BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Lobster air tawar (*Cherax quadricarinatus*) merupakan salah satu komoditas perikanan yang memiliki nilai ekonomis penting dan populer dikalangan pembudidaya dan konsumen (Hutabarat, 2015). Berkembangnya usaha budidaya lobster air tawar tidak lepas dari tingginya permintaan pasar, baik pasar lokal maupun pasar eksport. Hal ini mendorong para pembudidaya untuk terus melakukan kegiatan budidaya lobster. Saat ini kegiatan pembenihan lobster air tawar telah banyak dilakukan dibeberapa panti pembenihan. Namun masih ditemukan permasalahan atau kendala yang dihadapi para pembudidaya ialah masih rendahnya sintasan (Paputungan, 2021).

Rendahnya sintasan lobster khususnya pada stadia larva disebabkan oleh beberapa faktor salah satunya ialah ketersediaan nutrisi, genetik dan kondisi lingkungan yang tidak sesuai, sehingga mempengaruhi kondisi fisiologis. Pada sistem pencernaan lobster khususnya pada fase larva masih belum terbentuk secara sempurna sehingga, pemanfaatan akan pakan belum maksimal dan menyebabkan kebutuhan energi belum tercukupi dan menyebabkan larva menjadi stress sehingga menimbulkan kematian (Mutmainnah, 2019). Hal ini didukung dengan penelitian (Mutmainnah, et al, 2019;2024) yang menyatakan bahwa sistem pencernaan larva belum terbentuk secara sempurna sehingga membutuhkan bahan organik sebagai makanan tambahan untuk memenuhi kebutuhan energinya tanpa melalui proses pencernaan. Ketersediaan nutrisi untuk larva dapat mendukung pertumbuhan dan kelangsungan hidup lobster. Ketersediaan energi siap pakai sangat penting bagi

larva untuk mempertahankan kelangsungan hidup pada fase kritis perkembangan. Energi ini digunakan untuk mendukung proses metabolisme dasar, pertumbuhan, dan regenerasi jaringan, sehingga larva mampu menghadapi tekanan lingkungan dan mempertahankan sintasannya. Penelitian terkini menunjukkan bahwa lipid dan asam amino esensial dalam pakan berperan penting dalam mempertahankan kelangsungan hidup larva, meningkatkan efisiensi metabolisme, serta mendukung adaptasi terhadap stres lingkungan (Barki et al, 2019;Wu et al., 2023). Adapun bahan organik yang bisa dimanfaatkan secara langsung ialah multi asam amino dan glukosa.

Asam amino merupakan bagian penting penyusun protein yang diperlukan secara berkelanjutan untuk pembentukan jaringan baru, baik dalam proses pertumbuhan maupun reproduksi, serta untuk menggantikan protein yang hilang demi pemeliharaan tubuh. Kekurangan asupan protein dalam makanan dapat menghambat pertumbuhan atau menyebabkan penurunan berat badan karena tubuh akan memecah protein dari jaringan yang kurang vital untuk mempertahankan fungsi jaringan yang lebih penting. Berdasarkan sifatnya, asam amino dibagi menjadi dua jenis, yaitu asam amino esensial yang tidak dapat diproduksi oleh tubuh dan harus diperoleh dari makanan, serta asam amino nonesensial yang dapat dibentuk sendiri oleh tubuh (Rahayu et al., 2020).

Asam amino booster merupakan salah satu bahan organik yang mengandung berbagai jenis asam amino esensial dan biasanya ditambahkan kedalam pakan ikan atau udang untuk meningkatkan nafsu makan, pertumbuhan, meningkatkan kesehatan, dan membantu mengatasi masalah stress terhadap lingkungan. Jenis

asam amino yang terkandung didalam produk Booster Amino Liquid yaitu leucine, serine, prolin, glutamic acid, phenylalanine, histidine, aspartic acid, alanine, isoleucine, thyrosine, dan trytophan. Rahayu et al., (2020), larva memerlukan asam amino esensial yang berasal dari sumber eksternal. Asam amino esensial ini dapat langsung dimanfaatkan oleh larva tanpa melalui proses pencernaan. Dengan demikian, kebutuhan protein larva dapat terpenuhi secara efektif. Penelitian tentang penggunaan multi asam amino telah dilakukan oleh Zhou et.al (2011) pada udang vaname, Misbah (2018) pada larva kepiting bakau, dan Mutmainnah (2019) pada larva rajungan. Hasil penelitian tersebut membuktikan bahwa pemberian asam amino terlarut dapat meningkatkan sintasan dan ketahanan stres.

Glukosa adalah senyawa karbohidrat. Glukosa diperlukan bagi sel-sel tubuh untuk memenuhi kebutuhan fisiologis lainnya agar bisa bekerja secara normal. Glukosa dapat diserap secara langsung melalui kulit atau insang melalui proses difusi. Glukosa diserap dan memasuki aliran darah, kemudian didistribusikan ke seluruh tubuh, terutama ke otak, hati, otot, ginjal, jaringan lemak, dan jaringan lainnya. Tubuh memerlukan glukosa terutama untuk menghasilkan energi. Glukosa yang masuk ke dalam hati dan otot akan diubah menjadi glikogen melalui proses yang dikenal sebagai glikogenesis (Fujaya, 2015). Beberapa hasil penelitian tentang penggunaan glukosa telah dilakukan dan membuktikan dapat meningkatka sintasan dan ketahanan stres pada beberapa spesies larva yang dilakukan oleh Jamal (1995) 82,22% pada Ikan Betutu; Rantetondok & Karim, (2010) 31% pada Kepiting Bakau; Sulfiadi (2015) 48,33% pada Ikan Betok; Rocha et al. (2015) 61% pada Ikan Zebra, Imran et al. (2018) 94,44% pada Ikan Nila Salin dan Mutmainnah et al.

(2019) 39% pada Larva Rajungan.

Berdasarkan uraian diatas maka diperlukan kajian kombinasi bahan organik untuk memperbaiki performa lobster air tawar. Adapun judul penelitian ini ialah "Efektivitas Pemberian Glukosa dan Multi Asam Amino terhadap Cumulative Stress Indeks (CSI) dan Survival Rate Larva (SR) Lobster Air Tawar *Cherax quadricarinatus"*.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah ada pengaruh pemberian glukosa dan asam amino terhadap tingkat kelangsungan hidup Survival Rate (SR) larva lobster air tawar *Cherax quadricarinatus*?
2. Apakah ada pengaruh pemberian glukosa dan asam amino terhadap Cumulative Stress Index (CSI) larva lobster air tawar *Cherax quadricarinatus*?
3. Berapa dosis kombinasi glukosa dan multi asam amino yang optimal dalam menurunkan Cumulative Stress Index (CSI) dan meningkatkan Survival Rate (SR) pada larva lobster air tawar *Cherax quadricarinatus*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis efektivitas pemberian glukosa dan multi asam amino dalam meningkatkan Survival Rate (SR) larva lobster air tawar *Cherax quadricarinatus.*
2. Menganalisis pengaruh pemberian glukosa dan multi asam amino terhadap

Cumulative Stress Index (CSI) larva lobster air tawar *Cherax quadricarinatus*.

3. Menentukan dosis kombinasi glukosa dan multi asam amino yang optimal untuk menurunkan Cumulative Stress Index (CSI) dan meningkatkan Survival Rate (SR) larva lobster air tawar *Cherax quadricarinatus.*

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lobster Air Tawar

Lobster air tawar (*Cherax quadricarinatus*) merupakan salah satu spesies yang termasuk dalam kelompok udang tawar (*Crustacea*) dan dikenal memiliki ukuran tubuh yang besar serta menjalani seluruh siklus hidupnya di lingkungan air tawar, yang menjadikannya sebagai salah satu komoditas penting dalam budidaya perairan (Zaky et al., 2020). Dalam klasifikasi taksonomi, lobster air tawar digolongkan ke dalam tiga famili utama, yaitu *Parastacidae, Astacidae*, dan *Cambaridae*, yang masing-masing memiliki karakteristik dan distribusi berbeda dalam ekosistem perairan tawar. Famili *Parastacidae* umumnya ditemukan di belahan bumi selatan, termasuk Australia, Madagaskar, dan Papua (Ribeiro & Araujo, 2024; Patoka et al., 2025).



Gambar 1. Lobster Air Tawar Cherax quadricarinatus

Sumber: https://www.garnelio.de/en/red-scissor-crab-cherax-quadricarinatus

Menurut Tim Karya Tani Mandiri (2010), lobster air tawar termasuk dalam kategori-kategori berikut:

Kingdom : Animalia

Phylum : Arthropoda

Subphylum : Crustacea

Class : Malacostraca

Ordo : Decapoda

Subordo : Pleocyemata

Superfamily : Parastacoidea

Famili : Parastacidae

Genus : Cherax

Species : Cherax quadricarinatus

Lobster air tawar mengalami serangkaian tahapan dalam siklus hidupnya yang dimulai dari fase telur, di mana telur tersebut menempel pada kaki renang (pleopod) induk betina, kemudian berlanjut ke fase larva yang terdiri dari nauplisoma dan filosoma, dilanjutkan dengan fase postlarva (puerulus), fase lobster muda (juvenile), dan akhirnya mencapai fase lobster dewasa. Pada fase juvenile, kulit lobster mulai mengandung zat kapur yang berfungsi untuk mengeraskan cangkangnya, sehingga memberikan perlindungan yang lebih baik terhadap lingkungan sekitarnya. Selama proses pertumbuhannya, lobster air tawar juga mengalami pergantian kulit yang dikenal sebagai molting, yang merupakan proses alami yang terjadi secara berkala. Frekuensi molting ini memiliki hubungan yang erat dengan pertambahan umur dan tingkat laju pertumbuhan lobster; semakin baik pertumbuhan yang dicapai, maka semakin sering lobster akan melakukan molting, yang menunjukkan adaptasi dan perkembangan yang optimal dalam kondisi budidaya (Lukito dan Prayugo, 2007 *dalam* Zaky et al., 2020).

Puerulus adalah istilah untuk benih lobster yang belum berpigmen. Puerulus juga dikenal sebagai Benih Bening Lobster (BBL).



Gambar 2. Fase postlarva (puerulus)

Sumber: https://galamedia.com

2.2 Glukosa

Glukosa merupakan monosakarida yang berperan sebagai sumber energi utama bagi sel-sel hewan dan tumbuhan. Kadar glukosa darah diatur oleh hormon insulin dan glukagon, yang diproduksi oleh pankreas, sehingga memastikan fungsi fisiologis normal dan ketersediaan energi yang stabil (StatPearls, 2023). Selain berfungsi sebagai energi, glukosa juga menjadi prekursor penting dalam sintesis biomolekul, termasuk asam amino dan lemak, melalui jalur metabolik seperti glukoneogenesis dan glikolisis, yang mendukung pertumbuhan, regenerasi jaringan, dan fungsi fisiologis organisme secara keseluruhan (Zhou et al., 2023).

