

SKRIPSI

PENGARUH PEMBERIAN KALSIMUM TERHADAP PERCEPATAN METAMORFOSIS LARVA RAJUNGAN (*Portunus pelagicus*)

Disusun dan diajukan oleh

NUR AZIZAH
L031191022



**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
DEPARTEMEN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

SKRIPSI

**NUR AZIZAH
L031 19 1022**

**PENGARUH PEMBERIAN KALSIMUM TERHADAP PERCEPATAN
METAMORFOSIS LARVA RAJUNGAN (*Portunus pelagicus*)**

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan



**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
DEPARTEMEN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

PENGARUH PEMBERIAN KALSIMUM TERHADAP PERCEPATAN METAMORFOSIS
LARVA RAJUNGAN (*Portunus pelagicus*)

Disusun dan diajukan oleh

NUR AZIZAH
L031 19 1022

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi Program Sarjana Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin pada Tanggal 24 November 2022 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui

Pembimbing Utama



Prof. Dr. Ir. Muh Yusri Karim, M.Si.
NIP. 19650108 199103 1 002

Pembimbing Anggota



Dr. Marlina Achmad, S.Pi., M.Si.
NIP. 19830406 200501 2 002

Ketua Program Studi
Budidaya Perairan



Dr. Sriwulan, MP
NIP. 196606301991032002

Tanggal Pengesahan: 24 November 2022

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nur Azizah
NIM : L031 19 1022
Program Studi : Budidaya Perairan
Fakultas : Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan

Menyatakan bahwa Skripsi dengan Judul:

“Pengaruh Pemberian Kalsium Terhadap Percepatan Metamorfosis Larva Rajungan (*Portunus pelagicus*)”

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, 21 November 2022
Yang Menyatakan,



Nur Azizah

PERNYATAAN AUTHORSHIP


Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nur Azizah
NIM : L031 19 1022
Program Studi : Budidaya Perairan
Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

Menyatakan bahwa publikasi sebagian atau keseluruhan Skripsi/Tesis/Disertasi pada jurnal atau forum ilmiah lain harus menyertakan tim pembimbing sebagai author dan Universitas Hasanuddin sebagai institusinya. Apabila dalam waktu sekurang-kurangnya dua semester (satu tahun sejak pengesahan Skripsi) saya tidak melakukan publikasi dari sebagian atau keseluruhan Skripsi ini, maka pembimbing sebagai salah seorang dari penulis berhak mempublikasikannya pada jurnal ilmiah yang ditentukan kemudian, sepanjang nama mahasiswa tetap diikutkan.

Makassar, 21 November 2022

Mengetahui,
Ketua Program Studi



Dr. Ir. Sriwulan, MP.
NIP. 196606301991032002

Penulis



Nur Azizah
L031191022

ABSTRAK

Nur Azizah. L031191022. Pengaruh Pemberian Mineral Kalsium Terhadap Percepatan Metamorfosis Larva Rajungan (*Portunus pelagicus*). Dibawa bimbingan oleh **Muh. Yusri Karim** sebagai Pembimbing Utama dan **Marlina Achmad** sebagai Pembimbing Anggota.

Kematian massal menjadi permasalahan utama dalam pemeliharaan larva rajungan yang terjadi mulai dari fase zoea 1 akibat lambatnya terjadi proses perpindahan stadia atau lambatnya proses metamorfosis pada larva rajungan (*Portunus pelagicus*) mengakibatkan ketersediaan benih menjadi tidak stabil. Salah satu upaya dapat dilakukan dalam mempercepat metamorfosis pada larva rajungan (*P. pelagicus*) yaitu dengan penambahan kalsium dalam wadah pemeliharaan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan dosis optimum kalsium yang menghasilkan percepatan metamorfosis larva rajungan (*P. pelagicus*) yang terbaik. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus sampai Oktober 2022 di Balai Perikanan Budidaya Air Payau (BPBAP) Takalar, Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan. Larva rajungan (*P. pelagicus*) stadia zoea-1 ditebar sebanyak 1.500 ekor untuk setiap wadah penelitian yang berupa baskom plastik berwarna hitam kapasitas 40 L sebanyak 12 buah. Penelitian ini didesain dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas 4 perlakuan dosis Kalsium CaCO_3 yang diberikan pada media pemeliharaan yaitu 0, 10, 20, 30 mg/L, masing-masing perlakuan 3 kali pengulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian kalsium berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap percepatan metamorfosis larva rajungan. Pemberian kalsium dosis 20 mg/L menghasilkan percepatan metamorfosis tertinggi dari stadia zoea hingga megalopa yaitu 11 hari dan terendah dicapai selama 14 hari dengan dosis 0 mg/L, sehingga disimpulkan bahwa pada pemeliharaan larva rajungan dapat diberikan kalsium dengan dosis 16,94 mg/L untuk mempercepat metamorfosis larva rajungan.

Kata Kunci: Kalsium CaCO_3 , percepatan metamorfosis, larva rajungan

ABSTRACT

Nur Azizah. L031191022. "The Effect Of Mineral Calcium On The Metamorphosis Acceleration Of Swimming Crabs Larvae (*Portunus pelagicus*) Supervised by **Muh. Yusri Karim** as the main supervisor and **Marlina Achmad** as the member supervisor.

