELANGSUNGAN HIDUP  
MEGALOPA RAJUNGAN (*Portunus pelagicus*)**

Tesis

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar magister

Program Studi Magister Ilmu Perikanan

Disusun dan diajukan oleh

A.PUSVA YULYANA  
L012201009

Kepada

**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU PERIKANAN  
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

**TESIS**

**BIOENKAPSULASI ARTEMIA  
DENGAN KALSIUM DARI CANGKANG RAJUNGAN  
TERHADAP RESPON PERTUMBUHAN DAN KELANGSUNGAN HIDUP  
MEGALOPA RAJUNGAN (*Portunus pelagicus*)**

**A. PUSVA YULYANA  
L012201009**

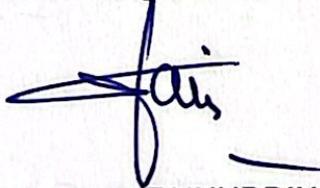
telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Magister pada tanggal 15 Agustus 2024  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

pada

Program Studi Magister Ilmu Perikanan  
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan  
Universitas Hasanuddin  
Makassar

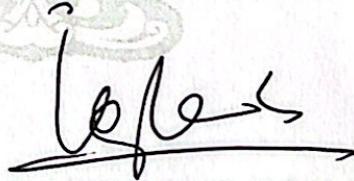
Mengesahkan:

Pembimbing Utama,



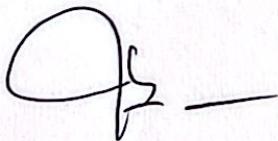
Prof. Dr. Ir. ZAINUDDIN, M. Si.  
NIP.196407211991031001

Pembimbing Pendamping,



Ir. MUHAMMAD IQBAL DJAWAD, M.Sc., Ph.D.  
NIP. 196703181989031002

Ketua Program Studi  
Magister Ilmu Perikanan,



Dr. Ir. BADRAENI, M.P.  
NIP.196510231991032001

Dekan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan  
Universitas Hasanuddin



Prof. SAFRUDDIN, S.Pi., MP., Ph.D.  
NIP.197506112003121003

## PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, tesis berjudul "Bioenkapsulasi Artemia dengan Kalsium dari Cangkang Rajungan terhadap Respon Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Megalopa Rajungan (*Portunus pelagicus*)" adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing (Prof. Dr. Ir. Zainuddin, M. Si. dan Ir. Muhammad Iqbal Djawad, M.Sc.,Ph.D.). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi manapun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka tesis ini. Sebagian dari isi tesis ini telah dipublikasikan di Nanotechnology Perceptions sebagai artikel dengan judul "*Bioencapsulation of Artemia with Calcium from Crab Shell on Growth and Survival Responses of Crab Megalopa (Portunus pelagicus)*". Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 15 Agustus 2024



A. PUSVA YULYANA  
NIM. L012201009

## UCAPAN TERIMA KASIH

Pertama, kepada Allah SWT yang telah memberikan kesehatan dan waktu sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini sebagai syarat kelulusan jenjang Magister Ilmu Perikanan (S2).

Kedua, kepada orang tua penulis tercinta, Alm. A. Abd Salam Aksa (bapak) dan Majidah (mama), tidak lupa saudara dan ponakan tercinta, penulis mengucapkan terima kasih atas segala doa, motivasi dan dukungan secara moril maupun materil selama penulis menempuh pendidikan.

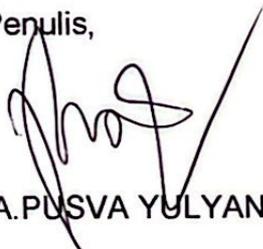
Ketiga, penelitian yang penulis lakukan dapat terlaksana dengan baik dan tesis ini dapat selesai atas bimbingan, diskusi dan arahan dari Prof. Dr. Ir. Zainuddin, M. Si. sebagai pembimbing utama, Ir. Muhammad Iqbal Djawad, M.Sc.,Ph.D. sebagai pembimbing kedua, Prof.Dr.Ir. Muhammad Yusri Karim, M.Si. sebagai penguji pertama, Prof. Dr. Ir. Yushinta Fujaya, M.Si. sebagai penguji kedua serta Ir. Edison Saade, M.Sc., Ph.D. sebagai penguji ketiga, penulis ucapkan terima kasih sebesar-besarnya.

Keempat, kepada seluruh staf dan pengajar Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan khususnya para dosen Program Studi Magister Ilmu Perikanan yang turut membantu dan memberikan saran pada penulis untuk penyusunan tesis ini, bapak ibu bagian akademik yang membantu administrasi kelulusan, penulis ucapkan terima kasih.

Kelima, seluruh staf BPBAP Takalar divisi pembenihan rajungan, laboratorium PBPAP dan Laboratorium Kimia Pakan Fakultas Peternakan Unhas. Terima kasih sebesar- besarnya karena telah membantu dan membimbing dengan sabar ketika melakukan penelitian pembenihan rajungan, pengujian dan menganalisis data penelitian penulis.

Keenam, teman-teman sekantor Dinas Perikanan Kab. Barru yang memaklumi ketidak-hadiran penulis selama penelitian dan penyelesaian tesis, sahabat jalan dan makan yang katanya saya tidak asik jika mode serius, serta semua orang yang berkontribusi selama masa pendidikan magister penulis, terimakasih.

Penulis,



A.PUSVA YULYANA

## ABSTRAK

A.PUSVA YULYANA. **Bioenkapsulasi Artemia dengan Kalsium dari Cangkang Rajungan Terhadap Respon Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Megalopa Rajungan (*Portunus pelagicus*)** (Dibimbing oleh Zainuddin dan Muhammad Iqbal Djawad).