Glukosa berfungsi sebagai sumber energi yang diserap oleh tubuh dan memasuki aliran darah untuk didistribusikan ke berbagai jaringan, seperti otak, hati, otot, ginjal, dan jaringan lemak (Firani, 2019). Pada saat larva mengalami stres, kondisi tubuh menjadi tidak normal, yang menyebabkan peningkatan hormon glukagon. Glukagon adalah hormon yang menginduksi konversi glikogen menjadi glukosa untuk menyediakan energi dalam proses transportasi aktif (Prihadi et al.,

2017). Hal ini diperparah oleh fakta bahwa sistem pencernaan larva belum sepenuhnya berkembang, sehingga pemanfaatan pakan menjadi kurang optimal. Dalam kondisi ini, pemberian bahan organik seperti glukosa menjadi penting, karena dapat langsung dimanfaatkan sebagai sumber energi tanpa melalui proses pencernaan. Untuk mengatasi stres, larva memerlukan energi yang dapat diperoleh melalui proses glukoneogenesis, yaitu pembentukan glukosa dari sumber non-karbohidrat seperti protein, laktat, dan gliserol. Proses ini penting untuk memenuhi kebutuhan energi tubuh ketika cadangan glikogen terbatas, sehingga mendukung pertumbuhan, metabolisme, dan kemampuan adaptasi terhadap tekanan lingkungan (Meijboom et al., 2024).

2.3 Asam Amino

Asam amino merupakan komponen dasar yang menyusun protein dan diperlukan secara berkelanjutan untuk membentuk jaringan baru dalam proses pertumbuhan dan reproduksi, serta untuk mengganti protein yang hilang dalam masa pemeliharaan tubuh (Mutmainnah et al., 2024). Asam amino dibedakan menjadi dua kategori, yaitu asam amino nonesensial dan asam amino esensial. Asam amino non esensial adalah asam amino yang dapat diproduksi sendiri oleh tubuh organisme melalui mekanisme perombakan senyawa dalam tubuh. Sebaliknya, asam amino esensial adalah asam amino yang hanya dapat diperoleh dari sumber eksternal dan dapat dimanfaatkan oleh larva secara langsung tanpa memerlukan proses pencernaan (Damanik, 2019).

Asam amino booster adalah produk yang mengandung asam amino dan biasanya ditambahkan ke pakan ikan atau udang untuk meningkatkan nafsu makan,

pertumbuhan, dan kesehatan. Produk ini juga dapat membantu mengatasi stres lingkungan dan masalah pertumbuhan. Jenis asam amino dan manfaat yang terkandung didalam asam amino booster dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jenis Asam Amino dan Manfaatnya dalam Booster Amino Liquid.

No.	Nama Asam Amino	Manfaat
1.	Leusin	• Berperan dalam pertumbuhan dan perbaikan jaringan pada ikan (Ubaidillah dan Wikanastri, 2010).
2.	Serin	• Serin memiliki peran esensial dalam sintesis protein (Holeček, 2022).
3.	Prolin	• Prolin berperan penting dalam proses perbaikan jaringan dan penyembuhan luka dan pembentukan kolagen baru selama proses regenerasi jaringan (Khan & Khan, 2021).
4.	Glutamic acid	• Asam glutamat memiliki peran fisiologis penting pada hewan, terutama pada pembentukan otot dan jaringan ikat. Pada proses pertumbuhan dan molting (pergantian kulit), asam glutamat

No.	Nama Asam Amino	Manfaat
		berkontribusi dalam pembentukan kitin dan kolagen yang terdapat pada eksoskeleton, sehingga mendukung kekuatan dan elastisitas kerangka luar (Li et al., 2009). • Glutamat juga berfungsi sebagai neurotransmitter pada sistem saraf crustacea, berperan dalam transmisi sinyal saraf yang mengatur gerakan, respons sensorik, dan perilaku makan (Khan & Qureshi, 2020).
5.	Fenilalanin	• Berperan sebagai prekursor utama sintesis tirosin, yang digunakan dalam pembentukan hormon dan pigmen seperti melanin, pewarnaan eksoskeleton dan mekanisme kamuflase (Li et al., 2009). • Fenilalanin berfungsi tidak langsung sebagai pendahulu

No.	Nama Asam Amino	Manfaat
		sintesis katekolamin (dopamin, norepinefrin), yang berperan dalam pengaturan perilaku makan, respons stres, dan aktivitas motorik (Snyder et al., 2012). • Berperan dalam pertumbuhan dan perbaikan jaringan, dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan, laju pertumbuhan, serta ketahanan terhadap stres lingkungan seperti fluktuasi salinitas dan suhu (Zhou et al., 2011).
6.	Histidin	• Berfungsi sebagai prekursor histamin, suatu senyawa bioaktif yang terlibat dalam regulasi respons imun, fungsi pencernaan, dan pengaturan fisiologis selama proses molting (Li et al., 2009). • Berperan dalam pembentukan hemocyanin, protein respirasi utama pada crustacea, yang

No.	Nama Asam Amino	Manfaat
		berfungsi mengikat dan mengangkut oksigen dalam hemolimfa (Taylor & Taylor, 2012).
7.	Aspartic acid	• Berperan dalam biosintesis nukleotida dan asam amino lainnya, sehingga mendukung pertumbuhan jaringan baru, terutama setelah proses molting (Huang et al., 2018).
8.	Alanin	• Berfungsi sebagai donor nitrogen dalam sintesis asam amino lainnya dan ikut serta dalam siklus glukosa-alanin, yang membantu mempertahankan kadar glukosa darah dan menyediakan energi selama periode stres atau kekurangan makanan (Wu et al, 2023).
9.	Isoleusine	• Sebagai substrat untuk pembentukan protein struktural, termasuk otot dan jaringan ikat,

No.	Nama Asam Amino	Manfaat
		yang penting untuk pertumbuhan dan pemeliharaan tubuh (Li et al., 2009). • Menyediakan energi, terutama selama periode stres, molting, atau kekurangan makanan. Hal ini membuat isoleusin penting dalam menjaga ketersediaan energi bagi aktivitas metabolik dan gerakan pada crustacea (Wu, 2013).
10.	Tirosin	• Sebagai neurotransmitter dan hormon stres, sehingga berperan dalam pengaturan aktivitas motorik, respons terhadap stres, dan perilaku makan (Snyder et al., 2012).
11.	Triptofan	• Untuk mengatur perilaku makan, ritme sirkadian, dan respons stres. Pada crustacea, serotonin memengaruhi aktivitas motorik, agresivitas, dan interaksi sosial, sehingga ketersediaan triptofan

No.	Nama Asam Amino	Manfaat
		yang cukup dapat meningkatkan adaptasi perilaku terhadap perubahan lingkungan (Li et al., 2009; Barki et al., 2019).

Asam amino sangat penting bagi tubuh untuk memenuhi kebutuhan protein selama masa pertumbuhan dan reproduksi, serta untuk menjaga kesehatan tubuh larva. Penggunaan multi asam amino tidak hanya berfungsi sebagai sumber energi, tetapi juga sebagai bahan untuk pembentukan protein yang krusial dalam fase pembentukan organ larva. Fungsi biologis asam amino antara lain adalah sebagai komponen penyusun protein, termasuk enzim, serta berperan sebagai kerangka dasar bagi berbagai senyawa penting dalam metabolisme (terutama vitamin, hormon, dan asam nukleat (Nurwahidah, 2021). Pemberian multi asam amino dalam pemeliharaan larva dapat memperkuat sistem kekebalan tubuh dan membantu mengeliminasi zat beracun. Selain itu, asam amino juga berperan penting dalam pertumbuhan dan perbaikan jaringan otot (Wijaya, 2003 *dalam* Devi, 2020).

Untuk memenuhi kebutuhan asam amino dalam budidaya lobster air tawar, salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah melalui pemberian bahan organik dalam pakan atau langsung dilarutkan pada media pemeliharaan *(Cherax quadricarinatus)* (Lamadi, 2024).

2.4 Cumulative Stress Index (CSI)

Stres dapat didefinisikan sebagai kondisi di mana organisme tidak mampu mempertahankan keseimbangan fisiologisnya akibat berbagai faktor eksternal maupun internal. Menurut Chrousos dan Gold (2024). Selain itu, paparan stres kronis dapat merusak hampir semua proses fisiologis, meningkatkan risiko gangguan kesehatan, dan mempengaruhi sintasan organisme. Stres menyebabkan alokasi energi untuk pertumbuhan berkurang dikarenakan organisme menggunakannya untuk homeostasis sehingga pertumbuhan terhambat (Hastuti et al., 2004 *dalam* Nurwahidah, 2021). Tingkat ketahanan stres larva lobster air tawar merupakan salah satu indikator bahwa semakin tinggi nilai Cumulative Stress Index (CSI) maka tingkat ketahanan stres larva semakin rendah, sedangkan apabila nilai Cumulative Stress Index (CSI) semakin rendah maka tingkat ketahanan stres larva semakin tinggi.

Faktor-faktor penyebab stres pada organisme meliputi faktor lingkungan seperti suhu, salinitas, pH, cahaya, dan kualitas air, yang dapat memengaruhi fungsi imun dan keseimbangan fisiologis (Fahad et al., 2023). Selain itu, ketersediaan nutrisi yang tidak memadai dapat menyebabkan gangguan metabolisme dan menurunkan daya tahan tubuh terhadap stres. Faktor biotik, seperti infeksi oleh mikroorganisme patogen, juga dapat menimbulkan stres, mempengaruhi sistem imun, dan mengganggu homeostasis organisme (Jahan et al., 2024). Stress pada larva apabila kekurangan nutrisi dapat menyebabkan tubuh lemah, kurus, dan tingkah laku abnormal (Irianto, 2005 *dalam* Asmirati, 2020). Stres dapat di respon dalam tiga tahap yaitu muncunya 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 pada organisme akuatik termasuk peningkatan penggunaan energi, mobilisasi glikogen, serta konversi lipid dan protein menjadi glukosa untuk menjaga kadar glukosa darah. Jika kapasitas glukoneogenesis tidak mencukupi, hal ini dapat menyebabkan penurunan energi kritis dan kematian organisme.

Stres pada larva bisa menyebabkan peningkatan hormon glukagon. Hormon ini membantu menjaga keseimbangan kadar gula darah dengan cara menghasilkan glukosa dari sumber selain karbohidrat, seperti protein, glikogen, dan lemak. Proses ini disebut glukoneogenesis dan biasanya terjadi saat tubuh membutuhkan lebih banyak energi karena stres. Selain itu, ketika glukoneogenesis menurun, asam amino dari protein juga bisa digunakan sebagai sumber energi (Guderley, 2024).

Selain itu, kualitas air seperti suhu, pH, oksigen terlarut, amoniak, dan alkalinitas juga berperan penting terhadap tingkat stres larva. Kondisi air yang tidak optimal dapat meningkatkan stres, menurunkan pertumbuhan, dan menurunkan kelangsungan hidup larva *Cherax quadricarinatus* (Astiyani et al., 2024).