Mass mortality is a major problem in the maintenance of swimming crab larvae that occurs starting from the zoea 1 phase due to the slow process of stadia transfer or the slow process of metamorphosis in swimming crab larvae (*Portunus pelagicus*) resulting in unstable seed availability. One effort can be made to accelerate the metamorphosis of small crab larvae (*P. pelagicus*) by adding calcium in the rearing tank. This study aims to determine the optimum dose of calcium that produces the best acceleration of the metamorphosis of small crab (*P. pelagicus*) larvae. This research was carried out from August to October 2022 at the Center for Brackish Water Aquaculture (BPBAP) Takalar, Takalar Regency, South Sulawesi. The larvae of crab (*P. pelagicus*) stadia zoea-1 were stocked as many as 1,500 individuals for each research container in the form of a black plastic basin with a capacity of 40 L as many as 12 pieces. This study was designed in a completely randomized design (CRD) which consisted of 4 doses of Calcium CaCO₃ given to maintenance media, namely 0, 10, 20, 30 mg/L, each treatment had 3 repetitions. The results showed that the administration of calcium had a very significant effect ($p < 0.01$) on the acceleration of the metamorphosis of swimming crab larvae. Administration of calcium at a dose of 20 mg/L resulted in the highest acceleration of metamorphosis from stadia zoea to megalopa which was 11 days and the lowest was achieved for 14 days with a dose of 0 mg/L, so it was concluded that the maintenance of crab larvae can be given calcium at a dose of 16.94 mg/L to accelerate the metamorphosis of swimming crab larvae.

Keywords: Calcium CaCO₃, accelerated metamorphosis, swimming crab larvae

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kehadiran Tuhan Maha Esa karena berkat dan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul **“Pengaruh Pemberian Kalsium Terhadap Percepatan Metamorfosis Larva Rajungan (*Portunus pelagicus*)”** Shalawat dan salam tercurahkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW, nabi yang membawa kita dari alam Kegelapan menuju ke alam yang terang benderang.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Perikanan pada Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar. Pada skripsi ini, tak lupa pula mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak yang telah memberikan bantuan serta saran dalam perencanaan, persiapan, pelaksanaan, dan penyusunan skripsi dari awal sampai akhir penelitian. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua yang sangat saya sayangi dan banggakan Ayahanda **Jafar** dan Ibunda **Hayani** yang telah melahirkan dan membesarkan penulis dengan penuh cinta dan kasih sayang, yang tak henti-hentinya memanjatkan doa dan mendukung penuh kepada penulis hingga sampai pada titik yang sekarang. Dan seluruh keluarga besar yang selalu memberikan dukungan kepada penulis.
2. Bapak **Dr. Safruddin, M. Si., Ph.D.** selaku Dekan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.
3. Ibu **Dr. Ir. Siti Aslamyah, MP.** selaku Wakil Dekan I (Bidang Akademik dan Pengembangan) Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin sekaligus Penguji yang banyak memberikan masukan, kritik serta saran dalam penulisan skripsi penulis.
4. Bapak **Dr. Fahrul, S.Pi., M.Si.** selaku Ketua Departemen Perikanan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.
5. Ibu **Dr. Ir. Sriwulan, MP.** selaku Ketua Prodi Budidaya Perairan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.
6. Bapak **Prof. Dr. Ir. Muh Yusri Karim, M.Si.** selaku Pembimbing Akademik sekaligus Pembimbing Utama yang telah memberikan saran, nasehat dan mengarahkan penulis selama proses penelitian hingga penyelesaian skripsi.

7. Ibu **Dr. Marlina Achmad, S.Pi., M.Si.** selaku Pembimbing Anggota yang telah memberikan saran, nasehat dan mengarahkan penulis selama proses penelitian hingga penyelesaian skripsi.
8. Ibu **Dr. Andi Aliah Hidayani, S.Si., M.Si.** selaku Penguji yang banyak memberikan masukan, kritik dan saran dalam penulisan skripsi penulis.
9. Seluruh **Staf Akademik** Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.
10. Bapak **Nur Muflich Junianto, S.Pi., M.Si.** selaku Kepala Balai Budidaya Perikanan Air Payau Takalar yang telah bersedia mengizinkan penulis untuk melaksanakan kegiatan penelitian di BPBAP Takalar.
11. Bapak **Faedar S.Pi., M.Si.** selaku ketua Devisi Pembenihan Kepiting dan Rajungan BPBAP Takalar sekaligus sebagai pembimbing lapangan yang telah banyak membantu dan memberikan pengarahan kepada penulis selama Penelitian.
12. Bapak dan ibu **Teknisi** serta **Staf** di Balai Perikanan Budidaya Air Payau (BPBAP) Takalar yang telah menerima dan membantu penulis dalam pelaksanaan penelitian.
13. Terimakasih untuk **Siti Arlenyanti Putri, Sri Mitha Farahmi, Atira Rewa, A. Dyar Fadya Auliyah, Nurfadilah Musfirah Anwar, A. Amisyah Putri, Firdha Annisa Darmawan, Kurnia Ameliah, Achmad Rizwandy, M. Noviandy** dan **Dzul Ikraam** yang selalu memberikan semangat dan menghibur penulis dalam suka maupun duka.
14. Terimakasih teman-teman saya **Aquaculture 2019** tanpa terkecuali yang senantiasa memberi bantuan berupa dukungan dan semangat untuk penulis selama perkuliahan hingga proses penyusunan skripsi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh sebab itu, dengan segala kerendahan hati, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk penulis yang lebih baik.