**Latar belakang.** Rajungan merupakan salah satu komoditas ekspor utama dari Indonesia, namun masih sangat sulit dibudidayakan khususnya pada stadia larva. Permasalahan yang dihadapi adalah rendahnya tingkat kelangsungan hidup larva karena gagal molting pada proses metamorfosis. Pada cangkang rajungan terdapat kalsium yang menjadi unsur pokok penyusun eksoskeleton dan struktur jaringan rajungan. **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan untuk menentukan dosis kalsium dari cangkang rajungan terhadap kandungan kalsium, laju metamorfosis, pertumbuhan dan kelangsungan hidup larva rajungan. **Metode.** Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) terdiri dari 4 perlakuan penambahan kalsium dosis 0, 30, 40 dan 50 ppm dengan 3 kali ulangan. Kalsium dari cangkang rajungan dimasukkan ke media artemia selama 6 jam kemudian diberikan ke larva rajungan. Parameter yang diamati diantaranya yaitu kandungan kalsium, laju metamorfosis, pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup larva rajungan. **Hasil.** Berdasarkan analisis kalsium, terjadi peningkatan kandungan kalsium artemia pada masing-masing perlakuan 0, 30, 40, 50 ppm yaitu 0,020%, 0,032%, 0,033%, 0,036%. Laju metamorfosis perlakuan 0 dan 30 ppm menunjukkan bahwa larva memasuki stadia megalopa pada hari ke 13, sedangkan perlakuan 40 dan 50 ppm pada hari ke 12. Hasil analisis ANOVA menunjukkan bahwa perlakuan tidak berpengaruh signifikan ( $P > 0,05$ ) terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup larva rajungan. Adapun pertumbuhan perlakuan 0 ppm yaitu  $0,53 \text{ mm} \pm 0,22^a$ , perlakuan 30 ppm yaitu  $0,53 \text{ mm} \pm 0,09^a$ , perlakuan 40 ppm yaitu  $0,62 \text{ mm} \pm 0,21^a$ , perlakuan 50 ppm yaitu  $0,75 \text{ mm} \pm 0,18^a$ . Adapun tingkat kelangsungan hidupnya yaitu perlakuan 0 ppm yaitu  $13,30 \% \pm 3,15^a$ , perlakuan 30 ppm yaitu  $13,18 \% \pm 1,46^a$ , perlakuan 40 ppm yaitu  $14,93 \% \pm 3,78^a$ , perlakuan 50 ppm yaitu  $15,98 \% \pm 3,02^a$ . **Kesimpulan.** Berdasarkan penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa bioenkapsulasi artemia dengan kalsium dari cangkang rajungan, tidak mempengaruhi kandungan kalsium megalopa, laju metamorfosis, pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup megalopa rajungan.

Kata kunci: Megalopa rajungan, artemia, bioenkapsulasi, pengkayaan dengan kalsium.

## ABSTRACT

A.PUSVA YULYANA. **Bioencapsulation of Artemia with Calcium from Crab Shells on Growth and Survival Responses of Crab Megalopa (*Portunus pelagicus*)** (Supervised by Zainuddin and Iqbal)

**Background.** Crab is one of the main export commodities from Indonesia, but it is still very difficult to cultivate, especially in the larval stage. The problem faced is the low survival rate of larvae due to failed molting in the metamorphosis process. In the crab shell there is calcium which is the main element of the exoskeleton and tissue structure of the crab. **Aim.** This study aims to determine the dose of calcium from the crab shell on the calcium content, metamorphosis rate, growth and survival of crab larvae. **Method.** The research method used is experimental using a Completely Randomized Design (CRD) consisting of 4 treatments of calcium addition doses of 0, 30, 40 and 50 ppm with 3 replications. Calcium from the crab shell was put into the artemia media for 6 hours then given to the crab larvae. The parameters observed included calcium content, metamorphosis rate, growth and survival rate of crab larvae. **Results.** Based on calcium analysis, there was an increase in artemia calcium content in each treatment of 0, 30, 40, 50 ppm, namely 0,020%, 0,032%, 0,033%, 0,036%. The metamorphosis rate of treatments 0 and 30 ppm showed that the larvae entered the megalopa stage on the 13th day, while the treatments 40 and 50 ppm on the 12th day. The results of the ANOVA analysis showed that the treatment had no significant effect ( $P>0.05$ ) on the growth and survival of crab larvae. The growth of the 0 ppm treatment was  $0.53 \text{ mm} \pm 0.22^a$ , the 30 ppm treatment was  $0.53 \text{ mm} \pm 0.09^a$ , the 40 ppm treatment was  $0.62 \text{ mm} \pm 0.21^a$ , the 50 ppm treatment was  $0.75 \text{ mm} + 0.18^a$ . The survival rate is 0 ppm treatment is  $13.30\% \pm 3.15^a$ , 30 ppm treatment is  $13.18\% \pm 1.46^a$ , 40 ppm treatment is  $14.93\% \pm 3.78^a$ , 50 ppm treatment is  $15.98\% \pm 3.02^a$ . **Conclusion.** Based on this study, it can be concluded that bioencapsulation of artemia with calcium from crab shells does not affect the calcium content of megalopa, metamorphosis rate, growth and survival rate of crab megalopa. **Keywords:** Crab megalopa, artemia, bioencapsulation, enrichment with calcium.

## DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	
PERNYATAAN PENGAJUAN	
HALAMAN PENGESAHAN	
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	
UCAPAN TERIMA KASIH .....	i
ABSTRAK .....	ii
ABSTRACT .....	iii
DAFTAR ISI .....	iv
DAFTAR TABEL .....	v
DAFTAR GAMBAR .....	vi
DAFTAR LAMPIRAN .....	vii
BAB. I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan dan Manfaat .....	2
1.4 Hipotesis .....	2
1.5 Teori .....	3
1.5.1 Larva Rajungan .....	3
1.5.2 Artemia .....	6
1.5.3 Kalsium .....	7
1.5.4 Cangkang Rajungan .....	8
1.5.5 Bioenkapsulasi .....	8
1.6 Kerangka Pikir Penelitian .....	9
BAB II. METODE PENELITIAN .....	10
2.1 Tempat dan Waktu .....	10
2.2 Prosedur Penelitian .....	10
2.2.1 Persiapan wadah .....	10
2.2.2 Penyediaan Kalsium dari Cangkang Rajungan .....	10
2.2.3 Persiapan Artemia .....	10
2.2.4 Pemeliharaan Larva Rajungan .....	10
2.2.5 Perlakuan .....	11
2.3 Parameter Pengamatan	
2.3.1 Kandungan kalsium .....	11
2.3.2 Laju Metamorfosis .....	11
2.3.3 Pertumbuhan Larva .....	12
2.3.4 Tingkat Kelangsungan Hidup .....	12

2.4 Analisis Data .....	12
BAB III. HASIL .....	13
3.1 Kandungan kalsium.....	13
3.2 Laju Metamorfosis .....	13
3.3 Pertumbuhan Megalopa.....	14
3.4 Tingkat Kelangsungan Hidup .....	14
BAB IV. PEMBAHASAN .....	15
4.1 Kandungan kalsium .....	15
4.2 Laju Metamorfosis .....	15
4.3 Pertumbuhan Megalopa .....	16
4.4 Tingkat Kelangsungan Hidup .....	17
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN .....	18
5.1 Kesimpulan .....	18
5.2 Saran.....	18
DAFTAR PUSTAKA.....	19
LAMPIRAN .....	23

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
1. Nilai Larva Stage Indeks (LSI) .....	12
2. Analisis Kalsium Artemia dan Megalopa .....	13
3. Laju Metamorfosis Megalopa Rajungan .....	13
4. Pertumbuhan Megalopa Rajungan .....	14
5. Sintasan Larva Rajungan .....	14

**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
1. Gambar Metamorfosis Larva Rajungan.....	4
2. Gambar Skema Pembentukan dan Disolusi Kutikula Crustacea selama 40 hari .....	6

**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
1. Dokumentasi Kegiatan Penelitian .....	23
2. Data Hasil Penelitian .....	27
3. Data Hasil Analisis Bahan .....	30

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Rajungan merupakan salah satu sumberdaya perikanan yang dapat ditemukan disepanjang laut Indonesia. Berdasarkan data statistik ekspor impor Direktorat Jendral Penguatan Daya Saing Produk Kelautan dan Perikanan Tahun 2023, nilai ekspor kepiting dan rajungan mencapai USD 447,65 juta dan menempati posisi ke empat dibawah nilai ekspor udang, tuna/cakalang dan cumi/gurita. Tingginya permintaan benih rajungan menjadi tantangan tersendiri bagi pembudidaya rajungan untuk menghasilkan benih yang berkualitas karena sebagaimana yang kita ketahui bahwa saat ini ketersediaan benih masih banyak yang mengandalkan hasil penangkapan di alam dan sifatnya fluktuatif.

Masalah utama pada usaha pembenihan rajungan yaitu sintasan rendah pada fase zoea dan megalopa. Sintasan zoea pada beberapa penelitian mencapai 12,5% (Thirunavukkarasu *et al.*, 2014), 5-10% (Gunarto, 2016), 18,70% – 25,67% (Karim, 2003), 15-25% (Jantrarotai *et al.*, 2006), 12,89% (Prastyanti *et al.*, 2017), 9,29% (Susanto *et al.*, 2005), 7,9% (Paran *et al.*, 2022). Hamasaki *et al.*, (2002) melaporkan bahwa kematian massal ditemukan pada fase zoea akhir ke megalopa dengan sintasan mencapai 2,5%, salah satunya disebabkan oleh gagal molting atau molting abnormal saat bermetamorfosis. Kondisi ini menjadikan larva lemah dan dimakan oleh larva yang lebih besar dan sehat.

Mengatasi rendahnya sintasan pada larva rajungan dapat dilakukan dengan memberikan pakan yang kaya nutrisi sesuai dengan kebutuhan larva rajungan. Pengkayaan nutrisi pakan dapat dilakukan dengan metode bioenkapsulasi. Bioenkapsulasi artemia untuk larva telah banyak diteliti sebelumnya, baik yang berasal dari tumbuhan maupun hewan. Diantaranya yaitu Karotenoid cangkang kepiting (Ekawati, 2008), kalsium dan enzim (Permadi *et al.*, 2020), minyak ikan dan minyak kedelai (Khasanah *et al.*, 2012), 75% minyak ikan dan 25% minyak jagung (Prastyanti *et al.*, 2017), probiotik (Dey *et al.*, 2015); (Ong *et al.*, 2018); (Susanto *et al.*, 2005), HUFA + Nanoclorofil (Gunarto, 2016), Spirulina (Suyanto *et al.*, 2019), Vitamin C (Faidar *et al.*, 2020). Penelitian-penelitian tersebut belum cukup mengatasi masalah yang ada, karena sintasan larva rajungan masih belum mampu dipertahankan dan ditingkatkan secara konsisten pada usaha pembenihan rajungan.