2.5 Survival Rate (SR)

Survival Rate (SR) merupakan indikator vital dalam menilai keberhasilan budidaya organisme akuatik semakin banyak organisme hidup saat panen dibandingkan jumlah yang mati, maka SR akan semakin tinggi dan sebaliknya. (Suwarsito, 2022). Tingkat kelangsungan hidup dapat dipantau secara harian sejak penebaran awal, dan ketersediaan pakan pada fase larva sangat berpengaruh

terhadap kelangsungan hidup.

Satu tantangan dalam pembenihan lobster adalah sifat kanibalis pada larva lobster karena dengan kekurangan pakan dapat menimbulkan kompetisi pakan. Menurut Fatimah (2016) menyatakan bahwa sifat kanibalisme pada larva lobster air tawar menjadi penyebab utama rendahnya Survival Rate (SR), dikarenakan sifat kanibalisme yang terjadi ketika lobster lain sedang mengalami molting. Aroma yang khas pada saat molting yang keluar dari tubuh lobster yang sedang mengalami molting tersebut sehingga akan merangsang lobster lainnya untuk memangsanya. Solusi yang dilakukan untuk meminimalisir sifat kanibalisme pada lobster air tawar yaitu dengan penambahan asam amino essensial triptofan yang diduga dapat meminimalisir sifat kanibalisme yang ada pada lobster air tawar (Usman et al., 2016).

Selain itu, kualitas air juga berperan penting dalam menentukan tingkat sintasan larva lobster. Suhu dan pH yang berada di luar kisaran optimal dapat menyebabkan stres termal dan gangguan fisiologis, yang berdampak pada menurunnya kelangsungan hidup larva (Hepshen, 2024). Penelitian oleh Nurhatijah et al. (2025) pada *Cherax quadricarinatus* menunjukkan bahwa larva yang dipelihara pada media air tawar alami dengan parameter suhu dan pH stabil memiliki tingkat sintasan tertinggi (97%), dibandingkan dengan media perlakuan lain. Oleh karena itu, pengelolaan kualitas air yang baik merupakan faktor penting dalam keberhasilan budidaya larva lobster.

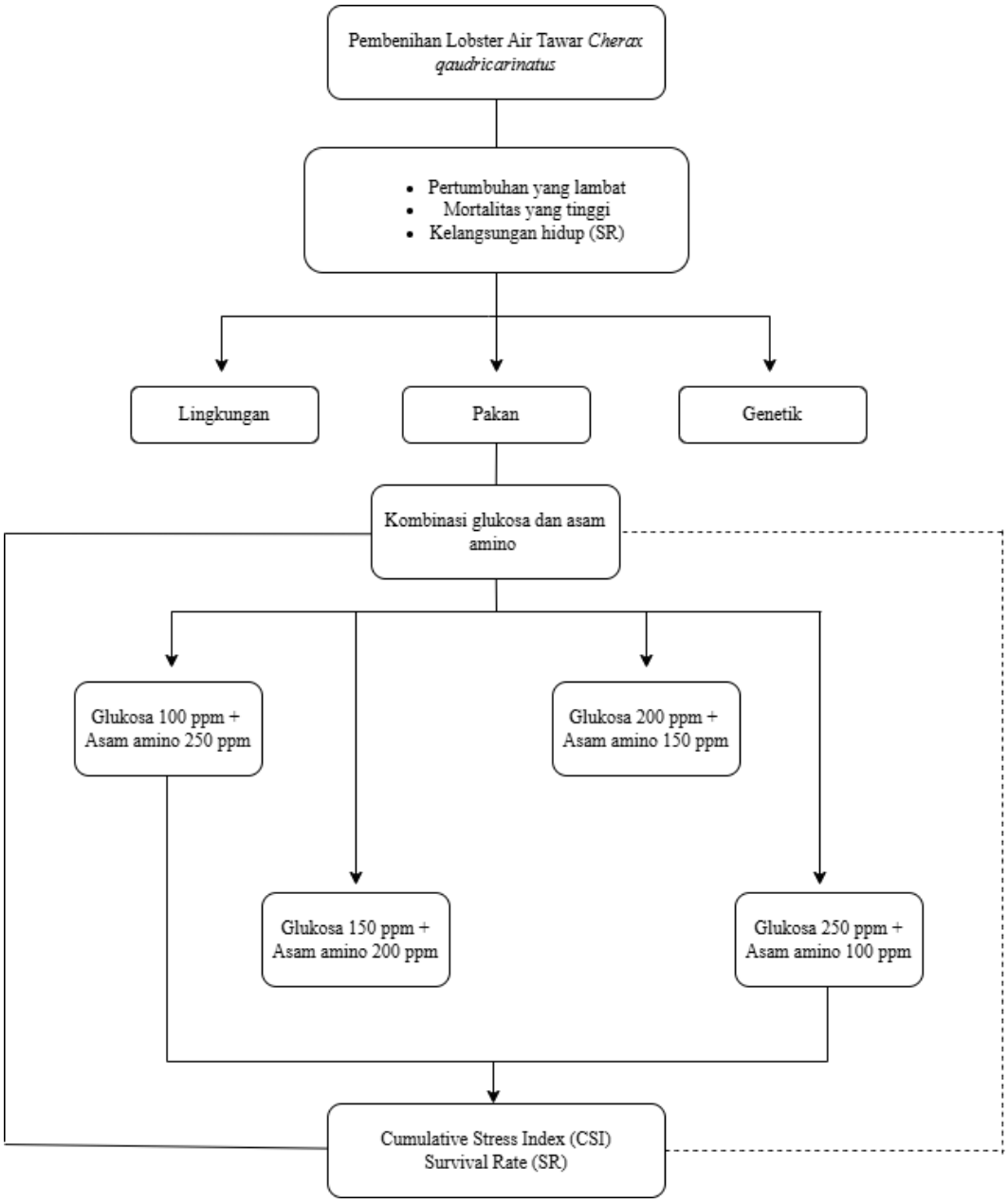
2.6 Kualitas Air

Kualitas air merupakan salah satu indikator penting dalam kesuksesan budidaya larva lobster air tawar. Parameter seperti suhu dan pH memainkan peran vital dalam menjaga kestabilan fisiologis larva, termasuk proses molting, metabolisme, dan ketahanan terhadap stres. Ketidaksesuaian pada suhu maupun pH dapat menyebabkan gangguan fisiologis seperti gangguan sistem enzim, pernapasan, dan keseimbangan ionik yang berdampak pada penurunan tingkat kelangsungan hidup larva (Hepshen, 2024).

Suhu air yang terlalu tinggi akan mempercepat metabolisme larva, sehingga meningkatkan kebutuhan oksigen dan energi yang dapat menimbulkan stres termal apabila tidak diimbangi dengan suplai oksigen yang cukup. Sebaliknya, suhu yang terlalu rendah memperlambat metabolisme, menyebabkan larva menjadi kurang aktif dan rentan terhadap serangan penyakit. Kondisi suhu yang tidak stabil juga dapat mengganggu siklus molting yang merupakan tahap penting dalam pertumbuhan larva lobster (Hepshen, 2024). Selain suhu, nilai pH juga merupakan parameter penting yang harus dijaga selama masa pemeliharaan. pH yang terlalu rendah (asam) atau terlalu tinggi (basa) dapat mengiritasi insang larva, mengganggu proses osmoregulasi, serta menurunkan efisiensi kerja enzim. Ketika larva mengalami paparan pH yang tidak sesuai secara terus-menerus, hal ini dapat memicu stres kronis yang berujung pada kematian (Junaidi & Hamzah, 2015).Pengelolaan kualitas air yang baik, khususnya dalam menjaga kestabilan suhu dan pH pada kisaran optimal, sangat penting untuk mendukung pertumbuhan, mencegah stres, dan mempertahankan kelangsungan hidup larva lobster.

BAB III. KERANGKA PIKIR DAN HIPOTESIS

3.1 Kerangka Berfikir



Gambar 3. Kerangka Pikir Penelitian

3.2 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini ialah:

1. Pemberian glukosa dan multi asam amino akan berpengaruh signifikan terhadap penurunan Cumulative Stress Index (CSI) larva lobster air tawar *Cherax quadricarinatus.*
2. Pemberian glukosa dan multi asam amino akan meningkatkan Survival Rate (SR) larva lobster air tawar *Cherax quadricarinatus.*
3. Terdapat dosis kombinasi glukosa dan multi asam amino untuk mencapai penurunan Cumulative Stress Index (CSI) dan peningkatan Survival Rate (SR) larva lobster air tawar *Cherax quadricarinatus.*

BAB IV. METODE PENELITIAN

4.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret sampai April 2025 di Green House 3 Budidaya Perairan, Universitas Muhammadiyah Parepare, Kota Parepare, Sulawesi Selatan.

4.2 Materi Penelitian

4.2.1 Hewan Uji Materi Penelitian

Hewan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah larva lobster air tawar *Cherax quadricarinatus* stadia *postlarva* dengan kepadatan 15 ekor/wadah. Larva lobster tersebut diperoleh dari hasil penetasan induk di Green House 2 Universitas Muhammadiyah Parepare.

4.2.2 Bahan dan Alat yang digunakan dalam Penelitian

a. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Bahan yang digunakan dalam penelitian.

No	Bahan	Kegunaan
1.	Larva lobster	Sebagai hewan uji dalam penelitian.
2.	Glukosa	Sebagai bahan organik yang digunakan dalam penelitian.
3.	Asam amino	Sebagai bahan organik yang digunakan dalam penelitian.
4.	Pakan	Sebagai makanan larva.
5.	Klorin	Untuk mematikan bakteri dan kuman yang menempel diwadah penelitian.
6.	Aquades	Digunakan untuk membersihkan peralatan

No	Bahan	Kegunaan
		yang memerlukan air bebas dari mineral dan kontaminan.
7.	Detergen	Digunakan untuk mencuci wadah penelitian.

b. Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Alat yang digunakan dalam penelitian.

No	Alat	Kegunaan
1.	Baskom	Sebagai wadah penelitian.
2.	pH meter	Untuk mengukur pH air.
3.	Termometer	Untuk mengukur suhu air.
4.	Seser	Digunakan untuk membersihkan sisa pakan dan mengambil larva lobster.
5.	Timbangan digital	Digunakan untuk menimbang pakan, glukosa dan larva lobster.
6.	Pipet tetes plastik	Digunakan untuk mengukur dan menambil asam amino.
7.	Botol sampel	Digunakan untuk mencampurkan glukosa dengan asam amino.
8.	Pipa	Untuk menyalurkan oksigen dari aerator ke media penelitian.
9.	Selang aerasi	Untuk menyalurkan oksigen dari pipa ke media penelitian.
10.	Batu aerasi	Untuk mengasilkan gelembung udara yang berisi oksigen
11.	Ember	Untuk menampung air bersih
12.	Alat tulis	Digunakan untuk mencatat data selama penelitian

No	Alat	Kegunaan
13.	Penggaris	Untuk mengukur panjang larva lobster.
14.	Aerator	Digunakan untuk meningkatkan jumlah oksigen dalam air.

