

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Lobster air tawar atau yang dikenal dengan sebutan LAT menjadi salah satu komoditi golongan krustacea yang bernilai ekonomis tinggi di Indonesia. Lobster air tawar di Indonesia pertama kali dikembangkan melalui sistem budidaya pada tahun 2000 dan terus mengalami peningkatan pengelolaan seiring dengan meningkatnya permintaan pasar (Tarina et al., 2023). Lobster ini digemari oleh masyarakat karena merupakan organisme konsumsi dengan keunggulan berupa rasa yang gurih, daging yang empuk dan padat, mengandung protein tinggi serta mudah dibudidayakan (Lesmana et al., 2022). Namun, budidaya lobster air tawar pada stadia larva umumnya masih memiliki masalah yakni terkait dengan kelangsungan hidupnya.

Stadia larva pada lobster air tawar sangat rentan untuk mengalami kematian, terutama saat lepas dari gendongan induk. Induk betina akan terus menggendong larva yang telah menetas selama 2-3 hari hingga larva melepaskan diri dari gendongan. Saat larva lepas dari gendongan, larva sangat rentan terhadap kematian karena saat itu tubuhnya masih lembek dan lemah (Khalil et al., 2018). Larva lobster air tawar usia 7 hari pertama setelah lepas dari gendongan induk merupakan fase kritis bagi kelangsungan hidup lobster air tawar sehingga membutuhkan penanganan khusus (Ernawati dan Chrisbiyanto, 2017). Hal ini sesuai dengan hasil wawancara pribadi dengan Pembudidaya Lobster Air Tawar Bumdes Bumi Paccellekang yang menyatakan bahwa larva lobster air tawar setelah lepas gendongan sangat rentan terhadap kematian terutama usia 7 hari pertama (Personal Komunikasi, 2024). Kematian yang tinggi pada usia larva dapat dipicu oleh beberapa faktor, salah satunya adalah tingkat kepadatan individu dalam wadah budidaya (Faiz, et al., 2021). Kepadatan dapat didefinisikan sebagai jumlah individu per m² wadah budidaya. Kepadatan yang optimal mampu mencegah kematian dan mendukung kelangsungan hidup (Riana et al., 2021). Sebab tingkat kepadatan dalam suatu wadah budidaya lobster air tawar dapat memengaruhi ruang gerak, aktivitas, metabolisme, kanibalisme dan tingkat stres.

Tingkat stres pada lobster air tawar dapat dinilai melalui tingkat konsumsi oksigen, kadar glikogen serta melalui histologi sel hepatopankreas dan sel otot. Tingkat konsumsi oksigen (TKO) dapat diartikan sebagai kemampuan organisme perairan dalam mengonsumsi oksigen dalam satuan $\text{mgO}_2/\text{jam/g}$ berat basah (Galang et al., 2019). TKO merupakan indikator fisiologis penting yang sangat erat hubungannya dengan kelangsungan hidup. Sebab oksigen memegang peranan utama dalam metabolisme guna mempertahankan kehidupan seluruh sel di dalam tubuh. Tubuh secara terus-menerus membutuhkan asupan oksigen yang cukup agar metabolisme pada tubuh juga berjalan baik (Priyono et al., 2009). Ketika terjadi ketidakstabilan pada tubuh lobster akibat kepadatan yang tidak optimal, maka lobster akan melakukan metabolisme untuk mempertahankan kestabilan tubuhnya sehingga lobster menunjukkan gejala fisiologis berupa mengonsumsi oksigen dengan jumlah yang lebih banyak.

Kondisi ketika lobster sedang berusaha mempertahankan kestabilan tubuhnya saat stres menjadikan lobster membutuhkan energi yang lebih dan energi tersebut dapat diambil dari cadangan makanan lobster berupa glikogen yang tersimpan di hepatopankreas dan otot (Djai et al., 2017). Kebutuhan terhadap penggunaan cadangan energi tersebut menyebabkan glikogen akan terpecah menjadi glukosa sehingga kadar glikogen pada hepatopankreas dan otot akan menurun dan glukosa pada *hemolymph* lobster meningkat (Aprilia et al., 2023). Menurut Chen et al., (2022) ketika lobster mengalami kondisi yang tidak sesuai dengan kondisi optimalnya, maka hepatopankreas dan otot lobster akan menunjukkan gejala tertentu yang dapat dilihat melalui pengamatan histologi. Dengan demikian, konsumsi oksigen dan kadar glikogen serta histologi hepatopankreas dan otot pada tubuh lobster dapat digunakan sebagai acuan guna menilai tingkat stres pada lobster berdasarkan tingkat kepadatan untuk menentukan padat tebar ideal guna menunjang sintasan larva lobster air tawar demi keberhasilan kegiatan budidaya.