Makassar, 21 November 2022



Nur Azizah

BIODATA DIRI



Penulis bernama lengkap Nur Azizah dan akrab disapa Ica. Lahir di Sungguminasa, 21 April 2001 yang merupakan anak keempat dari 4 bersaudara dari pasangan Jafar dan Hayani.

Penulis menyelesaikan jenjang pendidikan sekolah dasar di SDI Beroanging pada tahun 2013, SMPN 1 Sungguminasa pada tahun 2016, dan SMAN 14 Gowa pada tahun 2019. Pada tahun yang sama penulis diterima di Program Studi, Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin. Selama kuliah di Universitas Hasanuddin penulis aktif dalam organisasi eksternal kampus yaitu Aquatic Study Club Makassar (ASCM). Selain itu, penulis merupakan salah satu alumni program Kampus Merdeka Mengajar angkatan 2 tahun 2021.

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan dan kegunaan.....	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1. Klasifikasi dan Ciri Morfologi	3
2.2. Siklus Hidup	4
2.3. Metamorfosis.....	5
2.4. Kalsium CaCO_3	7
2.5. Proses Penyerapan Kalsium Pada Larva.....	8
2.6. Fisika Kimia Air	9
III. METODE PENELITIAN	11
3.1. Waktu dan Tempat.....	11
3.2. Materi Penelitian.....	11
3.3. Prosedur Penelitian.....	11
3.4. Perlakuan dan Rancangan Percobaan.....	13
3.5. Parameter Uji	13
3.6. Analisis Data	14
IV. HASIL	16
4.1. Percepatan Metamorfosis Larva Rajungan.....	16
4.2. Kualitas Air	17
V. PEMBAHASAN	18
5.1. Percepatan Metamorfosis Larva Rajungan.....	18
5.2. Fisika Kimia Air	20
VI. PENUTUP	22
6.1. Kesimpulan.....	22
6.2. Saran.....	22

DAFTAR PUSTAKA.....	23
LAMPIRAN	27

DAFTAR TABEL

No.	Teks	Halaman
1.	Larva stage index	14
2.	Nilai rata-rata percepatan metamorfosis larva rajungan (<i>P. pelagicus</i>)	16
3.	Kisaran parameter kualitas air media pemeliharaan larva rajungan	17

DAFTAR GAMBAR

No.	Teks	Halaman
1.	Rajungan betina (<i>P. pelagicus</i>) (Dokumentasi Pribadi, 2022).....	3
2.	Siklus Hidup Rajungan (Hadijah <i>et al.</i> , 2021)	4
3.	Perkembangan larva rajungan pada stadia (a) Zoea-1, (b) Zoea-2 (Dokumentasi Pribadi, 2022).....	5
4.	Perkembangan larva rajungan pada stadia (a) Zoea-3, (b) Zoea-4 (Dokumentasi Pribadi, 2022).....	6
5.	Megalopa (Dokumentasi Pribadi, 2022)	6
6.	Tata letak wadah-wadah percobaan setelah pengacakan.....	13
7.	Kurva hubungan antara kalsium dan laju percepatan metamorfosis larva rajungan	16

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Teks	Halaman
1.	Data percepatan metamorfosis larva rajungan (<i>P. pelagicus</i>) yang diberi berbagai dosis kalsium karbonat.	28
2.	Hasil analisis ragam percepatan metamorfosis larva rajungan yang diberi	28
3.	Hasil uji lanjut <i>W-Tuckey</i> percepatan metamorfosis larva kepiting bakau yang diberi berbagai dosis kalsium karbonat	29
4.	Analisis respon untuk menentukan dosis dan waktu optimum terhadap percepatan metamorfosis larva kepiting bakau	29
5.	Dokumentasi kegiatan penelitian	31

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Rajungan (*Portunus pelagicus*) merupakan salah satu komoditi perikanan bernilai ekonomis penting dan sangat disenangi oleh masyarakat. Dari tahun ke tahun terjadi peningkatan permintaan rajungan dan berujung pada peningkatan produksi dari komoditas rajungan (Ruliaty, 2017). Saat ini seluruh kebutuhan ekspor rajungan masih mengandalkan dari tangkapan laut (Ningrum *et al.*, 2015). Oleh sebab itu, perlu adanya upaya-upaya peningkatan suplai rajungan untuk memenuhi permintaan yang terus menerus, salah satunya melalui sistem budidaya (Nikhiani dan Sukarti, 2017).