Pengkayaan nutrisi pakan dapat dilakukan dengan cara bioenkapsulasi artemia dengan bahan pengkaya kalsium yang berasal dari cangkang rajungan. Cangkang rajungan mengandung kalsium tinggi yang sesuai dengan kebutuhan larva rajungan. Kalsium merupakan makromineral sebagai unsur pokok dari eksoskeleton dan struktur jaringan, yang menjaga keseimbangan tekanan osmosis dan berperan dalam transmisi syaraf, kontraksi otot, proses metabolik dan lain-lain

(Akiyama *et al.*, 1992; Davis and Gatlin, 1996). Penambahan kalsium dari cangkang rajungan ke dalam tubuh artemia melalui proses bioenkapsulasi merupakan upaya yang dapat dilakukan untuk mencukupi kebutuhan kalsium larva saat ekdisis berlangsung.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah penelitian sebagai berikut :

1. Apakah bioenkapsulasi artemia berbagai dosis kalsium memberikan respon peningkatan kandungan kalsium dan laju metamorfosis pada larva rajungan?
2. Bagaimana pertumbuhan dan sintasan larva rajungan setelah diberikan artemia hasil bioenkapsulasi dengan kalsium dari cangkang rajungan?

## **1.3 Tujuan dan Manfaat**

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Menentukan dosis kalsium dari cangkang rajungan terhadap kandungan kalsium dan laju metamorfosis larva rajungan
2. Menentukan dosis kalsium dari cangkang rajungan terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup pada larva rajungan

Manfaat penelitian ini adalah memberikan informasi tentang respon larva rajungan terhadap bioenkapsulasi artemia dengan kalsium dari cangkang rajungan serta menjadi acuan untuk penelitian terkait selanjutnya.

## **1.4 Hipotesis**

Hipotesis yang dikemukakan pada penelitian ini adalah:

1. Terdapat hubungan antara kalsium dari cangkang rajungan terhadap kandungan kalsium dan laju metamorfosis larva rajungan.
2. Terdapat hubungan antara kalsium dari cangkang rajungan terhadap pertumbuhan dan sintasan larva rajungan.

## 1.5 Teori

### 1.5.1 Larva Rajungan

#### a. Metamorfosis

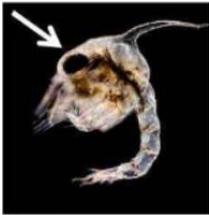
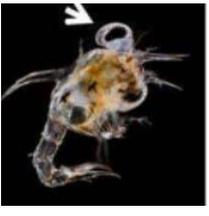
Zoea rajungan merupakan stadia pertama saat telur kepiting menetas. Terdapat 4 (empat) substadia pada stadia zoea yang dibedakan berdasarkan penambahan dan perkembangan organ tubuh. Masing-masing substadia terdiri dari 3-2 hari sehingga stadia zoea berlangsung selama 10-11 hari. Selanjutnya larva akan memasuki stadia Megalopa yang berlangsung sekitar 7 hari (Hartanto *et al.*, 2017).

Kepiting mengalami perubahan bentuk dari larva menjadi dewasa yang disebut dengan metamorfosis. Menurut Wahyudi *et al.*, (2018) metamorfosis merupakan salah satu proses perkembangan biologi hewan yang mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk dan struktur setelah penetasan akibat adanya pertumbuhan sel dan diferensiasi sel. Perubahan terjadi secara sempurna pada anatomi, morfologi dan fisiologis. Cangkang rajungan sifatnya keras dan tidak elastis, sementara pertumbuhan jaringan tubuh berlangsung secara kontinu. Cangkang dapat tumbuh apabila cangkang lama dilepas saat molting/ekdisis terjadi. Molting yaitu proses pelepasan eksoskeleton lama menjadi eksoskeleton baru melalui perobekan bagian punggung antara cephalotorax dan abdomen. Menurut Fujaya *et al.*, (2011), beberapa proses yang terjadi sebelum molting yaitu pelepasan hormon molting, pertumbuhan cangkang baru dibawah cangkang lama, pelarutan komponen-komponen cangkang lama sehingga menjadi tipis, penyerapan bahan anorganik dari cangkang lama kemudian pembentukan cangkang baru. Ketika sel baru telah sempurna terbentuk maka kepiting siap untuk molting.

#### b. Perkembangan larva

Hasil penelitian Pattirane and Pattiasina (2020) melaporkan bahwa pada hari ke 0 – 3, mata zoea kepiting terlihat masih menempel dan ketika memasuki hari ke 4, bentuk mata telah bertangkai yang dicirikan dengan adanya penonjolan mata dan bagian pangkalnya.

Perkembangan ciri morfologis larva terjadi seiring dengan pertumbuhan larva rajungan, sehingga pada saat mata masih menempel, pertumbuhan tetap mengalami peningkatan walaupun tidak signifikan. Seiring dengan perubahan mata menjadi bertangkai maka terlihat pertumbuhan meningkat secara signifikan. Hal ini diduga karena adanya mata yang sudah berkembang dengan baik dan dapat berfungsi dalam pengambilan pakan. Selain itu, pemenuhan kebutuhan nutrisi yang berasal dari pakan juga telah dapat terpenuhi. Metamorfosis zoea menurut Paran *et al.*, (2022), dapat dilihat pada Gambar 1.

Fase	Metamorfosis	Deskripsi
I		Mata Sessile
II		Mata Bertangkai
III		Enam segmen diperut
IV		Terdapat tunas pleopoda
VI		Bentuk menyerupai kepiting namun masih memiliki ekor. periopoda 5 pasang

Sumber : Paran *et al.*, 2022

Gambar 1. Metamorfosis Larva Rajungan

Perkembangan organ pencernaan larva rajungan, akan sejalan dengan pertumbuhan larva. Menurut Nikhlani and Sukarti (2016), berdasarkan studi histologis, organ pencernaan larva rajungan mulai berkembang pada hari ke 5. Aktifitas pencernaan akan dipengaruhi oleh jenis dan komposisi pakan yang dikonsumsi larva rajungan.