4.2.3 Sumber Air Media Pemeliharaan

Sumber air media pemeliharaan yang digunakan yaitu air tawar yang berasal dari air PDAM yang telah diendapkan di dalam tong penampungan selama 2-3 hari. Pengendapan air bertujuan untuk menetralkan air dari kaporit yang berbahaya bagi larva yang dapat menyebabkan stress.

4.2.4 Wadah Penelitian

Wadah yang digunakan adalah baskom plastik berwarna hitam sebanyak 12 buah, masing-masing berisi air sebanyak 15 liter dari total kapasitas 25 liter. Sebelum digunakan, semua wadah dicuci bersih dengan detergen, lalu dibilas menggunakan air mengalir. Setelah itu, wadah dikeringkan di bawah sinar matahari. Setelah kering, wadah disemprot dengan larutan klorin dan dibiarkan selama 24 jam untuk membunuh bakteri atau kuman yang menempel. Kemudian, wadah dibilas kembali dengan air mengalir dan disemprot menggunakan air suling (aquades). Terakhir, wadah disusun rapi dan diberi label sesuai perlakuan yang akan digunakan dalam penelitian.

4.2.5 Pakan

Jenis pakan yang diberikan pada larva lobster air tawar *Cherax quadricarinatus* adalah FL 3M yang merupakan pakan buatan untuk larva lobster air tawar *Cherax quadricarinatus* yang mengandung protein sekitar 30–40%, dengan kadar lemak dan serat yang rendah. Kandungan tersebut mendukung

pertumbuhan larva secara optimal dan mudah dicerna, sehingga membantu meningkatkan kesehatan dan kelangsungan hidup selama pemeliharaan (Syafrisal et al, 2018).

4.3 Prosedur Penelitian

4.3.1 Persiapan Media Pemeliharaan

Air tawar digunakan sebagai media pemeliharaan karena lobster yang diteliti merupakan jenis lobster air tawar. Air yang digunakan pada penelitian ini sebelumnya telah diendapkan didalam tong penampungan selama dua sampai tiga hari sebelum dialirkan ke green house. Pengendapan air ini bertujuan untuk menetralkan kaporit yang ada didalam air.

4.3.2 Penyediaan Larva

Larva yang digunakan pada penelitian ini merupakan hasil penetasan induk lobster air tawar *Cherax quadricarinatus* yang dibudidayakan di Green House 2 Program Studi Budidaya Perairan, Universitas Muhammadiyah Parepare. Larva yang digunakan berumur satu bulan dan disortir sesuai ukuran yang digunakan. Jumlah larva yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 180 ekor larva lobster air tawar *Cherax quadricarinatus*.

4.3.3 Penyediaan Pakan

Pakan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pakan buatan berupa pelet dengan nama produk FL 3M. Pemberian pakan pada larva atau benih lobster umumnya dilakukan dua kali sehari, yaitu pada pagi dan sore hari. Pola pemberian pakan ini bertujuan untuk menyesuaikan dengan pola makan lobster yang lebih aktif pada malam hari (Kropielnicka Kruk et al., 2022).

4.4 Rancangan Penelitian dan Perlakuan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan tiga ulangan, terdiri atas 12 satuan percobaan. Penggunaan Rancangan Acak Lengkap (RAL) ini mengacu pada penelitian Mutmainnah (2019; 2024).

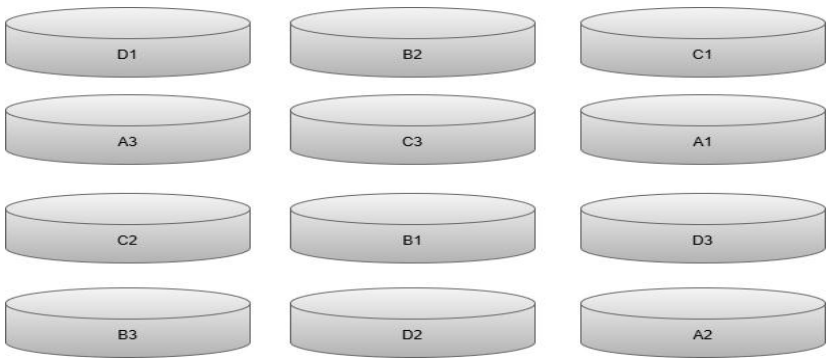
A = 100 ppm + 250 ppm

B = 150 ppm + 200 ppm

C = 200 ppm + 150 ppm

D = 250 ppm + 100 ppm

Setiap perlakuan terdiri atas tiga ulangan, dengan tata letak percobaan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Pemberian glukosa dan multi asam amino dilakukan setelah penebaran larva dan diberikan sekali setiap dua hari, tepatnya pada pagi hari, sesuai dengan dosis yang telah ditentukan pada masing-masing perlakuan.Glukosa dan multi asam amino dilarutkan terlebih dahulu dalam botol sampel. Larutan tersebut kemudian dicampur dengan sedikit air dari setiap wadah pemeliharaan menggunakan pipet tetes. Campuran ini diaduk hingga merata, lalu dituangkan ke dalam media pemeliharaan sesuai dengan dosis pemberian yang telah ditetapkan.



Gambar 4. Tata letak wadah penelitian sesuai dengan perlakuan yang diberikan

4.5 Pengukuran dan Pengamatan

4.5.1 Cumulative Stress Index (CSI)

Uji ketahanan stres dilakukan untuk mengevaluasi kondisi fisiologis larva lobster air tawar *Cherax quadricarinatus* setelah diberi perlakuan berupa pemberian kombinasi glukosa dan multi asam amino terlarut. Pengukuran ketahanan stres dilakukan di akhir pemeliharaan dengan cara memasukkan lima ekor larva dari masing-masing perlakuan ke dalam gelas plastik berisi air dengan salinitas tinggi (25–35 ppt) sebanyak 500 ml. Observasi dilakukan setiap hari selama periode uji stres. Penilaian ketahanan dilakukan secara kualitatif berdasarkan respon perilaku larva yang menunjukkan gejala stres, seperti pergerakan melambat, meloncat-loncat ke permukaan, tidak merespons saat diberi pakan, bergerak naik turun atau berputar-putar di dasar wadah, hingga berdiam diri dan mati (Karim, 2000).

Indikator dari parameter ketahanan stres yang diamati adalah perubahan perilaku larva yang mencerminkan gangguan fisiologis akibat stres lingkungan. Indikator ini kemudian dikonversi secara kuantitatif menggunakan rumus Cumulative Stress Index (CSI) yang dihitung dari jumlah larva yang menunjukkan gejala stres setiap hari (Ress et al., 1994) dengan formula sebagai berikut:

$$CSI = H5 + H10 + H15 + ... + H60$$

Keterangan:

CSI = Cumulative Stress Index

H5 = Jumlah larva yang stress pada hari tertentu

Cumulative Stress Index (CSI) merupakan indikator yang efektif untuk menilai ketahanan stres organisme akuatik. Nilai Cumulative Stress Index (CSI)

yang tinggi menunjukkan ketahanan stres yang rendah, sedangkan nilai Cumulative Stress Index (CSI) yang rendah menunjukkan ketahanan stres yang tinggi (Darsiani et al., 2024).

4.5.2 Survival Rate (SR)

Sintasan merupakan persentase organisme yang mampu bertahan hidup hingga akhir masa pemeliharaan dibandingkan dengan jumlah organisme yang ditebar pada awal pemeliharaan (Setiawati et al., 2013). Untuk menghitung sintasan larva, perlu dicatat jumlah larva yang berhasil bertahan hidup selama periode pemeliharaan. Perhitungan dilakukan menggunakan rumus:

$$S = Nt/No \times 100$$

Keterangan:

S = Sintasan (%)

Nt = Jumlah hewan uji yang hidup pada akhir penelitian (ekor)

No = Jumlah hewan uji yang hidup pada awal penelitian (ekor)

Indikator yang digunakan dalam pengukuran sintasan meliputi jumlah larva awal saat penebaran, jumlah larva hidup pada akhir pemeliharaan, serta lama waktu pemeliharaan. Persentase sintasan ini digunakan sebagai parameter utama untuk menilai keberhasilan pemeliharaan dan efektivitas perlakuan terhadap daya tahan hidup larva selama masa penelitian.

4.5.3 Kualitas Air

Pengukuran dan pengamatan kualitas air dilakukan terhadap suhu dan pH yang berpengaruh besar terhadap kelangsungan hidup serta kondisi fisiologis larva. Pengukuran pH dilakukan menggunakan pH meter digital, sedangkan suhu diukur menggunakan termometer. Pemantauan dilakukan setiap hari pada pagi dan sore

hari untuk memastikan kestabilan kondisi lingkungan selama masa pemeliharaan. Pergantian air dilakukan secara berkala, yaitu satu kali dalam tiga hari, dengan tujuan mengurangi stres pada larva akibat penurunan kualitas air yang disebabkan oleh akumulasi sisa pakan dan zat buangan metabolik.

Kualitas air yang stabil sangat penting bagi larva akuatik, karena perubahan suhu dan pH yang ekstrem dapat memicu stres fisiologis yang menghambat pertumbuhan, menurunkan sintasan, dan meningkatkan kerentanan terhadap penyakit. Menurut Zhang et al. (2021), suhu dan pH yang fluktuatif dapat mengganggu aktivitas enzimatik dan osmoregulasi pada organisme akuatik, sehingga menyebabkan ketidakseimbangan metabolisme. Selain itu, Hassan et al. (2022) juga menegaskan bahwa pemeliharaan kualitas air melalui manajemen yang baik seperti penggantian air secara berkala berkontribusi dalam menciptakan lingkungan yang optimal bagi pertumbuhan dan kelangsungan hidup larva.

4.6 Analisis Data Penelitian

Data yang diperoleh pada penelitian ini dianalisis menggunakan analisis Sidik Ragam (ANOVA), jika berpengaruh nyata maka di uji lanjut menggunakan uji W-Tuckey. Data yang diolah pada penelitian ini yaitu Cumulative Stress Index (CSI) dan Survival Rate (SR).

BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Cumulative Stress Index (CSI)

Hasil pengamatan CSI (Cumulative Stress Index) pada larva lobster air tawar *Cherax quadricarinatus* dengan pemberian suplementasi bahan organik berupa kombinasi glukosa dan multi asam amino dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Rata-Rata Cumulative Stress Index (CSI) larva lobster air tawar Cherax quadricarinatus yang diberikan dosis kombinasi Glukosa dan Asam Amino berbeda

Dosis Kombinasi Glukosa + Asam Amino	Rata-Rata CSI (ekor) / %
A (100 ppm + 250 ppm)	140 / 4,66%
B (150 ppm + 200 ppm)	139 / 4,64%
C (200 ppm + 150 ppm)	140 / 4,66%
D (250 ppm + 100 ppm)	139 / 4,63%

Berdasarkan hasil analisis ragam ANOVA menunjukkan pemberian kombinasi glukosa dan asam amino tidak berpengaruh nyata (P>0,05) (Lampiran 2) terhadap Cumulative Stress Index (CSI). Nilai signifikan (Sig.) sebesar 0,541 menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh yang signifikan antar kelompok perlakuan terhadap Cumulative Stress Index (CSI), karena nilai tersebut jauh di atas ambang batas signifikansi 0,05. Hasil Cumulative Stress Index (CSI) tertinggi yang diberikan perlakuan kombinasi glukosa dan asam amino dihasilkan pada perlakuan A dan C sebanyak 419 ekor, sedangkan Cumulative Stress Index (CSI) yang terendah dihasilkan pada perlakuan D sebanyak 417 ekor.

