

**PENGARUH PEMBERIAN MINERAL CaCO_3 DAN MgSO_4
PADA MEDIA PEMELIHARAAN
TERHADAP KETAHANAN STRES DAN SINTASAN
BURAYAK LOBSTER AIR TAWAR (*Cherax quadricarinatus*)**



WANA WIDIA
L031 20 1048



**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
DEPARTEMEN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELUATAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

PERNYATAAN PENGAJUAN

**PENGARUH PEMBERIAN MINERAL CaCO_3 DAN MgSO_4
PADA MEDIA PEMELIHARAAN
TERHADAP KETAHANAN STRES DAN SINTASAN
BURAYAK LOBSTER AIR TAWAR (*Cherax quadricarinatus*)**

WANA WIDIA

L031201048

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Program Studi Budidaya Perairan

Pada

**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
DEPARTEMEN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

**PENGARUH PEMBERIAN MINERAL CaCO_3 DAN MgSO_4
PADA MEDIA PEMELIHARAAN
TERHADAP KETAHANAN STRES DAN SINTASAN
BURAYAK LOBSTER AIR TAWAR (*Cherax quadricarinatus*)**

WANA WIDIA
L031 20 1070

Skripsi,

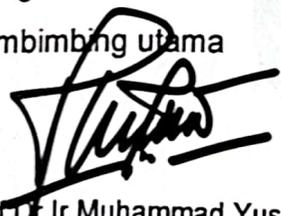
Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana pada tanggal bulan tahun
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan pada

**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
DEPARTEMEN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

Mengesahkan:

Pembimbing utama

Pembimbing Pendamping


Prof. Dr. Ir. Muhammad Yusri Karim, M.Si.
NIP. 196501081991031002


Dr. Ir. Dody Dharmawan Trijuno, M.App.Sc
NIP. 196405031989031004

Mengetahui :

Ketua Program Studi Budidaya Perairan



Dr. Andi Afah Hidayani, S.Si., M.Si.
NIP. 19800502 2005012002

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "Pengaruh Pemberian Mineral Kalsium dan Magnesium Terhadap Ketahanan Stres dan Sintasan Pada Larva Lobster Air Tawar (*Cerax quadricarinatus*)" adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing (Prof.Dr.Ir.Muhammad Yusri Karim, M.Si. sebagai Pembimbing Utama dan Dr. Ir. Dody Dharmawan Trijuno, M.App.Sc sebagai Pembimbing Pendamping). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. 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 skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa Sebagian atau keseluruhan skripsi 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 skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, April 2024



Wana Widia
NIM L03120104

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian yang saya lakukan dapat terlaksana dengan sukses dan skripsi ini dapat terampungkan atas bimbingan, diskusi dan arahan **Prof. Dr. Ir. Muh. Yusri Karim, M.Si** sebagai pembimbing utama, dan **Dr. Ir. Dody Dharmawan Trijuno, M.Sc** sebagai pembimbing pendamping. Saya mengucapkan berlimpah terima kasih kepada mereka. Penghargaan yang tinggi juga saya sampaikan kepada Bapak **Alauddin Dg. Ngewa** yang telah mengizinkan saya untuk melaksanakan penelitian di lapangan dan telah membimbing selama pelaksanaan penelitian.

Kepada Ibu **Dr.rer.nat. Elmi Nurahidah Zainuddin, DES** saya mengucapkan terima kasih, selaku dosen pembimbing akademik sekaligus dosen penguji yang telah memberikan pengetahuan dan masukan berupa kritik dan saran yang membangun selama proses belajar hingga penyusunan skripsi berlangsung. Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada Ibu **Dr. Ir. Hasni Yulianti Azis, MP** selaku dosen penguji yang telah memberi masukan yang membangun selama proses penyusunan skripsi berlangsung. Ucapan terima kasih juga saya ucapkan kepada seluruh civitas akademika Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin yang telah membantu dan memfasilitasi saya menempuh program sarjana.

Penghargaan yang besar kepada kedua orang tua penulis (Bapak **Turahman** dan Ibu **Ai Yuyu Yulaeha**) orang hebat yang selalu menjadi penyemangat bagi penulis, saya mengucapkan limpah terima kasih atas doa, pengorbanan dan motivasi mereka selama saya menempuh Pendidikan. Perhargaan yang besar juga saya sampaikan kepada Adik terkasih **Aji Zakaria** dan **Surya Purnama** atas motivasi dan dukungan yang tak ternilai.

Banyak ucapan terimakasih juga kepada sahabat terdekat selama saya menempuh pendidikan (**Dhika Minggarwati, Rahmi Iriana Aslam, Andi Besse Nurinayah T, Aprisilia Irianti, Novelia Bunga Patasik** dan **Novelia bunga patasik** serta sahabat terkasih **Ilan kartika, Erni Yanti** dan **Ina Pebriani**) atas motivasi dan dukungan yang tak ternilai terhadap penulis.

Ucapan terimakasih kepada teman-teman Napoleon 2020 khususnya program studi Budidaya Perairan yang memberikan dukungan, motivasi, dan kerja sama yang baik kepada penulis. **KMP BDP KEMAPI FIKP UNHAS** dan **KORPS PENCINTA ALAM (KORPALA) UNHAS** yang telah memberikan wadah pengembangan diri, berkontribusi dalam membentuk karakter dan proses pendewasaan bagi penulis selama masa perkuliahan di Kampus Merah Universitas hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaa, hal ini disebabkan karena keterbatasan penulis sebagai makhluk Allah *subhanahuwata'ala* yang tak luput dari kekhilafan dan kekurangan. Akhir kata dengan segala kerendahan hati, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi ilmu pengetahuan serta kepada peneliti dan pembaca yang tertarik dengan disiplin ilmu ini.