Salah satu faktor penentu dalam kegiatan budidaya yaitu ketersediaan benih yang berkualitas dan berkesinambungan. Beberapa upaya produksi benih telah dilakukan oleh pelaku usaha pembenihan namun hasilnya belum sepenuhnya berhasil. Kegiatan pembenihan rajungan saat ini masih banyak mengalami kendala seperti ketersediaan benih yang tidak stabil akibat tingginya mortalitas, lama waktu perpindahan stadia dari zoea ke megalopa atau metamorfosis (Prastyanti *et al.*, 2018) dan sebagian besar disebabkan oleh kegagalan moulting (Fujaya *et al.*, 2013). Kematian massal yang sering terjadi dalam pemeliharaan burayak kepiting yang terjadi mulai fase zoea 1 hingga crab 1 (Pratama *et al.*, 2016).

Metamorfosis merupakan suatu proses perkembangan biologi pada hewan yang mengakibatkan terjadinya perubahan penampilan atau struktur setelah penetasan akibat pertumbuhan sel dan differensiasi sel (Wahyudi *et al.*, 2018). Setiap stadia akan mengalami perkembangan organ tubuh. Perkembangan larva dibagi atas tiga, yaitu embrionik, larva, dan pascalarva (Pratiwi, 2011). Percepatan metamorfosis larva kepiting secara kualitatif merupakan modal penting dalam menghemat biaya produksi. Metamorfosis larva tergantung pada kemampuannya untuk moulting. Semakin banyak larva melakukan moulting, semakin cepat larva akan tumbuh (Fujaya *et al.*, 2013).

Guna mempercepat metamorfosis larva rajungan, perlu dilakukan manajemen pembenihan dengan optimalisasi lingkungan pemeliharaan yang baik dan perbaikan nutrisi pakan. Penelitian terkait percepatan metamorfosis pada krustasea telah dilakukan oleh Ahmad *et al.* (2015) percepatan perkembangan larva rajungan dengan pemberian *phytoecdysteroid*, Nikhlani dan Sukarti (2017) terkait kelangsungan hidup dan percepatan metamorfosis larva rajungan dengan penggunaan fitoekdisteroid dalam pakan, Asmariana (2022) mengenai pengaruh pemberian fosfor terhadap percepatan metamorfosis kepiting bakau. Adapun bahan lain yang diduga dapat

mempercepat proses metamorfosis pada larva rajungan yaitu dengan penambahan kalsium.

Kalsium berperan dalam proses pembentukan kulit atau proses moulting yang menyebabkan ukuran daging pada krustase bertambah besar sementara cangkang luar tidak bertambah besar, sehingga cangkang lama akan terlepas dan membantuk kembali cangkang baru dengan bantuan kalsium. Apabila larva kekurangan kalsium maka dapat mengakibatkan kulit menjadi lunak, sedangkan apabila kalsium berlebihan maka akan menyebabkan terjadinya kerusakan pada ginjal yang akan menyebabkan pertumbuhan menjadi lambat (Hadie *et al.*, 2010). Penelitian tentang penggunaan kalsium telah dilakukan antara lain pengaruh pemberian kalsium pada siklus molting dan pertumbuhan biomassa pada udang galah oleh Zaidy dan Hadie (2009) mendapatkan perlakuan terbaik dengan dosis 15-30 mg/L, penambahan mineral kalsium terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang galah dengan presentase perlakuan terbaik 2% oleh Fajri *et al.* (2019) dan berdasarkan hasil penelitian Roshaliza dan Suwartiningsih (2020) mengenai penambahan konsentrasi kapur (CaCO_3) pada media pemeliharaan terhadap pertumbuhan udang galah didapatkan perlakuan terbaik dengan nilai 45 mg/L. Hasil-hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa penggunaan kalsium dapat mempercepat metamorfosis pada beberapa larva krustase. Adapun penelitian mengenai penambahan kalsium ke dalam media pemeliharaan masih sangat terbatas, khususnya pada larva rajungan.

Berdasarkan uraian di atas, dapat diduga bahwa kalsium memiliki peran penting dalam mempercepat metamorfosis pada larva rajungan. Guna menentukan dosis optimum kalsium yang mempercepat metamorfosis larva rajungan maka diperlukan penelitian tentang hal tersebut.

1.2. Tujuan dan kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan dosis optimum kalsium terhadap percepatan metamorfosis larva rajungan stadia zoea sampai megalopa.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu bahan informasi tentang penggunaan kalsium pada usaha pembenihan rajungan. Selain itu, sebagai bahan acuan untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Klasifikasi dan Ciri Morfologi

Adapun klasifikasi rajungan menurut Gerdenia (2006) termasuk ke dalam:

Kingdom : Animalia
Filum : Arthropoda
Kelas : Crustacea
Sub Kelas : Malacostraca
Ordo : Decapoda
Famili : Portunidae
Genus : *Portunus*
Spesies : *Portunus pelagicus*

Rajungan bisa mencapai ukuran 18 cm, memiliki capit yang kokoh, panjang dan berduri. Rajungan memiliki perbedaan yang mencolok antara jantan dan betina. Rajungan jantan mempunyai ukuran tubuh lebih besar dan memiliki capit yang lebih panjang dari rajungan betina. Warna dasar pada rajungan jantan adalah kebiru-biruan dengan bercak putih terang pada bagian capit, periopod, dan pleopod dan disetiap bagian tersebut terdapat bulu halus berwarna merah. Rajungan betina memiliki tubuh yang berwarna dasar hijau kecoklatan dengan bercak agak putih suram. Pada ujung periopod terdapat warna biru tua dan bulu halus diujung periopod berwarna keunguan (Gambar 1).