Pemberian glukosa terlarut dengan dosis 250 ppm dan asam amino 100 ppm terbukti dapat meningkatkan tingkat ketahanan stress larva lobster air tawar *Cherax*

quadricarinatus sehingga nilai Cumulative Stress Index (CSI) menjadi rendah. Hal ini disebabkan karena glukosa berfungsi untuk menyediakan energi pada larva, mengingat bahwa sistem pencernaaan larva belum sepenuhnya berkembang sehingga dibutuhkan bahan organik yang dapat langsung dimanfaatkan sebagai sumber energi tanpa melalui proses pencernaan (Firani, 2019) dan asam amino berfungsi sebagai nutrisi tambahan yang dapat meningkatkan metabolisme sehingga tingkat kelangsungan hidup tinggi (Coutinho et al. 2016).

Berdasarkan Tabel 4 dan Lampiran 1, hasil pengamatan terhadap Cumulative Stress Index (CSI) menunjukkan bahwa pemberian kombinasi bahan organik berupa glukosa dan multi asam amino pada larva lobster air tawar *Cherax quadricarinatus* berdampak terhadap ketahanan stres larva. Seluruh perlakuan menghasilkan nilai Cumulative Stress Index (CSI) yang relatif stabil, berkisar antara 4,63 hingga 4,66, yang mengindikasikan bahwa larva masih mampu beradaptasi terhadap kondisi lingkungan selama pemeliharaan. Perlakuan D (glukosa 250 ppm + asam amino 100 ppm) menunjukkan nilai Cumulative Stress Index (CSI) terendah sebesar 4,63% sebanyak 139 ekor, yang menandakan ketahanan stres larva tertinggi. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi dosis tersebut mampu menyediakan energi yang cukup dari glukosa dan dukungan nutrien esensial dari asam amino dalam jumlah yang seimbang untuk mendukung fungsi metabolisme dan respon stres. Menurut Holecek (2022), efisiensi metabolisme asam amino sangat tergantung pada ketersediaan energi, dan ketidakseimbangan antara keduanya dapat memengaruhi proses pemulihan jaringan serta daya tahan terhadap stres. Sementara itu, Perlakuan A dan C sama-sama

menghasilkan nilai Cumulative Stress Index (CSI) tertinggi sebesar 4,66 sebanyak 140 ekor, yang menunjukkan bahwa larva dalam perlakuan tersebut mengalami stres yang lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya. Dosis glukosa yang rendah pada perlakuan A, serta penurunan asam amino pada perlakuan C, tidak menciptakan keseimbangan nutrisi yang optimal bagi larva. Zhang et al. (2024) menyatakan bahwa ketidakseimbangan antara protein dan karbohidrat dapat menyebabkan gangguan metabolik dan memperburuk respon fisiologis terhadap tekanan lingkungan. Meskipun perbedaan nilai Cumulative Stress Index (CSI) antar perlakuan tidak terlalu besar, hasil ini memperkuat pemahaman bahwa proporsi dan keseimbangan pemberian nutrien, khususnya antara glukosa sebagai sumber energi dan asam amino sebagai pendukung metabolisme, sangat berpengaruh terhadap ketahanan stres larva. Kombinasi yang tepat tidak hanya meningkatkan performa fisiologis larva tetapi juga memperkuat daya tahannya terhadap tekanan lingkungan selama masa pemeliharaan (Li et al., 2021).

Perlakuan A (glukosa 100 ppm + asam amino 250 ppm) menunjukkan nilai Cumulative Stress Index (CSI) tertinggi sebesar 4,66 sebanyak 140 ekor, yang menandakan bahwa larva mengalami stres tertinggi. Dosis glukosa yang terlalu rendah tidak mencukupi kebutuhan energi untuk mendukung aktivitas metabolik dan adaptasi larva terhadap lingkungan. Meskipun asam amino diberikan dalam dosis tinggi, tanpa dukungan energi yang cukup, asam amino tidak dapat dimanfaatkan secara optimal dalam proses biosintesis protein dan pengaturan osmoregulasi. Hal ini sejalan dengan pernyataan Holecek (2022) bahwa efisiensi pemanfaatan asam amino sangat bergantung pada ketersediaan energi yang

memadai.

Perlakuan B (glukosa 150 ppm + asam amino 200 ppm) menghasilkan nilai Cumulative Stress Index (CSI) sebesar 4,64 sebanyak 139 ekor, yang masih tergolong tinggi dan mencerminkan kondisi fisiologis larva yang belum stabil. Penambahan glukosa yang sedikit lebih tinggi dibandingkan perlakuan A belum mampu secara efektif meningkatkan ketahanan stres. Asupan energi masih belum optimal, sementara dosis asam amino juga belum cukup rendah untuk menciptakan keseimbangan metabolik. Menurut Li et al. (2021), keseimbangan antara makronutrien, terutama karbohidrat dan protein, sangat penting dalam menjaga stabilitas fisiologis organisme akuatik terhadap stres lingkungan.

Perlakuan C (glukosa 200 ppm + asam amino 150 ppm) juga menghasilkan nilai Cumulative Stress Index (CSI) yang sama tinggi dengan perlakuan A, yaitu sebesar 4,66 dan sebanyak 140 ekor. Meski kadar glukosa meningkat, penurunan dosis asam amino membuat keseimbangan nutrisi tetap tidak tercapai. Kelebihan glukosa yang tidak diimbangi dengan cukup asam amino dapat meningkatkan tekanan osmotik serta mempercepat metabolisme yang justru memperparah stres fisiologis larva. Zhang et al. (2024) menjelaskan bahwa ketidakseimbangan asupan energi dan protein dapat memicu stres oksidatif dan menurunkan daya tahan larva terhadap lingkungan yang berubah.

Perlakuan D (glukosa 250 ppm + asam amino 100 ppm) menghasilkan nilai Cumulative Stress Index (CSI) terendah sebesar 4,63 sebanyak 139 ekor, menunjukkan tingkat stres terendah dan ketahanan larva yang paling baik. Dosis glukosa tinggi menyediakan energi yang cukup untuk mendukung proses

metabolik, sedangkan dosis asam amino yang rendah namun masih mencukupi tetap mendukung fungsi biologis penting seperti sintesis protein dan perbaikan jaringan. Kombinasi ini memberikan keseimbangan nutrisi yang optimal. Seperti dikemukakan oleh Huang et al. (2020), keseimbangan antara karbohidrat dan asam amino sangat penting untuk mendukung respon imun dan mempertahankan homeostasis larva akuatik di bawah tekanan lingkungan.

Berdasarkan hasil penelitian ini, tingkat ketahanan stres larva lobster air tawar yang diberikan kombinasi glukosa dan asam amino menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Syahrul, Karim, dan Zainuddin (2024). Penelitian tersebut melaporkan bahwa suplementasi glukosa terlarut pada larva *Cherax quadricarinatus* menghasilkan nilai Cumulative Stress Index (CSI) sebesar 47,67%, yang jauh lebih tinggi dibandingkan hasil pada penelitian ini. Dalam penelitian ini, nilai Cumulative Stress Index (CSI) tertinggi yang diperoleh hanya sebesar 4,66% pada perlakuan A dan C, sedangkan nilai Cumulative Stress Index (CSI) terendah, yaitu 4,63%, ditemukan pada perlakuan D, yang menunjukkan tingkat ketahanan stres terbaik. Perbedaan ini menunjukkan bahwa penambahan asam amino bersama glukosa memberikan pengaruh positif dalam menekan stres fisiologis larva. Meskipun metode dan parameter pengukuran pada kedua penelitian tidak sepenuhnya identik, hasil ini menunjukkan bahwa kombinasi glukosa dan multi asam amino dalam proporsi yang tepat lebih efektif dalam meningkatkan ketahanan stres larva dibandingkan dengan pemberian glukosa tunggal.

5.2 Survival Rate (SR)

Hasil pengamatan Survival Rate (SR) pada larva lobster air tawar Cherax quadricarinatus dengan pemberian suplementasi bahan organik berupa kombinasi glukosa dan multi asam amino dapat dilihat pada Tabel 5 dan Lampiran 3.

Tabel 5. Nilai Rata-Rata Sintasan (SR) Larva Lobster Air Tawar Cherax quadricarinatus yang Diberikan Dosis Kombinasi Glukosa dan Asam Amio Berbeda

Dosis Kombinasi Glukosa + Asam Amino	Rata-Rata SR
A (100 ppm + 250 ppm)	89%
B (150 ppm + 200 ppm)	85%
C (200 ppm + 150 ppm)	80%
D (250 ppm + 100 ppm)	91%

Berdasarkan hasil analisis ragam ANOVA menunjukkan bahwa dengan pemberian kombinasi glukosa dan asam amino tidak berpengaruh nyata (P>0,05) (Lampiran 4) terhadap Survival Rate. Nilai signifikansi (Sig.) sebesar 0,967 menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh yang signifikan antar kelompok perlakuan terhadap Survival Rate (SR). Nilai ini jauh melebihi batas signifikansi 0,05, sehingga perbedaan Survival Rate (SR) antar perlakuan tidak bermakna secara statistik. Dengan demikian, perlakuan yang diberikan tidak memberikan perbedaan yang signifikan terhadap Survival Rate (SR). Hasil rata-rata nilai Survival Rate (SR) tertinggi yang diberikan dosis kombinasi glukosa dan asam amino dihasilkan pada perlakuan D sebesar 91%, sedangkan Survival Rate (SR) yang terendah dihasilkan pada perlakuan C sebesar 80%, namun angka ini masih tergolong tinggi dalam kelangsungan hidup larva.

Pemberian glukosa terlarut dengan dosisi 250 ppm dan asam amino 100 ppm, menghasilkan nilai Survival Rate (SR) tertinggi sebesar 91%. Hal ini menunjukkan bahwa proporsi tersebut mampu memberikan dukungan fisiologis yang optimal bagi larva *Cherax quadricarinatus*. Glukosa berperan penting sebagai sumber energi utama yang digunakan dalam proses metabolisme, pemulihan sel, dan respon terhadap stres, sehingga menciptakan kondisi tubuh yang stabil selama masa pemeliharaan (Holecek, 2022). Meskipun jumlah asam amino dalam perlakuan ini rendah, ketersediaan energi dari glukosa yang cukup dapat mengurangi pemanfaatan asam amino sebagai energi, sehingga asam amino yang tersedia lebih banyak digunakan untuk sintesis protein dan perbaikan jaringan (Li et al., 2021). Efisiensi penggunaan asam amino yang meningkat karena adanya dukungan energi yang memadai ini memungkinkan larva memiliki ketahanan fisiologis yang baik dan mempertahankan tingkat kelangsungan hidup yang tinggi.