Keberhasilan kegiatan budidaya juga bergantung pada kualitas lingkungan meliputi faktor kualitas air. Peningkatan padat tebar perlu diiringi juga dengan peningkatan daya dukung lingkungan budidaya. Sistem resirkulasi merupakan sistem budidaya dengan menggunakan kembali air hasil budidaya secara terus-menerus dengan memanfaatkan filter sehingga air tidak perlu diganti (Li et al., 2023). Peningkatan padat tebar memungkinkan terjadinya peningkatan feses, urin dan sisa

pakan dalam wadah budidaya yang dapat memengaruhi kelangsungan hidup kultivan, sehingga penggunaan sistem resirkulasi yang dilengkapi dengan filter dapat mengoptimalkan kualitas air pada padat tebar yang tinggi (Aich et al., 2020). Selain itu, Huang (2024) juga memaparkan bahwa penggunaan sistem resirkulasi dapat menjaga kualitas air yang berupa oksigen terlarut, ammonia, nitrit, nitrat, pH, salinitas dan padatan tersuspensi. Penggunaan sistem resirkulasi berpotensi baik dalam meningkatkan produktivitas lobster air tawar sebab jika kondisi kualitas air dalam wadah budidaya dapat dibuat optimal dan pakan yang diberikan juga mencukupi, maka kepadatan lobster air tawar dapat ditingkatkan untuk memaksimalkan produksi. Dengan demikian, penggunaan sistem resirkulasi diduga mampu menjaga kualitas air secara merata pada perlakuan padat tebar yang tinggi.

Penelitian sebelumnya mengenai pengaruh kepadatan terhadap kelangsungan hidup lobster air tawar di sistem resirkulasi sudah pernah dilakukan oleh beberapa peneliti. Hasil penelitian Budiardi et al., (2008) menyatakan bahwa kepadatan 20 ekor/m², 30 ekor/m² dan 40 ekor/m² lobster usia 2 bulan yang berbobot rata-rata 6,23 g menghasilkan sintasan 100% untuk luasan wadah 60 x 30 cm. Kemudian, penelitian oleh Hermansyah et al., (2019) memaparkan bahwa kepadatan 15 ekor/m² lobster yang berbobot 1-7 g menghasilkan sintasan 100%. Selanjutnya, penelitian oleh Faiz et al., (2021) menyebutkan bahwa kepadatan 5 ekor/akuarium usia 3 bulan yang berbobot rata-rata 0,2 g menghasilkan sintasan 100% dengan luasan wadah 25 x 25 cm. Selain itu, penelitian oleh Andriyeni et al., (2022) dengan kepadatan 8 ekor/wadah dan 10 ekor/wadah lobster yang berbobot rata-rata 1,5-2 g menghasilkan sintasan 87,50% dengan luasan wadah 45 x 30 cm. Namun belum ada penelitian mengenai analisis tingkat stres berdasarkan perbedaan kepadatan terhadap kelangsungan hidup larva lobster air tawar berbasis data konsumsi oksigen dan kadar glikogen pada budidaya sistem resirkulasi.

Tingkat kepadatan larva lobster air tawar pada sistem budidaya resirkulasi sangat penting untuk memaksimalkan produksi namun informasi mengenai padat tebar ideal di sistem resirkulasi pada pemeliharaan lobster air tawar stadia larva 7 hari pertama setelah lepas dari gendongan masih sangat terbatas. Berdasarkan hal tersebut, sangat penting untuk melakukan penelitian mengenai analisis tingkat stres berdasarkan perbedaan kepadatan lobster air tawar guna menentukan padat tebar terbaik dalam memaksimalkan produksi lobster air tawar.