Gambar 1. Rajungan betina (*P. pelagicus*) (Dokumentasi Pribadi, 2022)

Rajungan (*P. pelagicus*) memiliki bentuk karapas yang bulat dan pipih, terdapat 9 duri pada bagian sebelah kiri kanan mata dan 4 buah duri besar diantara mata. Duri terakhir pada bagian kiri kanan mata tersebut berukuran lebih panjang dari duri lainnya. Terdapat antena diantara kedua matanya (Susanti, 2019). Rajungan mempunyai 5 pasang kaki yang terdiri atas 1 pasangan kaki capit berfungsi sebagai pemegang, 3 pasang kaki sebagai kaki jalan dan 1 pasang kaki renang berfungsi sebagai dayung untuk berenang. Oleh sebab itu, rajungan dimasukkan ke 4 dalam

golongan kepiting renang (*swimming crab*) (Astuti, 2008). Dalam keadaan biasa, rajungan hidup dengan berdiam di dasar laut sampai kedalaman lebih dari 65 m, tetapi sesekali dapat juga terlihat berenang di dekat permukaan (Hadijah *et al.*, 2021).

2.2. Siklus Hidup

Rajungan hidup di daerah estuaria kemudian bermigrasi ke perairan yang mempunyai salinitas lebih tinggi. Saat telah dewasa, rajungan yang siap memasuki masa perkawinan akan bermigrasi di daerah pantai. Setelah melakukan pemijahan, rajungan akan kembali ke laut untuk menetas telurnya. Saat fase larva masih bersifat planktonik yang melayang-layang dan kembali ke estuaria setelah mencapai rajungan muda. Saat masih pada fase larva, rajungan cenderung bersifat pemakan plankton. Semakin besar ukuran tubuh, rajungan akan menjadi omnivora atau pemakan segala. Jenis pakan yang disukai saat masih larva antara lain udang-udangan (*artemia*). Saat dewasa, rajungan lebih menyukai ikan rucah, siput, kerang-kerangan, tiram, moluska dan jenis krustasea lainnya terutama udang-udang kecil, pemakan bahan yang tersuspensi di daratan lumpur (Effendy *et al.*, 2006).



Gambar 2. Siklus Hidup Rajungan (Hadijah *et al.*, 2021)

Secara umum, siklus hidup rajungan melalui beberapa fase yaitu telur, zoea, megalopa, rajungan muda dan rajungan dewasa (Gambar 2). Larva rajungan yang baru menetas biasa disebut dengan zoea dan memiliki bentuk berbeda dari rajungan dewasa. Zoea memiliki ukuran mikroskopik dan bergerak di dalam air sesuai dengan pergerakan arus air. Setelah 6 atau 7 kali moulting, zoea akan berubah menjadi megalopa yang memiliki bentuk mirip rajungan dewasa. Sebagian besar megalopa bersifat planktonis dan dipengaruhi oleh sirkulasi arus di dasar perairan hingga akhirnya menetap dan bermetamorfosis menjadi rajungan muda (Arif, 2018).

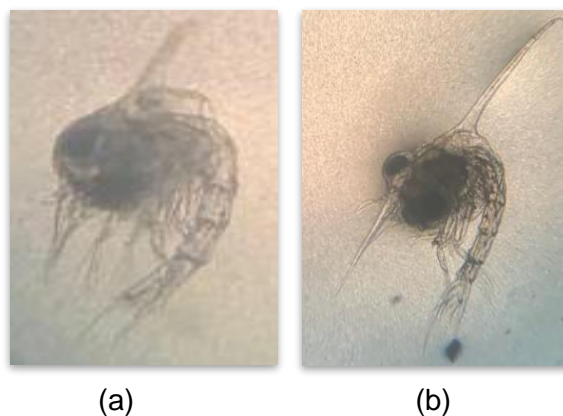
2.3. Metamorfosis

Metamorfosis merupakan salah proses perubahan bentuk dari larva menjadi dewasa yang dapat dilihat secara langsung. Menurut Wahyudi *et al.* (2018) Metamorfosis merupakan salah proses perkembangan biologi pada hewan yang mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk atau struktur setelah penetasan akibat adanya pertumbuhan sel dan diferensiasi sel. Menurut Efrizal *et al.* (2019) metamorfosis adalah perubahan atau perkembangan biologi yang terjadi pada diri makhluk hidup berawal dari telur hingga menjadi dewasa secara sempurna dengan mengalami perubahan pada bentuk anatomi, morfologi maupun fisiologis. Moulting merupakan proses penggantian kulit lama dengan kulit yang baru dan merupakan siklus yang terjadi pada semua jenis arthropoda, rentang dari serangga ke krustase.

Pada umumnya tingkat perkembangan rajungan tidak berbeda dengan kepiting bakau yaitu adanya perbedaan fase sebelum menjadi megalopa yakni 4 fase. Setiap stadia akan mengalami perkembangan organ tubuh berupa panjang atau berat dalam waktu tertentu setelah moulting untuk menunjang kemampuan bergerak maupun aktifitas makanan (Mas'ud, 2018).