Berdasarkan Tabel 5 dan Lampiran 4, hasil pengamatan Survival Rate (SR) larva lobster air tawar *Cherax quadricarinatus* menunjukkan bahwa pemberian kombinasi glukosa dan multi asam amino berpengaruh terhadap tingkat kelangsungan hidup larva. Persentase Survival Rate (SR) dari masing-masing perlakuan berada dalam kisaran 80% hingga 91%, yang secara umum mencerminkan kondisi fisiologis larva yang stabil selama pemeliharaan. Perlakuan D menghasilkan nilai Survival Rate (SR) tertinggi sebesar 91%, yang mengindikasikan bahwa kombinasi glukosa 250 ppm dan asam amino 100 ppm memberikan efek paling optimal dalam mendukung kelangsungan hidup larva. Keberhasilan ini dapat dikaitkan dengan peran glukosa sebagai sumber energi

utama yang mendukung metabolisme dasar dan respons adaptif larva terhadap tekanan lingkungan (Holecek, 2022). Sementara itu, perlakuan C memberikan Survival Rate (SR) terendah sebesar 80%, meskipun masih tergolong dalam rentang kelangsungan hidup yang layak. Kombinasi glukosa yang tinggi (200 ppm) dengan asam amino yang lebih rendah (150 ppm) pada perlakuan ini dinilai kurang seimbang dalam memenuhi kebutuhan energi dan protein larva. Menurut Li et al. (2021), ketersediaan energi dari glukosa yang terlalu tinggi tanpa diimbangi oleh asupan asam amino yang cukup dapat menyebabkan tekanan metabolik, karena glukosa yang berlebih tidak dapat dimanfaatkan secara efisien untuk sintesis protein dan pemeliharaan jaringan. Oleh karena itu, keseimbangan antara glukosa dan asam amino sangat penting untuk mendukung kelangsungan hidup larva secara optimal.

Perlakuan A (Glukosa 100 ppm + Asam Amino 250 ppm), memberikan hasil Survival Rate (SR) dengan nilai rata-rata sekitar 89%, termasuk nilai kedua tertinggi setelah perlakuan D. Hal ini menunjukkan bahwa dengan kombinasi glukosa yang rendah dan asam amino yang tinggi dapat menudukung sintasan larva. Asam amino yang tinggi berfungsi sebagai nutrisi tambahan dan dapat meningkatkan metabolisme pada ikan sehingga meningkatkan tingkat kelangsungan hidup (Coutinho et al. 2016).

Perlakuan B (Glukosa 150 ppm + Asam Amino 200 ppm) menghasilkan nilai rata-rata Survival Rate (SR) sebesar 85%, sedikit lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan A (89%) dan D (91%). Nilai ini masih tergolong baik, namun menunjukkan bahwa kombinasi dosis pada perlakuan ini belum seoptimal perlakuan D dalam mendukung kelangsungan hidup larva. Efektivitas suatu

kombinasi bahan organik dalam meningkatkan kelangsungan hidup larva sangat dipengaruhi oleh keseimbangan antara sumber energi (glukosa) dan nutrisi struktural (asam amino). Menurut Hoseini et al. (2018), keseimbangan ini penting karena kelebihan atau kekurangan salah satu komponen dapat mengganggu fungsi metabolisme, memperlambat pemulihan stres, dan menurunkan efisiensi penggunaan nutrien. Oleh karena itu, meskipun kombinasi pada perlakuan B memberikan hasil yang cukup baik, dosis tersebut belum memberikan efek maksimal dalam meningkatkan daya tahan dan sintasan larva.

Perlakuan C (Glukosa 200 ppm + Asam Amino 150 ppm) menghasilkan Survival Rate (SR) terendah dibandingkan perlakuan lainnya, yaitu sebesar 80%. Nilai ini menunjukkan bahwa kombinasi kadar glukosa yang tinggi dengan asupan asam amino yang tidak mencukupi kurang efektif dalam mendukung kelangsungan hidup larva. Ketidakseimbangan antara sumber energi (glukosa) dan nutrien esensial (asam amino) dapat mengganggu proses metabolisme dan memperbesar risiko stres fisiologis pada larva. Menurut Li et al. (2021), glukosa dalam jumlah tinggi dapat meningkatkan tekanan osmotik dan menghasilkan produk samping metabolik yang berlebih, seperti radikal bebas, jika tidak diimbangi oleh pasokan asam amino yang memadai untuk mendukung detoksifikasi dan perbaikan jaringan. Kondisi ini menyebabkan terganggunya fungsi seluler dan penurunan efisiensi pemanfaatan nutrisi, yang pada akhirnya menurunkan sintasan larva.

Perlakuan D (glukosa 250 ppm + asam amino 100 ppm) menghasilkan tingkat kelangsungan hidup Survival Rate (SR) tertinggi, yaitu sebesar 91%. Hasil ini menunjukkan bahwa kadar glukosa yang tinggi mampu menyediakan energi

langsung bagi larva, terutama karena sistem pencernaan larva belum berkembang sempurna. Glukosa yang larut dalam air dapat diserap dengan cepat tanpa harus dicerna terlebih dahulu, sehingga larva tetap mendapatkan energi untuk bertahan hidup. Menurut Zhang et al. (2024), glukosa berperan penting dalam proses metabolisme energi dan dapat membantu organisme akuatik, seperti kepiting, dalam menghadapi stres lingkungan. Meskipun kadar asam amino pada perlakuan ini rendah, jumlah tersebut masih cukup untuk mendukung fungsi penting seperti pembentukan jaringan dan perbaikan sel, sehingga larva tetap mampu bertahan hidup dengan baik.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Survival Rate (SR) larva lobster air tawar *Cherax quadricarinatus* lebih tinggi dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya. Misalnya, Mutmainnah et al. (2019) melaporkan tingkat kelangsungan hidup larva *Portunus pelagicus* berkisar antara 60–70% setelah diberi glukosa terlarut. Sementara itu, penelitian oleh Putri (2019) yang menggunakan pakan cacing tanah pada larva *Cherax quadricarinatus* menunjukkan SR yang lebih rendah, yaitu sekitar 50–60%. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa faktor jenis nutrisi dan perlakuan yang diberikan sangat memengaruhi kelangsungan hidup larva. Kombinasi pemberian glukosa sebesar 250 ppm dan asam amino 100 ppm dalam penelitian ini terbukti lebih efektif dalam mendukung kelangsungan hidup larva. Glukosa memberikan sumber energi langsung yang mudah diserap, sedangkan asam amino mendukung proses metabolisme dan perbaikan jaringan larva. Kombinasi ini dinilai mampu meningkatkan ketahanan larva terhadap stres dan kondisi lingkungan selama pemeliharaan, sehingga menghasilkan tingkat

sintasan yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan pada penelitian sebelumnya.

Pemberian kombinasi glukosa dan multi asam amino terbukti memberikan pengaruh untuk menurunkan Cumulative Stress Index (CSI) dan meningkatkan Survival Rate (SR) larva lobster air tawar *Cherax quadricarinatus*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua perlakuan memberikan nilai Cumulative Stress Index (CSI) yang rendah dan Survival Rate (SR) yang tinggi. Perlakuan D (glukosa 250 ppm + asam amino 100 ppm) mencatat nilai Cumulative Stress Index (CSI) terendah sebesar 4,63, yang menunjukkan bahwa kombinasi dosis tersebut mampu meningkatkan daya tahan larva terhadap stres lingkungan. Hal ini sejalan dengan pendapat Zhang et al. (2024), yang menyatakan bahwa glukosa dapat berfungsi sebagai sumber energi cepat bagi organisme akuatik, terutama dalam kondisi stres, karena dapat langsung digunakan dalam proses metabolisme tanpa harus melalui proses pencernaan kompleks. Selain itu, pada perlakuan D, nilai Survival Rate (SR) tertinggi sebesar 91% juga mendukung temuan bahwa kombinasi tersebut efektif dalam meningkatkan kelangsungan hidup larva. Menurut Coutinho et al. (2016), asam amino memainkan peran penting dalam sintesis protein dan pemeliharaan jaringan, yang krusial untuk pertumbuhan dan perbaikan sel, terutama pada fase larva. Ketersediaan energi dari glukosa dan nutrisi dari asam amino secara bersamaan menciptakan kondisi fisiologis yang optimal bagi larva untuk bertahan hidup selama masa pemeliharaan, khususnya pada fase awal kehidupan saat sistem pencernaan belum sepenuhnya berkembang.

Perlakuan A, yang mengombinasikan glukosa rendah (100 ppm) dengan asam amino tinggi (250 ppm), menghasilkan nilai Cumulative Stress Index (CSI) tertinggi sebesar 4,66 dan nilai Survival Rate (SR) sebesar 89%. Hasil ini menunjukkan bahwa meskipun asam amino esensial berperan penting dalam proses metabolisme, regenerasi sel, dan sintesis protein yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan respons terhadap stres lingkungan, namun jika tidak didukung oleh suplai energi yang cukup (dalam hal ini glukosa), efektivitasnya dalam menekan stres tidak maksimal. Temuan ini sejalan dengan penelitian oleh Nofrizal et al. (2019), yang menyatakan bahwa suplementasi asam amino dalam pakan larva ikan patin dapat meningkatkan kelangsungan hidup serta menurunkan mortalitas akibat penurunan kualitas air. Meskipun SR tinggi, tingginya CSI mengindikasikan bahwa larva berada dalam kondisi stres, sebagaimana dijelaskan oleh Putra dan Sari (2021), bahwa pengukuran Cumulative Stress Index (CSI) perlu dipadukan dengan Survival Rate (SR) untuk mendapatkan gambaran yang utuh tentang kondisi fisiologis organisme akuatik.

Sebaliknya, perlakuan C, yang terdiri dari glukosa tinggi (200 ppm) dan asam amino sedang (150 ppm), menunjukkan hasil yang kurang optimal, dengan nilai Survival Rate (SR) terendah sebesar 80% dan nilai Cumulative Stress Index (CSI) tetap tinggi yaitu 4,66. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan kadar glukosa tanpa disertai cukup asam amino tidak efektif dalam meningkatkan ketahanan hidup larva, bahkan dapat menimbulkan ketidakseimbangan metabolik. Menurut Wijayanti et al. (2020), kelebihan karbohidrat dalam pakan larva udang dapat meningkatkan kadar amonia dalam media budidaya, yang berdampak buruk

terhadap kelangsungan hidup dan kesehatan larva.