Makassar, 26 April 2024


Wana Widia

ABSTRAK

WANA WIDIA. “**Pengaruh Pemberian Mineral kalsium dan Magnesium Terhadap Ketahanan Stres dan Sintasan Burayak Lobster Air Tawar (*Cherax quadricarinatus*)**” (dibimbing oleh Muh. Yusri Karim sebagai Pembimbing Utama dan Dody Dharmawan Trijuno sebagai Pembimbing Anggota).

Latar belakang. Salah satu faktor penentu keberhasilan budidaya lobster air tawar adalah ketersediaan benih yang berkualitas. Berdasarkan hal tersebut, guna meningkatkan sintasan burayak lobster air tawar diperlukan optimisasi lingkungan dan perbaikan nutrisi pakan. Salah satu sumber nutrisi yang penting bagi burayak adalah mineral diantaranya kalsium dan magnesium. Kalsium sebagai salah satu jenis mineral merupakan unsur yang penting dalam perkembangan serta pertumbuhan tulang pada ikan dan eksoskeleton (karapas) pada krustase. **Metode.** Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2023 sampai Februari 2024 di Unit Penangkaran Lobster Air Tawar milik BUMDES Bumi Pacellekang Sejahtera, Desa Pacellekang, Kabupaten Gowa, Provinsi Sulawesi Selatan. Hewan uji yang digunakan pada penelitian ini adalah burayak Lobster air tawar berumur 7 hari yang di tebar sebanyak 900 ekor. Penelitian dirancang dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri atas 4 perlakuan dosis mineral CaMg dengan masing-masing 3 ulangan, yaitu 0; 0,5; 1; dan 1,5 mg/L. **Hasil.** Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian mineral kalsium dan magnesium berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) pada tingkat ketahanan stress (CSI) dan berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) pada sintasan larva lobster air tawar. Tingkat ketahanan stres dan sintasan tertinggi didapatkan pada dosis 0,5 mg/L masing-masing 53,00 dan 63,11%, sedangkan terendah pada dosis 0 mg/L masing-masing 82,00 dan 18,22% dengan dosis optimum masing-masing yaitu 0,79 mg/L dan 0,75 mg/L.

Kesimpulan. Tingkat ketahanan stress dan sintasan larva lobster air tawar *C. quadricarinatus* terbaik pada dosis 0,5 mg/L dengan dosis optimum 0,79 dan 0,75 mg/L.

Kata kunci : Kalsium karbonat; ketahanan stress; larva lobster air tawar; magnesium sulfat; sintasan

ABSTRACT

WANA WIDIA. "The Effect of Giving Calcium and Magnesium Minerals on Stress Resistance and Survival of Freshwater Lobster Fry (*Cherax quadricarinatus*)" (supervised by Muh. Yusri Karim as Main Advisor and Dody Dharmawan Trijuno as Member Advisor).

Background. One of the determining factors for the success of freshwater lobster cultivation is the availability of quality seeds. Based on this, in order to increase the survival of freshwater lobster fry, it is necessary to optimize the environment and improve feed nutrition. One important source of nutrition for fry is minerals including calcium and magnesium. Calcium as a type of mineral is an important element in the development and growth of bones in fish and exoskeleton (carapace) in crustaceans. **Method.** This research was carried out from December 2023 to February 2024 at the Freshwater Lobster Breeding Unit belonging to BUMDES Bumi Pacellekang Sejahtera, Pacellekang Village, Gowa Regency, South Sulawesi Province. The test animals used in this research were 7-day-old freshwater lobster fry which were stocked in a total of 900 individuals. The research was designed using a completely randomized design (CRD) consisting of 4 CaMg mineral dose treatments with 3 replications each, namely 0; 0.5; 1; and 1.5 mg/L. **Results.** The results of the study showed that the administration of calcium and magnesium minerals had a very significant effect ($p < 0.01$) on the level of stress resistance (CSI) and a very significant effect ($p < 0.01$) on the survival of freshwater lobster larvae. The highest level of stress resistance and survival was obtained at a dose of 0.5 mg/L, respectively 53.00 and 63.11%, while the lowest was at a dose of 0 mg/L, respectively 82.00 and 18.22% with the optimum dose respectively. - respectively 0.79 mg/L and 0.75 mg/L.

Conclusion. The level of stress resistance and survival of *C. quadricarinatus* freshwater lobster larvae was best at a dose of 0.5 mg/L with optimum doses of 0.79 and 0.75 mg/L.

Key words: Calcium carbonate; stress resistance; freshwater lobster larvae; magnesium sulfate; survival

DAFTAR ISI

	halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN PENGAJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	i
ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Teori.....	2
1.3 Tujuan dan Manfaat.....	9
BAB II METODE PENELITIAN.....	10
2.1 Tempat dan Waktu.....	10
2.2 Alat dan Bahan.....	10
2.3 Metode Penelitian.....	10
2.4 Pelaksanaan Penelitian.....	11
2.5 Pengamatan dan Pengukuran.....	12
2.6 Analisis Data.....	13
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN.....	14
3.1 Hasil.....	14
3.2 Pembahasan.....	17
BAB IV KESIMPULAN.....	20
DAFTAR PUSTAKA.....	21
LAMPIRAN.....	25