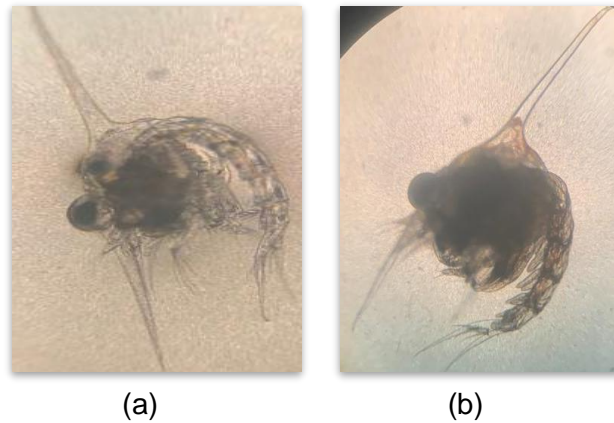
2.1.1 Stadia Zoea

Lama waktu yang dibutuhkan dalam pemeliharaan stadia zoea1 hingga mencapai stadia megalopa adalah kisaran 10-12 hari. Akan tetapi, menurut Ruliaty (2017) lama pemeliharaan larva rajungan dapat berkisar 18-23 hari. Zoea I rajungan ditandai dengan adanya sepasang mata yang tidak bertangkai, abdomen terdiri atas 5 ruas dan di ujung abdomen terdapat telson yang terdiri atas 2 furca. Selanjutnya pada zoea II, mata mulai bertangkai dan pada bagian telson terlihat tambahan rambut sederhana yang berada tepat di bagian tengah lengkungan sebelah dalam, nampak ada tonjolan calon kaki jalan (periopod) 1-5 (Gambar 3). (Fujaya, 2008).



Gambar 3. Perkembangan larva rajungan pada stadia (a) Zoea-1, (b) Zoea-2 (Dokumentasi Pribadi, 2022)

Pada zoea III, abdomen bertambah menjadi 6 ruas dan tonjolan periopod terlihat lebih besar dibanding zoea II, selain itu terlihat pula tonjolan pleopod pada bagian abdomen. Pada zoea IV, periopod-1 mulai membesar membentuk capit sedangkan pleopod akan berkembang semakin panjang dan abdomen berjumlah 6 ruas (Gambar 4) (Abriyadi *et al.*, 2017).



Gambar 4. Perkembangan larva rajungan pada stadia (a) Zoea-3, (b) Zoea-4 (Dokumentasi Pribadi, 2022)

Menurut Juwana dan Romimohtarto (2000) perkembangan rajungan akan melalui 4 fase zoea dan 1 fase megalopa. Fase zoea-1 akan berkembang ke zoea-2 dalam waktu 4-5 hari. Zoea-2, zoea-3 dan zoea-4 berturut-turut berkembang dalam selang waktu 2-3 hari. Waktu yang diperlukan untuk setiap stadia zoea umumnya 3-5 hari, sedangkan waktu yang dibutuhkan pada stadia megalopa adalah 7-12 hari.

2.1.2 Megalopa

Megalopa merupakan stadia terakhir sebelum memasuki tahapan crab 1 (rajungan muda). Megalopa memiliki ciri morfologi yang sama dengan crab 1, akan tetapi masih memiliki abdomen yang memanjang. Pada kondisi ini larva sudah bersifat bentik atau menetap di dasar dan sifat kanibalismenya mulai muncul (Gambar 5) (Abriyadi *et al.*, 2017).



Gambar 5. Megalopa (Dokumentasi Pribadi, 2022)

Faktor yang mempengaruhi lambatnya perpindahan stadia pada larva rajungan salah satunya yaitu faktor lingkungan yang meliputi suhu, salinitas dan pH. Apabila lingkungan pemeliharaan larva tidak stabil maka dapat menyebabkan infeksi mikroba, predasi dan kegagalan mengatasi stres sehingga larva mengalami kematian (Muslimin *et al.*, 2019). Faktor lain yang dapat mempengaruhi metamorfosis rajungan ialah kemampuan larva untuk moulting karena semakin banyak larva melakukan moulting, semakin cepat larva akan tumbuh (Fujaya *et al.*, 2013). Selain itu, padat tebar juga dapat mempengaruhi metamorfosis karena semakin banyak larva yang ditebar maka dapat menyebabkan peningkatan kompetisi pakan, oksigen dan ruang media pemeliharaan (Juwita dan Sulwartiwi, 2010).