Sementara itu, perlakuan D yang mengandung glukosa tertinggi (250 ppm) dan asam amino terendah (100 ppm), justru memberikan hasil paling optimal, dengan nilai Cumulative Stress Index (CSI) terendah sebesar 4,63 dan nilai Survival Rate (SR) tertinggi sebesar 91%. Hasil ini mengindikasikan bahwa pemberian glukosa pada dosis tinggi dapat memberikan energi yang cukup bagi larva, terutama karena larva masih memiliki sistem pencernaan yang belum berkembang sempurna. Dalam kondisi ini, glukosa sebagai sumber energi instan dapat langsung dimanfaatkan tanpa melalui proses pencernaan kompleks, sehingga membantu larva bertahan dari tekanan lingkungan. Hal ini sejalan dengan temuan Rantetondok dan Karim (2010, *dalam* Syahrul, 2024), yang menyebutkan bahwa pada fase awal kehidupan, larva sangat membutuhkan bahan organik terlarut yang dapat langsung diserap sebagai sumber energi untuk meningkatkan ketahanan hidupnya.

Berdasarkan temuan ini, dapat disimpulkan bahwa keseimbangan antara energi (glukosa) dan komponen penyusun tubuh (asam amino) sangat penting dalam mendukung performa larva lobster air tawar. Kombinasi dosis yang tepat seperti pada perlakuan D memberikan hasil paling optimal, baik dari ketahanan stress maupun tingkat kelangsungan hidup larva lobster air tawar *Cherax quadricarinatus*. Hasil penelitian ini memberikan landasan bagi pengembangan pakan fungsional berbasis bahan organik untuk meningkatkan efisiensi produksi benih lobster air tawar secara berkelanjutan.

5.3 Kualitas Air

Hasil pengamatan Kualitas Air pada larva lobster air tawar *Cherax quadricarinatus* dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Kisaran Nilai Kualitas Air Larva Lobster Air Tawar *Cherax quadricarinatus* Selama Masa Penelitian

Parameter Kualitas Air	Kisaran
pH	7,15 – 8,88
Suhu	23,4 – 29,7

Berdasarkan hasil pengamatan kualitas air selama masa pemeliharaan, aspek yang diamati meliputi suhu dan pH. Hasil menunjukkan bahwa pH berkisar antara 7,15 hingga 8,88, sedangkan suhu berkisar antara 23,4°C hingga 29,7°C. Pengamatan dilakukan secara rutin pada pagi dan sore hari untuk memantau kestabilan kondisi media pemeliharaan. Kedua pengamatan ini berperan penting dalam mendukung proses fisiologis larva lobster air tawar (*Cherax quadricarinatus*).

Nilai pH yang diperoleh selama penelitian masih tergolong layak untuk mendukung kehidupan larva. Menurut Astiyani et al. (2024), pH optimal untuk budidaya larva lobster air tawar berkisar antara 6,5 hingga 8,5. Walaupun nilai pH tertinggi dalam penelitian ini sedikit melebihi batas optimal, yaitu mencapai 8,88, kondisi tersebut masih dapat ditoleransi asalkan tidak terjadi perubahan yang drastis. Stabilitas pH membantu menjaga keseimbangan enzimatis dan metabolisme larva agar tetap berjalan normal.

Suhu air juga termasuk dalam kisaran optimal untuk pemeliharaan larva, yaitu antara 23,4°C hingga 29,7°C. Suhu ini mendekati rentang ideal yang disarankan

untuk *Cherax quadricarinatus*, yaitu 24°C hingga 30°C (Paputungan et al., 2021). Suhu yang mendekati batas optimal dapat tetap diterima oleh larva asalkan tidak terjadi fluktuasi mendadak, karena perubahan suhu yang ekstrem dapat memicu stres dan berdampak negatif terhadap pertumbuhan serta daya tahan larva terhadap penyakit.

Dengan demikian, kualitas air yang terjaga selama penelitian memberikan kondisi lingkungan yang mendukung bagi larva lobster air tawar. Suhu dan pH yang stabil memungkinkan larva untuk tumbuh dengan baik, mempertahankan tingkat kelangsungan hidup yang tinggi, serta meminimalkan risiko stres. Hal ini menunjukkan bahwa pengelolaan kualitas air, melalui pengamatan suhu dan pH secara berkala, menjadi aspek penting dalam menunjang keberhasilan budidaya larva lobster air tawar secara optimal.

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pemberian kombinasi glukosa dan asam amino tidak memberikan pengaruh terhadap Cumulative Stress Index (CSI) lobster air tawar *Cherax quadricarinatus*.
2. Pemberian kombinasi glukosa dan asam amino tidak memberikan pengaruh terhadap Survival Rate (SR) larva lobster air tawar *Cherax quadricarinatus.*
3. Dosis optimal untuk menurunkan Cumulative Stress Index (CSI) dan meningkatkan Survival Rate (SR) dihasilkan pada dosis kombinasi glukosa dan asam amino yaitu 250 ppm + 100 ppm.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini disarankan untuk kegiatan pembenihan menggunakan dosis kombinasi glukosa 250 ppm dan asam amino 100 ppm, karena terbukti mampu menurunkan Cumulative Stress Index (CSI) dan meningkatkan Survival Rate (SR) larva lobster air tawar *Cherax quadricarinatus*. Penelitian lanjutan disarankan untuk mengeksplorasi kombinasi dosis glukosa dan asam amino lainnya untuk mengetahui proporsi yang paling efektif dalam meningkatkan ketahanan stres dan kelangsungan hidup larva.

DAFTAR PUSTAKA

Asmirati, A. (2020). Pengaruh Pemberian Multi Asam Amino Terlarut Terhadap Tingkat Ketahanan Stres dan Sintasan Larva Udang Vaname *(Litopenaeus vannamei*). Doctoral Dissertation, Universitas Hasanuddin.

Astiyani, N. P. Y., Sutarma, I. G. P., & Suryono, A. (2024). Pengaruh Kualitas Air terhadap Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Benih Lobster Air Tawar (*Cherax quadricarinatus*). *Jurnal Akuakultur Tropis*, *9*(1), 15–22.

Barki, F., Smith, J., & Tan, H. (2019). Effects of Dietary Supplements on Crustacean Growth and Survival. *Aquaculture Research*, 50(5), 1234–1245.

Chrousos, G. P., & Gold, P. W. (2024). Stress and Neuroendocrinology: Implications for Aquaculture Species. *Frontiers in Endocrinology*, 15, 101–115.

Coutinho, F., Oliveira, T., & Lima, P. (2016). Amino Acid Supplementation and Survival in Fish Larvae. *Aquaculture Nutrition*, 22(3), 521–530.

Damanik, A. M. (2019). Karakteristik Profil Asam Amino pada Daging Ikan Patin (*Pangasius Sp*.) Berdasarkan Habitat. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau. Pekanbaru.

Darsiani, D., Annisa, C. N., Zulfiani, Z., Yuniati, D., Haser Samudra, T. F., Mahfud, C. R., Qori Tartila, S. S., Harahap, A., & Purnama Febri, S. (2024). Potential Reduction of Stress Levels and Improving Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Growth Performance with Probiotic Application. *Journal of Aquaculture Science*, 9(2), 63–73

Devi, S. (2020). Pengaruh Pemberian Multi Asam Amino Terlarut terhadap Percepatan Metamorfosis Benih Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). Doctoral Dissertation, Universitas Hasanuddin.

Fahad, S., Ali, R., & Khan, M. (2023). Nutritional Modulation of Crustacean Larvae Under Stress Conditions. *Aquaculture Nutrition*, 29(7), 987–1002.

Fatimah M., Y. Andriani, Y. Dhahiyat dan H. Krettiawan. (2016). Penambahan Eksrak Kulit Pisang pada Pakan Komersial sebagai Upaya Menurunkan Kanibalisme Udang Galah (*Macrobrachium rosenbergii de mann*). *Jurnal Perikanan Kelautan*, 7(1):75-83

Firani, R. (2019). Glucose Utilization in Early Larval Stages of Crustaceans. *Journal of Crustacean Biology*, 39(2), 145–152.

Fujaya, Y. 2015. Fisiologi Ikan dan Aplikasinya pada Perikanan. Penerbit Pustaka

Guderley, H. (2024). Energy Metabolism and Stress Resistance in Aquatic Organisms. *Journal of Comparative Physiology B*, 194, 215–230.

Hassan, M. M., Rashid, N., Muhaimeed, F., Madlul, H., Al-Katib, S., & Sulaiman, M. (2022). Water Quality Management and Stress Mitigation in Aquacultue. *Aquaculture and Fisheries*, 7(1), 12–22.

Hastuti, S., I. Mokoginta, D. Dana, dan T. Sukardi. 2004. Resistensi terhadap Stres dan Respons Imunitas Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy*) yang Diberi Pakan Mengandung Kromium-Ragi. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*, Vol. 1 (1): 15-21.

Hepshen, L. (2024). Ensuring Larval Development Through Proper Water Quality Management. *Journal of Aquaculture Research and Development*, 15(7)

Holeček, M. (2022). Muscle Amino Acid and Adenine Nucleotide Metabolism during Exercise and in Liver Cirrhosis: Speculations on How to Reduce the Harmful Effects of Ammonia. *Metabolites*, 12(10), 971.

Hoseini, S. M., Pérez-Jiménez, A., Costas, B., Azeredo, R., & Gesto, M. (2019). Physiological Roles of Tryptophan in Teleosts. *Reviews in Aquaculture*, *11*(1), 3–24.

Huang, Y., Liu, X., & Zhang, P. (2018). The Role of Glucose and Amino Acids in Crustacean Larval Survival. *Aquaculture International*, 26, 455–468.

Huang, Z., Aweya, J. J., Zhu, C., Tran, N. T., Hong, Y., Li, S., Yao, D., & Zhang, Y. (2020). Modulation of Crustacean Innate Immune Response by Amino Acids and Their Metabolites: Inferences from other species. *Frontiers in Immunology*, 11,24-31.

Hutabarat Gm, Rahmawati D, Pinandoyo. 2015. Performa Pertumbuhan Benih Lobster Air Tawar (*Cherax quadricarinatus*) Melalui Penambahan Enzim Papain dalam Pakan Buatan. *Journal of Akuaculture Managemant and Thecnonology* 4(1): 10-8.

Imran, M. A., Y. Maharani., H. Marding., A. Dahliah & M. Y. Karim. 2018. Use of Dissolved Glucose on Cultured Media on The Survival Rate, Growth Rate and Stres Resistance of Saline Tilapia Larvae (*Oreochromis niloticus*). *Journal Of Fisheries And Marine Science*. Vol 1, No 2, Hlm 1.

Irianto, A. 2005. Patologi Ikan Teleostei. Gadjah Mada. University Press. Yogyakarta.

Jahan, N., Ahmed, S., & Rahman, M. (2024). Impact of Diet Composition on Larval Shrimp Stress Response. *Aquaculture Reports*, 30, 100735.