DAFTAR TABEL

Nomor urut	halaman
1. Alat yang digunakan	10
2. Bahan yang digunakan.....	10
3. Rata-rata sintasan larva lobster air tawar (<i>C.quadricarinatus</i>) yang diberi berbagai dosis kalsium karbonat dan magnesium sulfat.....	15
4. Rata-rata indeks ketahanan stres larva larva lobster air tawar (<i>C.quadricarinatus</i>) yang diberi berbagai dosis kalsium karbonat dan magnesium sulfat.....	16
5. Kisaran nilai parameter kualitas air media pemeliharaan larva lobster air tawar (<i>C.quadricarinatus</i>)	17

DAFTAR GAMBAR

Nomor urut	halaman
1. Lobster Air tawar (<i>Cherax quadricarinatus</i>)	2
2. Siklus hidup Lobster Air Tawar	3
3. Tata letak wadah penelitian.....	11
4. Grafik hubungan antara dosis vitamin B kompleks dengan tingkat ketahanan stres larva lobster air tawar.	15
5. Grafik hubungan antara dosis vitamin B kompleks dengan sintasan larva Lobster air tawar.	16

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor urut	halaman
1. Data sintasan larva lobster air tawar yang diberi kalsium karbonat dan magnesium sulfat.....	26
2. Hasil analisis ragam sintasan larva lobster air tawar yang diberi kalsium karbonat dan magnesium sulfat.....	26
3. Hasil Uji Lanjut <i>W- Tuckey</i> sintasan larva lobster air tawar yang diberi kalsium karbonat dan magnesium sulfat.....	27
4. Data indeks ketahanan stress (CSI) larva lobster air tawar yang diberi kalsium karbonat dan magnesium sulfat.....	28
5. Hasil analisis ragam ketahanan stres larva lobster air tawar yang diberi kalsium karbonat dan magnesium sulfat.....	28
6. Hasil Uji Lanjut <i>W- Tuckey</i> ketahanan stres larva lobster air tawar yang diberi kalsium karbonat dan magnesium sulfat	29
7. Analisis respon untuk menentukan dosis optimum terhadap Ketahanan stress burayak lobster air tawar.....	30
8. Analisis respon untuk menentukan dosis optimum terhadap sintasan burayak lobster air tawar.....	30
9. Dokumentasi kegiatan penelitian	31

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Lobster air tawar atau LAT (*Cherax quadricarinatus*) merupakan salah satu jenis udang air tawar yang berasal dari Queensland Australia dan merupakan salah satu komoditas perikanan yang semakin populer dikalangan pembudidaya dan konsumen (Mahendra, 2018). Hal ini disebabkan lobster air tawar bernilai ekonomis tinggi dan mulai dikembangkan untuk dibudidayakan di Indonesia sejak tahun 2000, kemudian sejak awal tahun 2003 budidaya lobster air tawar (*C. quadricarinatus*) semakin berkembang. Berkembangnya usaha budidaya lobster air tawar tidak lepas dari tingginya permintaan pasar, terutama pasar untuk ekspor. Semakin tinggi permintaan membuat harga lobster air tawar cukup tinggi (Rihardi et al, 2013).

Salah satu faktor penentu keberhasilan budidaya lobster air tawar adalah ketersediaan benih yang berkualitas. Saat ini pembenihan lobster air tawar telah dilakukan di beberapa panti pembenihan namun permasalahan utama yang dihadapi usaha pembenihan lobster air tawar dewasa ini adalah masih rendahnya sintasan pada stadia burayak (Paputungan, 2021). Beberapa hasil penelitian yang telah dilakukan tentang sintasan dan mendapatkan hasil sintasan antara lain : 36,7% (Mamuaya et al, 2019), 30% (Sarmin et al, 2020) dan 33,3% (Achmad et al, 2021). Rendahnya sintasan burayak lobster air tawar salah satunya disebabkan oleh lingkungan pemeliharaan yang kurang sesuai. Selain itu pada stadia awal, ketahanan tubuh burayak rentan terhadap berbagai perubahan dan goncangan lingkungan, sehingga mudah stress dan mengalami kematian (Faiz, 2021).

Berdasarkan hal tersebut, guna meningkatkan sintasan burayak lobster air tawar diperlukan optimisasi lingkungan dan perbaikan nutrisi. Salah satu sumber nutrisi yang penting bagi burayak yakni mineral diantaranya kalsium dan magnesium. Mineral Ca dan Mg merupakan nutrisi penting bagi lobster air tawar, Pemberian Mg dan Ca dilakukan untuk mendukung proses fisiologis dan pertumbuhan larva. Salah satu upaya untuk memenuhi kebutuhan Ca dan Mg adalah dengan menambahkan makromineral tersebut secara langsung ke dalam media pemeliharaan. Kalsium (Ca) sebagai salah satu jenis mineral merupakan unsur yang penting dalam perkembangan serta pertumbuhan tulang pada ikan dan eksoskeleton (karapas) pada krustase, Semakin cepat pembentukan karapas, maka risiko munculnya sifat kanibalisme pada krustase dapat ditekan, sehingga meningkatkan survival rate (SR) krustase juga akan mudah aktif kembali dalam mencari makan pasca molting. (Achmad et al.,2021). Sementara itu, magnesium (Mg) memiliki peran untuk menjaga metabolisme, dan menjaga keseimbangan tekanan osmotik, dan ko enzim untuk menyeimbangkan asam dan basa pada tubuh serta berperan dalam mengelola kemampuan untuk mentolerir stress. Selain itu, magnesium juga memegang kunci untuk berbagai proses metabolik, di antaranya aktivasi enzim, sintesis protein, dan produksi energi. (Scabra et al., 2023).