2.4. Kalsium CaCO_3

Penambahan kalsium membantu meningkatkan pertumbuhan seperti pembentukan tulang dan jaringan (Handayani, 2009). Menurut Davis *et al.* (2005) kalsium memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan karena merupakan mineral yang berperan dalam proses metabolisme tubuh dalam mengatur permeabilitas membran sel dan mengatur masuknya zat-zat nutrisi oleh sel. Fungsi kalsium yang penting lainnya yaitu membantu mekanisme absorpsi vitamin B_{12} dari saluran pencernaan makanan dan absorpsi vitamin dari membrane sel. Kalsium juga berperan dalam membantu menyalurkan rangsangan-rangsangan syaraf dari satu sel ke sel lainnya dengan cara mengatur pembentukan *acetylcholine* (Piliang, 2000). Berdasarkan jumlah kebutuhannya, mineral dibagi menjadi dua yaitu mikromineral dan makromineral. Mikromineral merupakan mineral yang dibutuhkan oleh tubuh organisme dalam jumlah relative berupa kobalt, selenium, tembaga, seng, mangan, krom, fluor, iodium, besi, dan molibdenum. Makromineral adalah mineral yang dibutuhkan oleh tubuh organisme dalam jumlah relatif besar seperti kalsium, natrium, klorida, magnesium, kalium dan fosfor (Munthe, 2011).

Kalsium karbonat (CaCO_3) merupakan senyawa yang terdapat pada batuan kapur dalam jumlah besar. Senyawa ini merupakan mineral yang paling sederhana yang tidak mengandung silikon dan merupakan sumber pembuatan senyawa kalsium terbesar secara komersial. Kalsium karbonat umumnya diperoleh dari suspensi kapur dalam air dan gas karbondioksida. Kalsium karbonat memiliki bentuk serbuk, hablur mikro, putih, tidak berbau dan berasa (Syam, 2016). Penambahan kalsium dapat mempercepat proses pertumbuhan organisme karena akan mempercepat proses mineralisasi (Lolita, 2017). Rendahnya kadar kalsium pada media pemeliharaan akan menyebabkan proses pengerasan eksoskeleton terhambat dan terjadinya kelainan (Roshaliza dan Suwartiningsih, 2020). Hadie *et al.* (2010) menyatakan bahwa kalsium

dapat membantu pembentukan kulit atau proses moulting yang menyebabkan ukuran daging pada krustase bertambah besar sementara cangkang luar tidak bertambah besar, sehingga cangkang lama akan terlepas dan membantuk kembali cangkang baru dengan bantuan kalsium. Peran kalsium terjadi pada hemolimfe, eksoskeleton lama, hepatopankreas, eksoskeleton baru dan gastrolit (Iskandar, 2003). Kalsium secara aktif ditranspor oleh sel-sel usus, dan besarnya aktivitas transpor kalsium dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain bagian dari usus, zat-zat nutrisi serta status hormon. Kalsium juga dapat diabsorpsi melalui mekanisme ketidakjenuhan yang tergantung pada vitamin D dan ditandai oleh suatu transfer yang bersifat difusi (Piliang, 2000). Selanjutnya kalsium tersebut akan disimpan dan terakumulasi di organ hepatopankreas dan gastrolith yang terletak dibagian depan kantong lambung (Iskandar, 2003). Absorpsi secara aktif diatur oleh suatu sistem yang disebut *gate keeper mechanism* yang mengatur intake dan output dari kalsium ke dalam dan diekskresi oleh tubuh (Piliang, 2000).

Pada saat proses pre-moult kalsium yang diserap kemudian disimpan dalam gastrolit, lalu masuk ke dalam saluran pencernaan dan selanjutnya ke hemolimfa. Eksoskeleton yang lama akan lepas dan diganti dengan eksoskeleton yang baru (Hadie *et al.*, 2009). Kurniasih (2008) menyatakan tahap pelepasan kulit lama yang dimulai dengan melemaskan otot-otot dari anggota tubuhnya sehingga kemungkinan untuk terlepas dari eksoskeleton (kulit lama). Dalam siklus moulting terbagi dalam empat tahapan yaitu post-moult, inter-moult, pre-moult dan moulting. Tahap inter-moult yang merupakan tahap peralihan, dan penyerapan air terjadi selama proses *ecdysis*. Kemudian air yang diserap masuk ke dalam jaringan dan diperkaya dengan bahan-bahan organik dan cadangan mineral. Tahapan berikutnya adalah pre-moult, kalsium diabsorpsi kembali dari kulit yang lama untuk memperbesar sel-sel epidermal. Tahapan terakhir adalah moulting yaitu eksoskeleton yang lama terlepas dan diganti dengan eksoskeleton baru yang masih lunak (Hadie *et al.*, 2009). Dalam tahap ini terjadi pemindahan kalsium dari gastrolit ke eksoskeleton yang baru, sehingga terjadi pengerasan kulit baru dari cadangan kalsium yang berasal dari hemolimfe dan hepatopankreas (Kurniasih, 2008). Selama proses moulting berlangsung, maka tingkat kalsium berfluktuasi. Hal ini menunjukkan fungsi penting dari mineral ini dalam pembentukan eksoskeleton.

2.5. Proses Penyerapan Kalsium Pada Larva

Kalsium berperan dalam proses pembentukan kulit atau proses moulting yang menyebabkan ukuran daging pada krustasea bertambah besar sementara cangkang luar tidak bertambah besar, sehingga cangkang lama akan terlepas dan membantuk

kembali cangkang baru dengan bantuan kalsium (Hadie *et al.*, 2009). Bahan organik sederhana yang larut dalam media pemeliharaan akan berpentasi melalui sel mukosa dalam *buccal cavity* atau dalam proses osmoregulasi. Permukaan kulit larva yang baru menetas dilapisi oleh dua lapisan epitel tipis yang merupakan tempat proses osmosis dan pertukaran ion (Misbah, 2018).