Jamal, M. 1995. Pengaruh Pemberian Bahan Organik Terlarut (Glukosa) pada Media Budidaya terhadap Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Larva Ikan Betutu (*Oxyeleotris marmorata*). Tesis. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Junaidi, M., & Hamzah, M. S. (2015). Water Quality and its Effect on Growth and Survival Rate of Lobster Reared in Floating Net Cage in Ekas Bay, West Nusa Tenggara Province. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 6(2)

Khan, S., & Khan, M. (2021). Amino Acid Supplementation for Crustacean Larval Development. *Aquaculture Research*, 52(4), 1568–1578.

Khan, S., & Qureshi, R. (2020). Effects of Carbohydrate Protein Ratio on Crustacean Larval Growth. *Aquaculture Nutrition*, 26(3), 1023–1032.

Kropielnicka-Kruk, K., Fitzgibbon, Q. P., Codabaccus, B. M., Trotter, A. J., Giosio, D. R., Carter, C. G., & Smith, G. G. (2022). The Effect of Feed Frequency on Growth, Survival and Behaviour of Juvenile Spiny Lobster (*Panulirus ornatus*). *Animals*, 12(17), 2241

Lamadi, A. (2024). Glucose Metabolism inAaquatic Invertebrates. *Marine Biology Research*, 20(2), 145–160.

Li, X., Han, T., Zheng, S., & Wu, G. (2021). Nutrition and Functions of Amino Acids in Aquatic Crustaceans. *Advances in Experimental Medicine and Biology* (Vol. 1285, pp. 169–198).

Lie, O., Sunde, J., & Torrissen, O. (2009). Amino Acids in Aquaculture Nutrition: Effects on Growth and Stress Resistance. *Fish Physiology and Biochemistry*, 35, 195–206.

Lukito, A., &Prayugo, S. (2007). Panduan Lengkap Lobster Air Tawar.Jakarta: Penebar Swadaya.

Meijboom, F., Peters, R., & Van der Meer, J. (2024). Nutritional Strategies to Enhance Crustacean Larval Survival. *Aquaculture International*, 32, 411–427.

Misbah, I. 2018. Kajian Kombinasi Salinitas dan Asam Amino Terlarut pada Pemeliharaan Larva Kepiting Bakau (*Scylla tranquebarica fabricius*). Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin Makassar. Disertasi

Mutmainnah, N. (2019). Pengaruh Pemberian Glukosa Terlarut Terhadap Sintasan dan Performa Larva Rajungan *Portunus Pelagicus* Stadia Zoea Sampai Megalopa. Doctoral Dissertation, Universitas Hasanuddin.

Mutmainnah, N., Karim, MY, & Aslamyah, S. (2019). Pengaruh Glukosa Terlarut terhadap Tingkat Kelangsungan Hidup dan Performa Larva Rajungan *Portunus pelagicus* dari Stadia Zoea Hingga Megalopa. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies* , 7 (6).

Mutmainnah, N., Yunus, Y. E., Karim, M. Y., & Yani, F. I. (2024). Penambahan Multi Asam Amino pada Media Pemeliharaan Larva Rajungan (*Portunus Pelagicus)* untuk Laju Percepatan Metamorfosis Stadia Zoea Hingga Megalopa. *Journal Galung Tropika*, 13(1), 1-10.

Nofrizal, R., Putra, D., & Sari, A. (2019). Amino Acid Supplementation Improves Survival of Pangasius Hypophthalmus Larvae. *Aquaculture Research*, 50, 1020–1030.

Nurhatijah, K., Kurnia, I., Permatasari, I., Humeira, R. A., Azhar, R., Masyitah, M., & Zulvira, D. (2025). Evaluation of the Effectiveness of Different Culture Media on The Domestication of Freshwater Lobster (*Cherax quadricarinatus*). *Roce Wisdom Aceh Journal*, 2(1), 281–288.

Nurwahidah, N. (2021). Pengaruh Suplementasi Multi Asam Amino terhadap Sintasan dan Ketahanan Stres Larva Ikan Kakap Putih (*Lates calcarifer*). Doctoral Dissertation, Universitas Hasanuddin.

Paputungan, F,.Mingkid,W dan Hariyani,S. (2021). Tingkat Kelangsungan Hidup Juvenil Lobster Air Tawar 'Red Claw' (*Cherax quadricarinatus*) dengan Pemberian Pakan Alami Berbeda. *eJournal Budidaya Perairan*, 9 (1),27-32.

Patoka, J., Bláha, M., & Kopecký, O. (2025). Optimizing Feed Composition for Freshwater Crayfish Larvae. *Aquaculture Reports*, 40, 101102.

Prihadi. T, H., A. Saputra., G, H. Huwoyon & B. Pantjara. (2017) Pengaruh Kepadatan terhadap Sintasan, Pertumbuhan dan Gambaran Darah Benih Ikan Betutu (*Oxyeleotris marmorata*). *Jurnal Riset Akuakultur*, Vol.12 (4), Hal. 341-350.

Putra, D., & Sari, A. (2021). Physiological Indicators in Aquaculture: Linking Stress and Survival. *Aquaculture Reports*, 21, 100819.

Putri, A. (2019). Effect of Earthworm-based Feed on Survival of Cherax quadricarinatus Larvae. *Journal of Aquaculture Science*, 8(1), 45–53.

Rahayu, W.S., P, I. Utami, F, Haryadin. (2020). Analisis Asam Amino dengan Metode KCKT dan Agen Penderivat Ninhidrin. *Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat* V ISBN:978-602-6697-66-0.

Rantetondok, A. & Karim, Y.M. 2010. Peningkatan Kekebalan Larva Kepiting Bakau (*Scyllca serrata*) Melalui Pencegahan Serangan Parasit dengan Pemberian Glukosa pada Media Pemeliharaan. Jurusan Perikanan. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Universitas Hasanuddin. Indonesia *Aquaqulture Society*. Vol. 11, No. 1: 49-60.

Ress, J. F., K. Cure, S. Piyatiratitivorakul, P. Sorgeloos, and P. Menasveta. (1994). Highly Unsaturated Fatti Acid Requirements of Penaeus Monodon Postlarvae: An Experimental Approach Based on Artemia Enrichment. *Aquaculture*, 122; 193-207.

Ribeiro, L., & Araujo, F. (2024). Larval Stress Response and Survival in Freshwater Crayfish. *Aquaculture Science*, 36(1), 22–35.

Rocha, F., J. Dias., S. Engrola., P. Gavaia., I. Geurde., M. T. Dinis And S. Panserat. 2015. Glucose Metabolism and Gene Expression in Juvenile Zebrafish (*Danio rerio*) Challenged With a High Carbohydrate Diet: Effects of an Acute Glucose Stimulus During Late Embryonic Life. *British Journal Of Nutrition*. Vol 113, 403–413

Setiawati, J. E., Adiputra, Y. T., & Hudaidah, S. (2013). Pengaruh Penambahan Probiotik Pada Pakan dengan Dosis Berbeda Terhadap Pertumbuhan, Kelulushidupan, Efisiensi Pakan dan Protein Ikan Patin (*Pangasius hypothalmus*), *E-Journal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, 1 (2), 151-162.

Snyder, G., Wallis, G., & Collins, R. (2012). Stress Physiology in Aquatic Invertebrates. *Journal of Experimental Marine Biology*, 422, 67–79.

StarPearls. (2023). Crustacean Larval Nutrition Guide. *StarPearls Publishing*.

Sulfiadi. (2015). Studi Pemberian Glukosa pada Media Pemeliharaan Terhadap Kelangsungan Hidup Larva Ikan Betok (*Anabas tesdenius bloch). Jurnal Ilmu Perikanan Tropis.* Vol. 20. No. 2.

Suwarsito, A. (2022). Pakan dan Nutrisi Udang dan Lobster. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Syafrizal, S., Jones, C. M., Permana, I. G., & Utomo, N. B. P. (2018). Effect of Feeding Frequency on Survival and Growth of Juvenile Spiny Lobster *Panulirus versicolor* in Indonesia. *Aquaculture, Aquarium, Conservation and Legislation*, 11(5), 1427–1434.

Syahrul, Karim, M. Y., & Zainuddin. (2024). Studi Pemberian Glukosa Terlarut pada Pemeliharaan Larva Lobster Air Tawar (*Cherax quadricarinatus*). *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, 28(3), 841–850.

Syahrul, S. (2024). Kajian Pemberian Glukosa Terlarut pada Pemeliharaan Burayak Lobster Air Tawar (*Cherax quadricarinatus*). Doctoral Dissertation, Universitas Hasanuddin.

Taylor, E., & Taylor, S. (2012). Larval Survival and Growth Role of Energy Substrates. *Aquaculture Research*, 43(9), 1367–1376.

Tim Karya Tani Mandiri. 2010. Pedoman Budidaya Lobster Air Tawar. Bandung. Nuansa Aulia.

Ubaidillah, M., & Wikanastri, N. (2010). Budidaya lobster air tawar: Teori dan Praktik. Jakarta: Penebar Swadaya.

Usman., Kamarudin, dan A. Laining. 2016. Pengaruh Kadar Triptofan Pakan terhadap Pertumbuhan dan Sintasan Krablet Kepiting Bakau (*Scylla serrata*) Selama Masa Pendederan. *Jurnal Riset Akuakultur*, 11 (3):259-269.

Wijaya, R. (2003). Pengaruh Penambahan Multi Asam Amino Esensial dalam Media Kultur Terhadap Tingkat Kelangsungan Hidup dan Perturnbnhan Larva Ikan Nilem (*Osteochilus hasselt*). Skripsi, Universitas Gadjah Mada.

Wijayanti, D., Pramono, E., & Sari, D. (2020). Pengaruh Pemberian Pakan Alami dan Pakan Buatan Terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Larva Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) pada Fase Zoea Hingga Postlarva 10. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 8(2), 178–190.

Wu, F. (2013). Glucose and Amino Acid Metabolism in Aquatic Larvae. *Aquaculture Nutrition*, 19(6), 655–664.

Wu, F., Chen, L., & Zhao, J. (2023). Effects of Glucose Supplementation on Larval Shrimp Under Stress. *Aquaculture Repo*rts, 28, 101–115.

Zaky, K. A., Andi, R. R., Aminin. (2020). Jenis Shelter yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan dan Sintasan Lobster Air Tawar Red Claw (*Cherax quadricarinatus*). *Jurnal Perikanan Pantura* (Jpp), 3(1): 23-30.

Zhang, K., Ye, Z., Qi, M., Cai, W., Saraiva, J. L., Wen, Y., Zhao, J. (2024). Water Quality Impact on Fish Behavior: A Review From an Aquaculture Perspective. *Reviews in Aquaculture, 17(1), e12985.*

Zhou, Q., Li, R., & Chen, H. (2011). Protein and Amino Acid Requirements in Crustacean Larvae. *Aquaculture Nutrition*, 17(2), 89–98.

Zhou, Y., Wang, X., & Liu, J. (2023). Larval Stress Physiology in Freshwater Crayfish. *Journal of Crustacean Biology*, 43(3), 250–260.