Penelitian mengenai penggunaan mineral telah dilakukan Syahrudin (2021) dengan penambahan 0,6 mg/L kalsium karbonat (CaCO_3) dengan hasil sintasan 80%, penelitian Putri et al. (2020) dengan penambahan mineral kalsium mendapatkan sintasan 19,1% pada larva rajungan. Selain itu, penelitian mengenai penambahan

mineral dan kalsium oleh Scabra (2023) pada larva udang vannamei dengan pemberian kalsium karbonat (CaCO_3) dan magnesium sulfat (MgSO_4) dengan hasil sintasan 82%.

Namun penelitian tentang penggunaan kombinasi mineral kalsium karbonat (CaCO_3) dan magnesium sulfat (MgSO_4) pada burayak lobster air tawar belum pernah dilakukan. Berdasarkan hal tersebut, guna mengevaluasi dan menentukan dosis optimum pengaruh pemberian mineral kalsium dan magnesium terhadap tingkat ketahanan stres dan sintasan larva lobster air tawar perlu dilakukan penelitian tentang hal tersebut.

1.2 Teori

1.2.1 Biologi Lobster Air Tawar (*Cherax quadricarinatus*)

Lobster air tawar (*C. quadricarinatus*) atau *fresh water crayfish* merupakan salah satu genus yang termasuk ke dalam kelompok udang tawar (*Crustacea*), yang secara alami memiliki ukuran tubuh besar dan seluruh siklus hidupnya di lingkungan air tawar. Lobster air tawar memiliki beberapa nama internasional, yaitu *crawfish* dan *crawdada* (Handoko,2013).



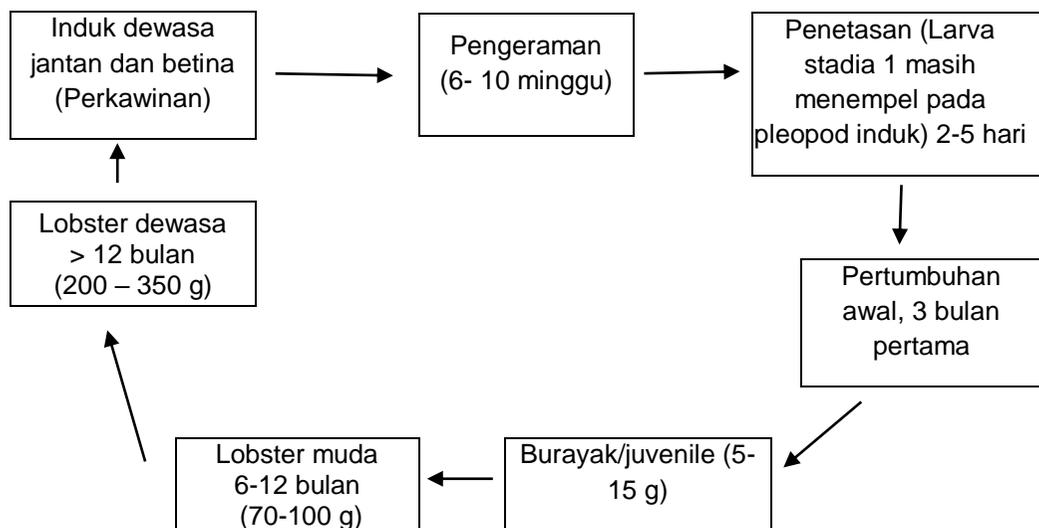
Gambar 1. Lobster Air Tawar (*C. quadricarinatus*) (Lukito dan Prayogo, 2007)

Iskandar (2003) menyatakan bahwa dilihat dari organ tubuh luar lobster memiliki beberapa alat pelengkap sebagai berikut:

- a) Satu pasang antena yang berperan sebagai perasa dan peraba terhadap pakan dan kondisi lingkungan
- b) Satu pasang antenula yang berfungsi untuk mencium pakan, 1 mulut dan sepasang capit (*cheliped*), yang lebar dan ukuran lebih panjang dibandingkan dengan ruas dasar capitnya.
- c) Ekor. Satu ekor tengah (*telson*) memipih, sedikit lebar dan dilengkapi dengan duri-duri halus yang terletak disemua bagian tepi ekor, serta dua pasang ekor samping (*uropod*) yang memipih
- d) Enam ruas badan (*abdomen*), agak memipih dengan lebar rata-rata hampir sama dengan lebar kepala

- e) Enam pasang kaki renang (*plepod*), yang berperan dalam melakukan gerak renang
- f) Empat pasang kaki untuk berjalan (*walking legs*)

Lobster air tawar selama hidupnya mengalami beberapa tahapan, yaitu telur, calon anakan lobster, juvenile, lobster dewasa. Pada fase telur, akan menempel pada kaki renang (*pleopod*) induk betina. Selama fase pengeraman warna telur akan berubah-ubah dimulai dari warna abu-abu, kuning, orange, orange dengan bintik-bintik mata, abu-abu, menetas menjadi juvenile dan lepas dari induk, proses perubahan ini berlangsung kurang lebih 35 - 45 hari. Setelah dipisahkan dari induk, juvenil akan melakukan molting berkali-kali hingga berusia 3 bulan, setelah itu frekuensi molting akan berkurang hingga dewasa secara bertahap (Lukito dan Prayugo, 2007).



Gambar 2. Siklus Hidup Lobster air tawar (Lukito dan Prayugo, 2007).