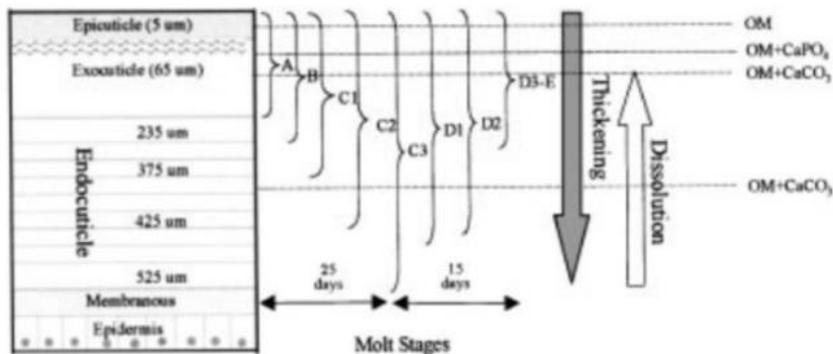
Kebanyakan larva stadia awal kekurangan enzim dan bergantung pada enzim yang terdapat pada pakan alami. Enzim sebagai indikator biologis, dapat menunjukkan kesesuaian jenis pakan yang dikonsumsi oleh larva melalui kemampuannya untuk mencerna (Nikhlani and Sukarti, 2017). Keadaan ini sangat memungkinkan konsentrasi kalsium yang lebih tinggi tidak dapat dicerna oleh larva secara efektif (Permadi *et al.*, 2020).

#### c. Proses ekdisis - kalsifikasi

Ekdisis atau biasa dikenal dengan molting merupakan proses pelepasan eksoskeleton lama dengan eksoskeleton baru. Menurut Reaka (1975) siklus ekdisis terbagi menjadi 4 periode yaitu:

1. Intermolt, eksoskeleton terbentuk sempurna dan hewan mengakumulasi kalsium dan energy untuk disimpan
2. Premolt dimulai ketika eksoskeleton yang lama mulai memisahkan diri dari epidermis dan mulai terbentuk exoskeleton baru
3. Ekdisis, eksoskeleton yang baru terbentuk berukuran lebih besar dan masih berwarna pucat dan lunak. Selama proses ini air akan terakumulasi kedalam darah dan kantung-kantung air dalam tubuh kepingting untuk membantu merentangkan eksoskeleton yang masih lunak menjadi bentuk yang lebih besar.
4. Postmolt adalah proses pengerasan eksoskeleton baru atau biasa disebut kalsifikasi.

Proses ekdisis dimulai ketika sel-sel epidermal merespon perubahan hormonal melalui laju sintesis protein. Peningkatan laju sintesis protein akibat rangsangan hormon molting menyebabkan terjadinya apolisis (terpisahnya epidermis dari endokutikula lama). Lapisan kutikula ini menjadi bagian epikutikula dari eksoskeleton baru. Lapisan kutikula akan memproduksi asam amino dan mikrofibril yang selanjutnya di recycled oleh sel-sel epidermal dan disekresi ke lapisan kutikula sebagai prokutikula baru (lunak dan berkerut). Ketika eksoskeleton baru telah siap, kontraksi otot dan pengisian udara menyebabkan tubuh mengembang sehingga eksoskeleton lama retak sepanjang garis ecdysial sutures dan akhirnya tubuh dengan eksoskeleton baru keluar dari eksoskeleton lama. Setelah ekdisis, eksoskeleton baru yang lunak dan berkerut akan terentang setelah terisi air sehingga ukuran tubuh setelah molting akan meningkat (Meyer, 2007).



Sumber: Pratoomchat *et al.*, 2002

Gambar 2. Skema pembentukan dan disolusi kutikula Crustacea selama 40 hari

## 1.5.2 Artemia

### a. Kandungan artemia

Penggunaan Artemia sebagai pakan alami larva telah lazim digunakan dikegiatan pembenihan budidaya. Hal ini disebabkan karena kandungan nutrisi artemia sangat tinggi dan lengkap untuk kelangsungan hidup larva. Menurut Mintarso (2007), nauplius artemia mengandung protein 58,20-58,60%, lemak 7,92-9,26%, abu 11,14-12,27%, serat 1,16-6,30% dan kadar air 9,06-11,26%. Kandungan nutrisi artemia ini sedikit berbeda dengan pendapat Leger (1987) yaitu Protein 52,2%, lemak 18,9%, KH 14,8%, abu 9,7%. Perbedaan kandungan artemia sangat dipengaruhi oleh asal/tempat artemia itu sendiri. Menurut Gallagher and Brown (1975), Kandungan kalsium pada artemia hanya sekitar 0,1%.

Menurut Mintarso (2007), 8 jam pertama setelah menetas, larva artemia disebut instar satu. Pada fase ini, larva belum mampu mengambil makanan dari luar karena pencernaannya belum berfungsi dengan baik sehingga untuk pertumbuhannya masih mengandalkan cadangan kuning telur. Meskipun demikian, artemia pada instar satu memiliki kandungan nutrisi tertinggi diantara fase kehidupannya. Setelah 24 jam kemudian, naupli artemia memasuki instar dua. Pada stadia ini, partikel makanan yang kecil akan disaring oleh sepasang antena dan dicerna oleh saluran pencernaan yang sudah berfungsi.