Kalsium masuk ke dalam tubuh suatu organisme melalui kulit atau mekanisme difusi sederhana. Kalsium diserap dari eksoskeleton selama periode premoult untuk selanjutnya disimpan sebagai gastrolit lalu dilepaskan kembali setelah ekdisis untuk pengerasan eksoskeleton. Proses penyerapan dan penyimpanan kalsium dari bagian tubuh kepiting tersebut terjadi melalui perantara hemolimfe. Sebagian kalsium akan dilepaskan dari hepatopankreas ke dalam saluran pencernaan untuk dikeluarkan melalui feses (Pratama *et al.*, 2016). Ada tiga jenis larutan yang berperan penting dalam sistem difusi, yaitu larutan hipertonik (konsentrasi terlarut tinggi), hipotonik (konsentrasi terlarut rendah) dan larutan isotonik (dua larutan yang mempunyai konsentrasi terlarut sama). Jika suatu organisme perairan berada pada lingkungan yang bersifat hipotonik maka akan menyerap air lebih banyak dan sebaliknya jika berada pada perairan dengan kondisi hipertonik maka organisme tersebut akan banyak kehilangan molekul air. Saat terjadi difusi sederhana, zat yang berada dalam pelarut (kalsium) dalam air yang berada dalam konsentrasi tinggi akan masuk ke bagian yang berkonsentrasi rendah misalnya tubuh organisme sehingga menghasilkan gradien konsentrasi. Proses difusi akan terus terjadi hingga seluruh partikel tersebar luas secara merata dan mencapai kesetimbangan (Rahadian dan Riani, 2018). Hal ini sesuai dengan pernyataan Rosa *et al.* (2013) difusi merupakan perpindahan zat atau molekul dari larutan yang berkonsentrasi tinggi (hipertonis) ke larutan dengan konsentrasi rendah (hipotonis), sehingga zat akan berdifusi mengikuti gradien konsentrasinya. Konsentrasi yang sama dari larutan yang dihasilkan dari difusi dinamakan isotonis.

2.6. Fisika Kimia Air

Parameter kualitas air adalah faktor pendukung dalam proses pemeliharaan rajungan. Faktor lingkungan banyak menentukan pertumbuhan dan kelangsungan hidup organisme, untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup optimal maka diperlukan kondisi lingkungan yang optimal untuk kepentingan proses fisiologis pertumbuhan (Karim, 2012). Pengelolaan air yang baik dapat mempercepat pertumbuhan larva dengan tingkat kelulusan hidup (*survival rate*) lebih tinggi. Dalam hal ini yang terpenting yaitu mempertahankan lingkungan yang optimal untuk pertumbuhan dan kehidupan larva. Selain itu, perubahan yang bersifat mendadak atau

lingkungan yang tidak mendukung akan mengakibatkan kematian larva, disamping itu untuk mengurangi kematian larva perlu diperhatikan masalah sanitasi, pengaturan pakan dan pengelolaan air yang baik. Pergantian air secara kontinyu dan aerasi adalah dua cara yang umum dilakukan untuk menjamin kandungan oksigen terlarut dalam kondisi yang layak untuk menunjang kehidupan organisme (Nurmasyita *et al.*, 2018).

Menurut Karim *et al.* (2015) salah satu faktor lingkungan yang berpengaruh pada tingkat kelangsungan hidup larva rajungan adalah suhu. Suhu berperan dalam mempercepat metabolisme suatu organisme. Dalam pemeliharaan larva rajungan suhu optimum disarankan yaitu 26-30°C. Pada suhu yang optimum ini dapat meningkatkan laju pertumbuhan terutama dalam proses metamorfosis larva rajungan. Rajungan dapat mentolerir kisaran salinitas antara 9-39 ppt. Apabila salinitas yang kurang dari batas optimum dapat menghambat pertumbuhan kepiting serta dapat menyebabkan kepiting menjadi stres (Jumaisa *et al.*, 2016). Perkembangan larva rajungan dari zoea sampai megalopa (kepiting muda) memerlukan salinitas 23-40 ppt. Salinitas yang rendah maupun tinggi dapat menyebabkan rajungan menjadi stres (Abriyadi *et al.*, 2017).

Kehidupan larva rajungan dengan pH antara 7,0-8,5 masih termasuk dalam batas normal (Hadijah *et al.*, 2021). Tinggi rendahnya pH berdampak pada pertumbuhan kepiting yaitu pertumbuhannya akan terhambat, terjadi kerusakan pada insang dan terjadi penurunan laju metabolisme (Karim, 2012). Pada oksigen terlarut yang optimum bagi rajungan yaitu mencapai > 5,5 ppm (Amelia *et al.*, 2020). Oksigen terlarut tidak hanya digunakan sebagai pernapasan tetapi juga untuk proses biologi lainnya. Oksigen terlarut yang rendah dapat menyebabkan stres dan memberikan peluang infeksi penyakit.