1.2.2 Pakan dan Kebiasaan Makan

Lobster air tawar termasuk hewan pemakan segala (*omnivora*). Bahan-bahan makanan dari hewani dan nabati sangat disukainya. Lobster air tawar menyukai cacing-cacingan, seperti cacing sutera, cacing air, cacing tanah, dan plankton. Sementara bahan nabati yang disukai adalah lumut dan akar tanaman air (Trubus, 2003). Kebiasaan nyata yang sering dilakukan lobster air tawar adalah mengonsumsi udang-udangan kecil yang hidup di habitat alaminya atau memangsa hewan anggota *Cherax* itu sendiri, sehingga lobster air tawar memiliki sifat kanibal. (Sukmajaya, 2003).

Lobster air tawar termasuk jenis hewan yang tidak rakus. Kebutuhan pakan lobster air tawar sebenarnya sangat sedikit, yaitu hanya berkisar 2-3 gram per ekor lobster dewasa per hari. Kebutuhan pakan tersebut digunakan untuk pertumbuhan, pergantian sel-sel yang sudah rusak, dan perkembangbiakan (Wiyanto dan Hartono, 2003). Lobster air tawar memiliki sifat nokturnal yaitu aktif pada gelap atau malam hari. Oleh karena itu lobster air tawar selalu berada dalam sarang dan daerah yang terdapat tumbuhan air (Trubus, 2003).

1.2.3 Mineral Kalsium dan Magnesium

Mineral merupakan zat anorganik yang terjadi secara alami yang ditemukan setelah degradasi jaringan pada organisme. Mineral sangat dibutuhkan oleh organisme dalam berbagai fungsi metabolisme dan osmoregulasi yang fungsinya sangat penting. Mineral dapat dibagi menjadi ke dalam dua kelompok, yaitu mineral esensial dan mineral nonesensial. Mineral esensial dibutuhkan oleh tubuh secara kontinyu dan harus didapatkan dengan ditambahkan ke dalam pakan atau pemberian pada wadah pemeliharaan karena organisme tidak dapat menghasilkan ini. Sementara, mineral non esensial yaitu mineral yang sebaiknya tersedia di dalam tubuh organisme. Berdasarkan jumlah kebutuhannya, mineral dapat dibagi menjadi dua kelompok, yaitu mikromineral dan makromineral. Mikromineral adalah mineral yang dibutuhkan oleh tubuh organisme dalam jumlah relatif yaitu kobalt, selenium, tembaga, seng, mangan, krom, fluor, iodium, besi, dan molibdenum. Makromineral yaitu mineral yang dibutuhkan oleh tubuh organisme dalam jumlah relatif besar seperti kalsium, belerang, natrium, klorida, magnesium, kalium dan fosfor (Supono, 2019).

Penambahan mineral diperlukan untuk perairan dengan kandungan mineral rendah, misalnya dari sumber air dengan salinitas rendah. Rendahnya kandungan mineral pada air dapat menyebabkan krustase kesulitan untuk menyerap mineral yang dibutuhkan oleh tubuh, sehingga krustase cenderung berkulit tipis, nafsu makan berkurang dan mudah stres (Taqwa *et al.*, 2010).

Kalsium merupakan mineral yang diperlukan lobster air tawar dalam jumlah yang cukup banyak. Kalsium berperan dalam perkembangan serta pertumbuhan tulang pada ikan, eksoskeleton (karapas) pada krustase, menjaga keseimbangan osmotik, proses pembekuan darah, sekresi hormon, dan sistem saraf (Pratama *et al.*, 2016). Tekanan osmotik air bergantung pada ion terlarut di dalamnya, dan semakin banyak ion terlarut dalam air, semakin tinggi tekanan osmotik larutan. Osmoregulasi merupakan upaya larva untuk mengatur keseimbangan osmotik lingkungan dan tubuhnya. Tekanan osmotik media dapat diatur dengan mengatur salinitas dan menyesuaikan kandungan mineral. Kandungan mineral air yang tidak mencukupi akan mengganggu mekanisme osmoregulasi yang pada akhirnya mempengaruhi pertumbuhan larva (Utami, 2016).

Menurut Davis *et al.* (2005) kalsium berpengaruh terhadap pertumbuhan karena sebagai mineral yang berperan dalam proses metabolisme tubuh guna mengatur permeabilitas membran sel dan masuknya zat-zat nutrisi oleh sel. Kalsium berperan dalam proses pembentukan kulit atau proses molting sehingga bertambah besarnya ukuran daging pada krustase sementara tidak ada penambahan besar pada cangkang luar, sehingga cangkang lama terlepas dan membentuk cangkang baru dengan bantuan mineral kalsium (Hadie *et al.*, 2009).

Kalsium tidak dapat berdiri sendiri melainkan memerlukan bantuan dari unsur lain yaitu magnesium. Magnesium banyak digunakan untuk metabolisme energi, penggunaan glukosa, sintesis protein dan pemecahan asam lemak, kontraksi otot (Hernawati, 2019). Kalsium dan magnesium merupakan unsur makro penting yang mempengaruhi pengerasan cangkang larva, osmoregulasi dan pertumbuhan. Magnesium dalam tubuh krustase mampu meningkatkan penyerapan kalsium selama fase pembentukan cangkang (Oniam *et al.*, 2022). Secara umum, kalsium dan

magnesium menjadi faktor penting yang mempengaruhi aktivitas biologis dan fisiologis krustase. Pada sebagian besar krustase akuatik, ion-ion ini diserap sesuai kebutuhan untuk menggantikan garam-garam yang hilang selama proses pergantian kulit. Kalsium dan magnesium keduanya melewati epidermis ke dalam hemolimf dan diangkut ke tempat ekskresi (Tavabe *et al.*, 2013).