Menurut Suprayudi *et al.*, (2004), artemia sebaiknya diberikan ke larva rajungan pada stadia Zoea 3 karena sesuai dengan tingkat pertumbuhan larva rajungan. Selain itu, pemberian artemia pada zoea 3 juga dimaksudkan untuk menghindari terjadinya kanibalisme. Penambahan kalsium ke tubuh artemia melalui proses bioenkapsulasi merupakan usaha yang dapat dilakukan untuk mencukupi kebutuhan kalsium larva rajungan. Kalsium akan digunakan larva rajungan untuk kelangsungan hidup larva khususnya pada proses ekdisis.

### 1.5.3 Kalsium

#### a. Peran kalsium

Mineral merupakan unsur utama dari eksoskeleton dan struktur jaringan yang berfungsi untuk menjaga keseimbangan tekanan osmosis yang berperan dalam transmisi syaraf pusat serta berperan saat kontraksi otot, sebagai komponen vitamin, hormon, enzim, pigmen, kofaktor dalam metabolisme, katalisator dan aktifitas enzim (Akiyama *et al.*, 1992; Zainuddin, 2012).

Kalsium secara spesifik berperan saat transmisi impuls syaraf, osmoregulasi, kontraksi otot dan kofaktor pada beberapa proses enzimatik (Davis and Gatlin, 1996). Kalsium merupakan mineral yang penting untuk pembentukan jaringan keras seperti eksoskeleton dan rangka. Menurut Zannotto *et al.*, (2004), kalsium dibutuhkan keping untuk mengeraskan eksoskeleton dalam bentuk kalsium karbonat. Kondisi air dan tubuh yang kekurangan/kelebihan kalsium akan menyebabkan kegagalan ekdisis yang berujung pada kematian. Cangkang keping mengandung 22-27,8% kalsium, sedangkan dagingnya mengandung kalsium 11,5 mg/100 gr (Mohapatra *et al.*, 2009).

#### b. Proses penyerapan dan pelepasan kalsium pada larva rajungan

Kalsium diserap kedalam tubuh keping dapat melalui lapisan epitelium pada insang, ginjal, saluran pencernaan, kelenjar antenna dan kutikula (Wheatly, 1999). Untuk memenuhi kebutuhan kalsium, larva rajungan dapat menyerap kalsium yang telah tersedia di air. Namun kandungan kalsium yang tersedia diperairan terbilang sangat rendah sekitar 0,002 mg/l (Lall, 1989). Dengan demikian diperlukan penambahan kalsium lewat makanan melalui system pencernaan. Insang cenderung aktif menyerap kalsium selama periode postmolt, sedangkan saluran pencernaan aktif menyerap kalsium selama periode intermolt (Wheatly, 1999).

Selama periode postmolt, kalsium akan disimpan pada eksoskeleton untuk proses kalsifikasi. Kemudian disimpan di hepatopankreas dalam bentuk vesikel-vesikel granula kalsium fosfat selama periode intermolt. Selanjutnya pada periode premolt, kalsium yang diserap dari eksoskeleton akan disimpan sebagai gastrolit dan dilepaskan kembali setelah ekdisis untuk pengerasan eksoskeleton melalui perantara hemolymph (Wheatly, 1999; Zannotto *et al.*, 2004). Menurut Swasthikawati *et al.*, (2014), kandungan kalsium yang ada pada cangkang baru rajungan berasal dari kalsium cangkang lama yang diserap saat premolt yang sebagian besar disimpan di hepatopankreas dan jaringan otot. Kalsium akan dilepas setelah proses ekdisis yaitu pada saat kalsifikasi cangkang baru (Kucukgulmez *et al.*, 2005).

Pada krustasea, hepatopankreas merupakan organ penting untuk penyerapan dan penyimpanan nutrisi. Nutrisi yang disimpan diangkut ke otot, gonad dan jaringan lain. Beberapa krustasea dapat menyimpan energi dalam jumlah besar, terutama lipid di hepatopankreas untuk pengeluaran energi selama molting (Wang *et al.*, 2014). Sari *et al.*, (2012) menerangkan bahwa fungsi absorpsi pada hepatopankreas ditandai dengan

adanya sel mikrovili yang menunjukkan sebuah penyerapan, penyimpanan nutrisi, metabolisme, sekresi enzim dan tempat sintesis vitellogenin selain ovarium.