Adenosine triphosphate (ATP) adalah sumber energi bagi sel yang digunakan dalam beberapa proses seperti sintesis lemak, protein, dan asam nukleat. Magnesium berperan dalam mengaktivasi enzim yang berperan dalam mentransfer fosfat dari ADP menjadi ATP. Produksi energi dipengaruhi oleh adanya magnesium baik secara langsung maupun tidak langsung. Magnesium sebagai kunci dalam jalur metabolik seperti dalam reaksi glikolisis, siklus krebs dan oksidasi lemak (Tarigan, 2017). Magnesium merupakan komponen penting dari tulang krustasea, tulang rawan dan eksoskeleton. Magnesium merangsang kontraksi otot dan saraf melalui perannya dalam aktivasi enzim, terlibat dalam regulasi keseimbangan asam-basa intraseluler, dan berperan penting dalam metabolisme karbohidrat, protein dan lipid. Selain itu, magnesium berperan dalam kesehatan tulang dan metabolisme energi. Kekurangan magnesium dapat ditandai dengan pertumbuhan yang lambat, kehilangan nafsu makan, dan kematian.

Kekurangan mineral dapat menyebabkan pertumbuhan crustacea lambat. Salah satu mineral yang sangat dibutuhkan oleh crustacea yaitu kalsium. Kalsium merupakan unsur yang penting dalam perkembangan serta pertumbuhan tulang pada ikan, eksoskeleton (karapas) pada krustase, menjaga keseimbangan osmotik, proses pembekuan darah, sekresi hormon dan sistem saraf. Pada perairan salinitas tinggi, kebutuhan mineral kalsium krustasea dapat terpenuhi melalui proses difusi dari lingkungan. Namun, pada media budidaya dengan salinitas rendah, ketersediaan mineral kalsium sangat sedikit. Salah satu upaya untuk memenuhi kebutuhan mineral kalsium tersebut adalah dengan melalui penambahan kalsium tersebut ke dalam lingkungan perairan. Penambahan mineral kalsium dalam wadah pemeliharaan diharapkan dapat meningkatkan pertumbuhan dan kelangsungan hidup larva krustase yang dipelihara pada salinitas rendah (Millamena *et al.*, 2002).

Sementara itu, Magnesium merupakan komponen penting dari tulang krustasea, tulang rawan dan eksoskeleton. Magnesium merangsang kontraksi otot dan saraf melalui perannya dalam aktivasi enzim, terlibat dalam regulasi keseimbangan asam-basa intraseluler, dan berperan penting dalam metabolisme karbohidrat, protein dan lipid. Selain itu, magnesium berperan dalam kesehatan tulang dan metabolisme energi. Kekurangan magnesium dapat ditandai dengan pertumbuhan yang lambat, kehilangan nafsu makan, dan kematian (Millamena *et al.*, 2002). Magnesium merupakan mineral yang penting pada media pemeliharaan krustase. Magnesium (Mg) adalah ion yang penting dalam menopang tingkat kelulushidupan organisme dan berperan pula dalam proses molting krustase. Magnesium merupakan salah satu mineral penting yang dibutuhkan krustasea selama pertumbuhan dan perkembangannya. Magnesium bertindak sebagai ko- faktor untuk reaksi enzimatik yang terlibat dalam proses osmoregulasi, sintesis protein, dan pertumbuhan. Mineral ini berperan untuk mengaktifkan kinerja enzim dalam metabolisme lemak, karbohidrat, dan protein sebagai komponen esensial dalam menjaga homeostasis intra dan ekstra seluler. Magnesium sebagai mineral memiliki peranan dalam meningkatkan fungsi jaringan tubuh dan metabolisme krustase (Scabra *et al.*, 2023). Magnesium berperan dalam peningkatan penyerapan kalsium. Oleh karena itu kalsium dan magnesium saling berkaitan, maka digunakan pula magnesium untuk meningkatkan penyerapan kalsium pada saat

pembentukan jaringan tubuh organisme utamanya karapas krustase (Tavabe *et al.*, 2013).

Berdasarkan hal tersebut, kelebihan mineral Ca dapat berdampak buruk mempengaruhi pemanfaatan mineral itu sendiri, yang mengurangi penyerapan dan dapat menyebabkan pengurangan volume darah, penghambatan penghantaran impuls saraf dan dis-fungsi susunan saraf pusat (Truong *et al.*, 2022). Kelebihan $MgSO_4$ dapat menyebabkan kultivan mengalami hiperosmotik, hal ini diduga karena dengan pemberian dosis magnesium sulfat yang tinggi dapat menyebabkan krustasea mengeluarkan energi untuk proses osmoregulasi sehingga pertumbuhan terhambat, pemberian mineral dengan dosis tinggi dapat menyebabkan hiperosmotik yang dapat membuat krustase mengeluarkan energi lebih banyak untuk osmoregulasi (Scabra *et al.*, 2023). Apabila kadar magnesium berlebih maka akan terjadi kondisi hiperosmotik akan menyebabkan air dalam media cenderung menembus masuk ke dalam tubuh, lewat lapisan kulit krustase. Krustase mengantisipasi dengan mengeluarkan air lewat kelenjar ekskresi, juga memompa keluar air melalui urin. Sehingga energi pun dibutuhkan untuk pengambilan ion-ion pada salinitas air rendah (Lantu, 2010). Apabila kondisi tersebut berlangsung cukup lama maka akan mempengaruhi pertumbuhan dan stress pada burayak lobster air tawar.

1.2.4. Proses Penyerapan Mineral Kalsium dan Magnesium

Krustase memperoleh mineral dari penyerapan langsung melalui insang, penyerapan melalui saluran pencernaan, dan kulit. Mineral sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan karena selama perkembangannya krustase akan kehilangan beberapa bagian mineral dalam tubuh selama moulting. Pada perairan salinitas tinggi, kebutuhan mineral kalsium udang terpenuhi melalui proses difusi dari lingkungan, sedangkan pada perairan salinitas rendah, ketersediaan mineral sangat sedikit. Krustase yang dibudidayakan pada salinitas rendah akan kekurangan kalsium dan magnesium. Kebutuhan kedua mineral ini tidak sepenuhnya terpenuhi dari lingkungan/media budi daya yang bersalinitas rendah (Erlando *et al.*, 2016).

Pada salinitas yang lebih rendah, tekanan osmotik pada tubuh krustasea lebih rendah dibanding lingkungan air sekitarnya sehingga mengalami kesulitan dalam memperoleh macro-mineral dari air. Solusi untuk mengatasi masalah ini dapat dilakukan dengan penambahan mineral baik melalui pakan yang diberikan maupun melalui air. Namun, kelarutan yang tinggi pada pakan menyebabkan aplikasi mineral pada pakan kurang memberikan hasil yang nyata. Krustase yang dipelihara pada salinitas rendah tentu akan mengalami kekurangan mineral kalsium dan magnesium. Kebutuhan kedua mineal tersebut tidak sepenuhnya tercukupi dari lingkungan/media budidaya yanag bersalinitas rendah. Untuk itu perlu ada upaya untuk memenuhi kebutuhan mineral tersebut melalui sumber lain. Rendahnya kandungan mineral pada salinitas rendah juga menimbulkan efek terhadap pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup krustacea (Supono, 2019)

Mineral masuk ke dalam tubuh suatu organisme melalui kulit atau mekanisme difusi sederhana. 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 hipertonic maka organisme tersebut akan banyak kehilangan molekul air. Saat terjadi difusi sederhana, zat yang berada dalam pelarut 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 sehingga seluruh partikel tersebar luas secara merata dan mencapai kesetimbangan (Rahadian dan Riani, 2018).

1.2.5. Stres

Stres merupakan kondisi yang menyebabkan ketidaknyamanan fisik atau psikologis dengan terjadinya pelepasan hormon yang berhubungan dengan stres atau memicu respon fisiologis tertentu yang terjadi pada saat larva mempertahankan kondisi tubuhnya dari kondisi lingkungan. Stres pada kultivan adalah terganggunya homeostasis tubuh kultivan yang menyebabkan suatu respon adaptif sehingga gangguan fisiologis, penyakit hingga kematian dapat terjadi (Lestari dan Syukriah, 2020). Faktor lingkungan yang mengalami perubahan seperti salinitas, suhu, dan oksigen juga turut mempengaruhi keseimbangan fisiologis larva yang sangat rentan mengalami stres akibat perubahan lingkungan dan nutrisi yang kurang optimal.

Mortalitas dapat diakibatkan oleh stres pada larva karena kondisi lingkungan dan kepadatan yang tinggi sehingga membuat proses pertumbuhan terganggu karena ketika larva stress membutuhkan energi lebih banyak untuk proses osmotik dalam tubuhnya (Mukti *et al.*, 2009).

Respon stress yang ditunjukkan oleh burayak lobster air tawar yaitu perilaku burayak yang bergerak lambat serta nafsu makan berkurang. Stres dapat di respon dalam tiga tahap yaitu munculnya tanda-tanda stres, bertahan dan kelelahan. Ketika ada tekanan lain dari luar untuk bertahan dari stress larva mengeluarkan energinya untuk bertahan dari stress, selama proses ini pertumbuhan menurun dan stress meningkat cepat ketika batas daya tahan larva tercapai atau terlewati. Dampak stres ini mengakibatkan daya tahan tubuh menurun dan selanjutnya terjadi kematian (Pebriana *et al.*, 2012). Tingkat ketahanan stres larva lobster air tawar dapat digambarkan dengan nilai indeks stres kumulatif (*Cumulative Stress Index*, CSI) merupakan salah satu indikator bahwa semakin tinggi nilai CSI maka tingkat ketahanan stres larva semakin rendah, sedangkan apabila nilai CSI semakin rendah maka tingkat ketahanan stres larva semakin tinggi.

Peran mineral kalsium yaitu untuk mengeraskan eksoskeleton yang baru setelah molting. Kalsium didepositkan pada cangkang yang baru dalam bentuk kalsium karbonat selama periode postmolt (Pratama *et al.*, 2016). Krustacea membutuhkan mineral kalsium sebagai komponen utama dalam proses molting dan pengerasan cangkang, serta menunjang proses osmoregulasi, dan fungsi vital lainnya. Molting merupakan fase pergantian cangkang yang terjadi pada udang. Pada tahap *postmolting* terjadi proses pengerasan kulit melalui pengendapan kalsium di kulit. Kebutuhan kalsium dapat dipenuhi dari makanan dan dari lingkungan, namun peran kalsium di lingkungan sangat dominan dalam proses pengerasan kulit larva (Aisyah *et al.*, 2017)

Peran Mineral Magnesium yaitu bertindak sebagai ko- faktor untuk reaksi enzimatik yang terlibat dalam proses osmoregulasi, sintesis protein, dan pertumbuhan. Mineral ini berperan untuk mengaktifkan kinerja enzim dalam metabolisme lemak, karbohidrat, dan protein sebagai komponen esensial dalam menjaga homeostasis intra dan ekstra seluler. Magnesium sebagai mineral memiliki peranan dalam meningkatkan fungsi jaringan tubuh dan metabolisme krustase (Scabra *et al.*, 2023). Magnesium berperan dalam peningkatan penyerapan kalsium.