#### 1.5.4 Cangkang Rajungan

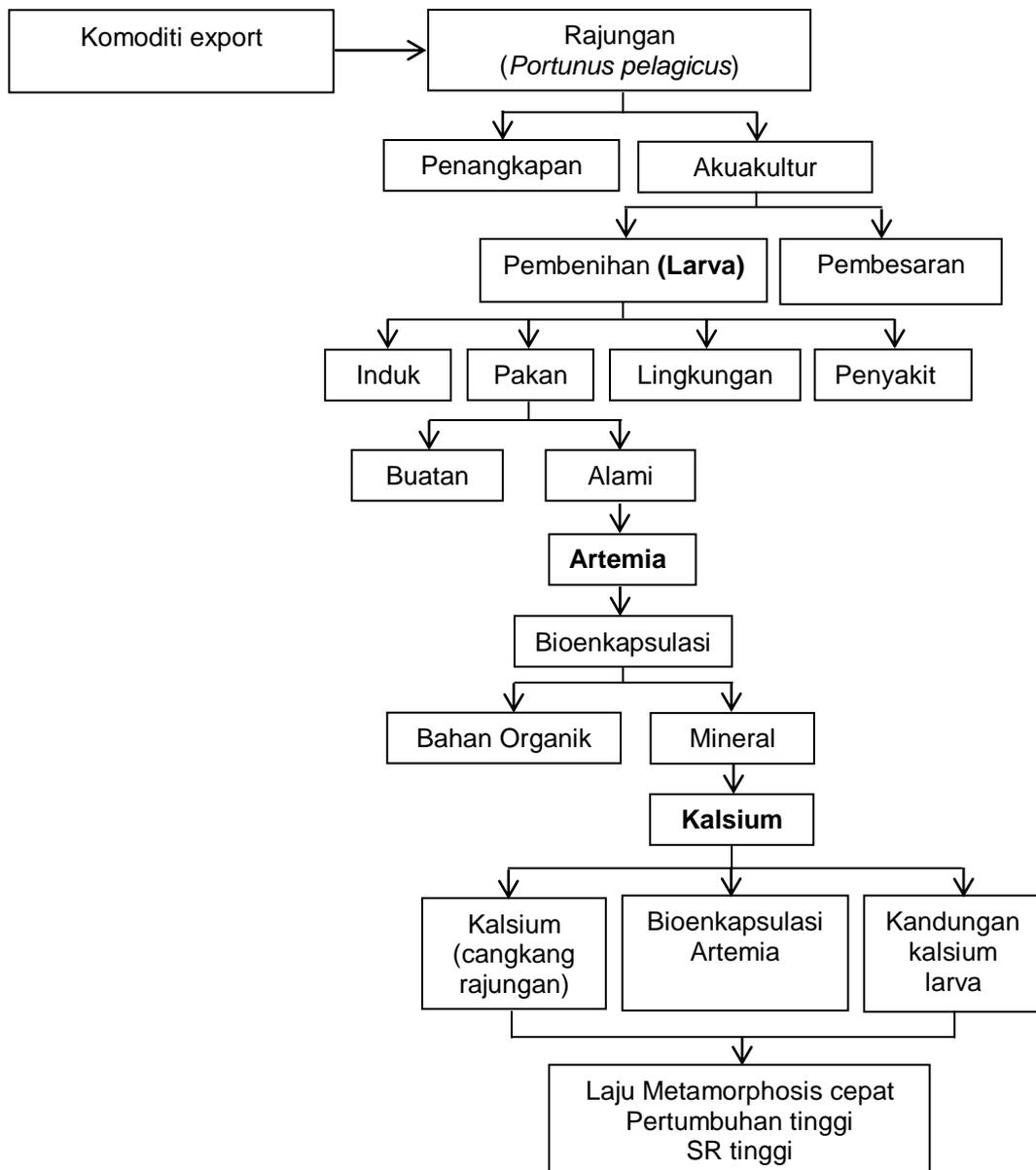
Cangkang rajungan merupakan salah satu jenis limbah perikanan yang dapat dimanfaatkan menjadi sumber kalsium. Menurut Okafor *et al.*, (2020), komposisi cangkang rajungan terdiri dari 14.25 % protein, 32.84 % mineral ( $\text{CaCO}_3$ ), 31.52 % *Chitin* dan 21.39% *Chitosan*. Kandungan kalsium ini lebih rendah dari hasil penelitian Usman *et al.*, (2022) yaitu 53,7-78,4%. Menurut Usman *et al.*, (2022), kalsinasi cangkang rajungan menghasilkan kristal kalsium  $\text{CaO}$  99,6% dengan ukuran kristal 77,3397 nm.

#### 1.5.5 Bioenkapsulasi

Bioenkapsulasi adalah proses pengayaan nutrisi organisme pakan hidup baik dengan memberi makan atau memasukkan berbagai jenis zat gizi ke dalamnya (Joseph, 2003). Menurut Tocher *et al.*, (1997), Bioenkapsulasi *Artemia* merupakan pengisian sederhana saluran pencernaan dengan cara biotransformasi produk pengayaan ke dalam sistem pencernaan artemia. *Artemia* yang bersifat *non selective filter feeder* menyebabkan kandungan nutrisinya sangat tergantung dengan bahan pengkaya yang diberikan. Menurut Gelabert (2002), artemia dengan ukuran kecil menyaring makanan lebih efisien karena sistem pencernaannya terisi pada konsentrasi partikel yang lebih kecil di dalam medium. Penggunaan artemia sebagai pakan alami telah umum digunakan pada usaha pembenihan dan pengayaan ini telah terbukti dapat memperbaiki produktivitas pembenihan melalui peningkatan sintasan, laju pertumbuhan serta keberhasilan proses metamorfosis. Menurut Joseph (2003), keberhasilan pengayaan disebabkan oleh fakta bahwa artemia yang tidak diperkaya menghasilkan sintasan larva yang lebih rendah dibandingkan artemia yang dienkapsulasi secara biologis sebagai makanan larva.

Pada proses bioenkapsulasi, artemia akan menyerap kandungan kalsium melalui difusi sederhana. Bahan organik dan mineral yang larut dalam media pemeliharaan akan berpenetrasi melalui membran mukosa pada proses osmoregulasi. Mukosa atau lapisan epitel tipis merupakan tempat proses osmosis dan pertukaran ion terjadi (Misbah, 2018).

## 1.6 Kerangka Berfikir



## **BAB II**

### **METODE PENELITIAN**

#### **2.1 Tempat dan Waktu**

Penelitian dilaksanakan bulan Oktober – Nopember 2023 di Balai Perikanan Budidaya Air Payau (BPBAP) Takalar, Sulawesi Selatan sebagai lokasi pembenihan rajungan. Sementara itu, analisis kalsium dilakukan di Laboratorium Kimia Pakan, Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin.

#### **2.2 Prosedur Penelitian**

##### **2.2.1 Persiapan wadah**

Wadah pemeliharaan larva rajungan yaitu bak plastic kapasitas 50 liter sebanyak 12 buah, dicuci bersih menggunakan sabun kemudian dipasangkan instalasi aerasi. Air laut yang telah disaring dimasukkan kedalam bak sebanyak 40 L. Wadah proses bioenkapsulasi artemia dengan kalsium yaitu menggunakan toples kapasitas 3 liter, diisi air laut 2 liter pada 8 toples yang dilengkapi dengan instalasi aerasi.

##### **2.2.2 Penyediaan kalsium dari cangkang rajungan**

Kalsium dari cangkang rajungan diperoleh dari limbah miniplant rajungan di Kabupaten Barru. Cangkang dibersihkan, dicuci lalu dikeringkan dibawah sinar matahari selama 5 hari. Cangkang kemudian dihancurkan menggunakan blender. Setelah cangkang rajungan hancur kasar, cangkang dikalsinasi melalui pembakaran pada suhu tanur 800°C selama 5 jam atau sampai menjadi abu berwarna putih.

##### **2.2.3 Persiapan artemia**

Artemia yang digunakan adalah Mackay Marine produksi USA dengan hatching rate 96 %. Artemia ditetaskan pada bak penetasan berbentuk kerucut kapasitas 250 liter dan dipanen setelah 24 jam kemudian. Jumlah artemia yang digunakan adalah 80.000-12.000 ind/ember (kepadatan 2-3 ind/ml). Artemia dikayakan dengan kalsium dari cangkang rajungan sesuai perlakuan. Setelah 6 jam perlakuan, artemia siap diberikan ke larva rajungan.

##### **2.2.4 Pemeliharaan larva rajungan**

Larva rajungan merupakan hewan uji pada penelitian ini. Larva diperoleh dari induk dengan panjang carapace 6,58 cm, lebar 14,3 cm dengan berat 244 gr. Zoea 1 dipanen dan ditebar ke bak penelitian dengan kepadatan 50 ekor/liter atau 2.000

ekor/ember. Larva dipelihara dari zoea 1 sampai megalopa selama 13 hari. Pemberian pakan pada larva rajungan terdiri dari Rotifer, pakan buatan dan Artemia. Artemia mulai diberikan pada stadia Zoea 2 atau hari ke 4 pemeliharaan sampai stadia megalopa.

### 2.2.5 Perlakuan

Terdapat 4 perlakuan dengan 3 kali ulangan pada penelitian ini yaitu penambahan kalsium dari cangkang rajungan pada artemia sebanyak 0, 30, 40 dan 50 ppm.

## 2.3 Parameter Pengamatan

### 2.3.1 Kandungan kalsium

Menghitung kandungan kalsium pada larva rajungan, maka dilakukan analisis kalsium di laboratorium dengan cara membawa sampel larva rajungan minimal 1 gr yang disimpan dalam wadah sesuai jumlah satuan perlakuan. Cawan porselin (50 ml) yang bersih disterilkan pada suhu 105°C selama 2 jam kemudian didinginkan dalam eksikator selama 30 menit. Timbang artemia/larva rajungan sebanyak 1 gram, simpan di cawan porselin kemudian masukkan kedalam tanur listrik. Suhu tanur yaitu 600°C dibakar selama 3 jam sampai artemia/larva rajungan menjadi abu. Dinginkan dan masukkan kedalam eksikator selama 30 menit. Penetapan kadar abu dilakukan dengan cara menambahkan 3 ml HCl pekat pada abu artemia/larva rajungan. Encerkan dengan air suling hingga volume cawan porselin penuh. Diamkan selama satu malam. Tuang kedalam labu ukur 100 ml, bilas dengan air suling hingga tanda garis kemudian kocok. Saring dengan kertas saring lalu injikkan ke alat AAS.

### 2.3.2 Laju metamorfosis

Laju metamorfosis merupakan waktu (hari) yang digunakan untuk berpindah ke stadia berikutnya. Pengamatan dilakukan dengan mengamati perubahan morfologi larva baik secara langsung maupun menggunakan mikroskop sesuai dengan ciri masing-masing stadia. Pengukuran kecepatan metamorfosis larva menggunakan formula *Larva Stage Index* berikut, dengan nilai dan kesimpulan seperti pada tabel 1.

$$LSI = \frac{\{(St \times nt) + (St-1 \times nt-1)\}}{N}$$

Tabel 1. Nilai Larva Stage Indeks (LSI)

Stadia Larva	Nilai LSI	Kesimpulan
Zoea 1 (Z1)	1-1,5	1
Z2	1,6-2,5	2
Z3	2,6-3,5	3
Z4	3,6-4,5	4
Megalopa	4,6-5,5	5

### 2.3.3 Pertumbuhan panjang larva

Megalopa diamati dibawah mikroskop dan diukur panjangnya mulai dari ujung karapace sampai ekor, lalu dihitung pertumbuhan panjangnya dengan persamaan :

$$\Delta L = L_t - L_0$$

### 2.3.4 Tingkat Kelangsungan Hidup

Kelangsungan hidup larva diperoleh dengan cara membandingkan jumlah larva yang hidup diakhir masa pemeliharaan dengan jumlah larva yang ditebar dikali 100, atau dengan persamaan:

$$SR = (N_t / N_0) \times 100\%$$

## 2.4 Analisis data

Data analisis kalsium, pertumbuhan dan sintasan larva rajungan dianalisis statistik menggunakan analisis ragam (ANOVA) dan jika terdapat perbedaan yang nyata maka dilanjutkan dengan uji lanjut W-Tukey.