Dengan demikian, mineral kalsium dan magnesium erat kaitannya dengan ketahanan stress larva karena berperan langsung dalam proses moulting dan pergantian cangkang, kofaktor untuk reaksi enzimatik yang mana berhubungan langsung dengan pertumbuhan stadia larva.

1.2.6. Sintasan

Sintasan atau kelangsungan hidup (*survival rate*) merupakan persentasi populasi organisme yang hidup setiap periode waktu pemeliharaan tertentu (Sagala *et al.*, 2013). Menurut Effendie (1997) sintasan dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor internal dan eksternal. Faktor internal terdiri atas umur dan kemampuan organisme dalam menyesuaikan diri dengan lingkungan tempat hidup. Faktor eksternal yaitu ketersediaan pakan dan kualitas media hidup. Iskandar (2003) menyatakan bahwa mekanisme pertumbuhan lobster terjadi setelah proses molting (pergantian kulit). Hal ini disebabkan kerangka luar lobster yang keras sehingga perlu dilakukan molting terlebih dahulu sebelum terjadi pertumbuhan. Menurut Supono (2019) mineral berperan penting dalam membantu pencegahan penyakit dan juga penting untuk pertumbuhan mineral tidak sepenuhnya terpenuhi dari lingkungan/media budi daya yang bersalinitas rendah.

Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan sintasan lobster air tawar adalah kualitas benih, jenis pakan, kualitas air, penyakit, dan keberhasilan molting. Salah satu penyebab kegagalan molting pada udang adalah ketidakmampuan udang melakukan gastrolisasi, yaitu penyerapan kalsium dalam tubuh. Kegagalan gastrolisasi dapat disebabkan oleh ketersediaan kalsium yang tidak tercukupi di dalam tubuh. Menurut Qomariyah *et al.* (2014) selain faktor kualitas air, pakan juga berpengaruh terhadap sintasan. Pakan secara umum berfungsi sebagai sumber energi untuk memacu pertumbuhan larva. Dengan tersedianya energi dengan jumlah yang cukup dari pakan yang dikonsumsi, maka kebutuhan energi larva terhadap kebutuhan dasar dan bahan penyusun membran sel dapat terpenuhi, dengan demikian larva dapat mempertahankan sintasannya. Pakan yang baik dilihat berdasarkan penyediaan, pengolahan, serta kandungan nutrisinya seperti protein, lemak, karbohidrat, vitamin dan mineral (Khasanah *et al.*, 2012). Keberhasilan molting sendiri sangat tergantung pada cadangan kalsium dalam tubuh lobster air tawar. lobster air tawar yang disebabkan oleh ketidakmampuannya dalam melakukan molting secara sempurna. Salah satu penyebab kegagalan molting adalah tidak berhasilnya lobster air tawar dalam proses gastrolisasi, yaitu penyerapan kalsium yang ada di dalam tubuhnya (Sarmin *et al.*, 2020). Sintasan lobster air tawar ditentukan oleh beberapa faktor, seperti fase molting, kanibalisme, kualitas air, dan penyakit (Lukito dan Prayugo, 2007).

1.2.7 Fisika Kimia Air

Suhu merupakan salah satu faktor abiotik yang sangat menentukan kelangsungan hidup organisme perairan. Suhu air sangat berpengaruh terhadap sintasan larva lobster air tawar, di mana perubahan suhu sangat berpengaruh dalam kecepatan metabolisme dan kegiatan organisme. Kisaran suhu antara 26–30°C merupakan kisaran yang cukup baik untuk pemeliharaan lobster air tawar (Tumembouw, 2011). Suhu air dapat mempengaruhi sintasan, pertumbuhan morfologis, siklus reproduksi, tingkah laku, pergantian kulit atau moulting dan metabolisme tubuh (Fahrudin *et al.*, 2022).

pH atau derajat keasaman merupakan indikator keasaman dan kebasahan air dan berpengaruh pada organisme budidaya. Perubahan pH akan berdampak buruk terhadap kehidupan biota perairan baik secara langsung maupun secara tidak langsung. pH yang sesuai untuk mendukung kehidupan lobster yang layak berkisar antara 6,5-9,0. Jika pH kurang dari kisaran tersebut lobster air tawar akan mengalami stress (Fahrudin *et al.*, 2022)

Oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen*) adalah parameter pembatas utama karena pengaruh oksigen terlarut sangat penting pada kelangsungan hidup dan pertumbuhan larva lobster air tawar. Apalagi kandungan oksigen rendah dapat menyebabkan stress dan kematian pada larva. Selain digunakan sebagai pernapasan oksigen terlarut juga digunakan untuk proses biologi lainnya, kisaran nilai optimum oksigen terlarut bagi pertumbuhan krustasea adalah di atas 5 mg/L paling ideal untuk pertumbuhan dan perkembangan larva lobster air tawar (Faiz, 2021).

Amonia merupakan hasil akhir dari metabolisme maupun sisa pakan yang tidak dimanfaatkan oleh lobster air tawar. Kandungan amoniak dalam air maksimal <1,2 ppm, adanya amoniak dalam air akan mempengaruhi pertumbuhan biota budidaya (Tumembouw, 2021).

1.3 Tujuan dan Manfaat

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan dosis optimum mineral kalsium dan magnesium yang menghasilkan sintasan dan ketahanan stres burayak lobster air tawar (*C. quadricarinatus*) yang terbaik.

Hasil penelitian ini dirahapkan dapat menjadi salah satu bahan informasi tentang penggunaan mineral kalsium dan magnesium pada usaha pembenihan lobster air tawar. Selain itu, sebagai bahan acuan untuk penelitian-penelitian selanjutnya.