B. Rumusan Masalah

Kepadatan lobster air tawar pada stadia larva adalah suatu masalah yang menjadi salah satu faktor pembatas dalam pembenihan lobster air tawar. Untuk itu, upaya dalam mengetahui tingkat kepadatan yang ideal untuk menunjang kelangsungan hidup lobster air tawar adalah dengan memerhatikan tingkat stres berdasarkan perbedaan kepadatan lobster air tawar yang dianalisis melalui konsumsi oksigen, kadar glikogen dan histologi. Berdasarkan uraian tersebut, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana tingkat stres berdasarkan perbedaan kepadatan larva lobster air tawar yang dianalisis melalui konsumsi oksigen, kadar glikogen dan histologi pada budidaya dengan sistem resirkulasi ?

C. Tujuan Penelitian dan Kegunaan

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis tingkat stres berdasarkan perbedaan kepadatan larva lobster air tawar melalui konsumsi oksigen, kadar glikogen dan histologi pada budidaya dengan sistem resirkulasi.

Adapun hasil dari penelitian ini akan dijadikan rujukan dalam penentuan padat tebar larva lobster air tawar pada usia 7 hari pertama setelah lepas dari gendongan induknya

D. Teori

1. Lobster Air Tawar (*Cherax quadricarinatus*)

Lobster air tawar merupakan crustace yang termasuk dalam genus *Cherax* dengan nama latin *Cherax quadricarinatus*. Lobster ini memiliki warna biru cerah dan memiliki sepasang capit berwarna kemerahan sehingga lobster air tawar dikenal dengan istilah "*Lobster Red Claw*". Tubuh lobster air tawar terdiri atas dua bagian utama yakni bagian kepala dan dada (*chepalothorax*), bagian badan (abdomen) dan bagian telson. Bagian *chepalothorax* terdiri atas sepasang mata, sepasang capit, sepasang antena dan antenula, mulut dan 4 pasang kaki jalan. Antena panjang pada lobster berfungsi sebagai alat perasa, peraba dan untuk penciuman. Sedangkan antena pendek (antennula) pada lobster berfungsi sebagai sensor kimia dan mekanis yang dapat menjadi alat perasa air atau makanan. Bagian *chepalothorax* terbungkus oleh karapaks panjang sehingga menutupi insang (Budi, 2019).

Total seluruh kaki yang dimiliki oleh lobster air tawar adalah sebanyak 10 pasang yang terdiri atas sepasang kaki capit, 4 pasang periopod (kaki jalan) dan 5 pasang pleopod (kaki renang). Selain itu, bagian telson juga memiliki ruas yang

berjumlah 5 ruas. Lobster air tawar juga bersifat kanibal, yakni dapat memangsa temannya sendiri ketika dalam keadaan lapar dan ketika temannya mengalami molting (pergantian kulit) karena saat moulting, lobster sedang dalam keadaan lemah sehingga lobster menjadi mudah dimangsa oleh temannya sendiri (Masykur et al., 2020).



Gambar 1. Larva Lobster Air Tawar (*Cherax quadricarinatus*) (Dokumentasi Pribadi, 2024)

Habitat alami lobster air tawar adalah perairan sungai, rawa, danau dan saluran irigasi. Lobster air tawar tergolong hewan endemik karena terdapat jenis spesies yang hanya ditemukan pada habitat dan alam tertentu (Budi, 2019). Lobster air tawar hidup di dasar perairan serta menyukai habitat yang tepinya dangkal dan bersubstrat berupa lumpur serta bebatuan. Selain itu, lobster air tawar juga senang hidup pada perairan yang banyak ditumbuhi oleh tanaman air dan menyukai perairan yang bersih (Setiawan, 2021).

Lobster air tawar memiliki sifat nokturnal yakni aktif mencari makan saat malam hari. Dalam kegiatan budidaya, lobster air tawar dapat diberi pakan berupa pakan alami zooplankton di usia larva dan juvenil serta pakan buatan. Pakan alami berupa zooplankton yang baik untuk larva lobster air tawar adalah cacing sutra dan daphnia (Ernawati dan Chrisbiyantoro, 2017). Sebab cacing sutra mengandung protein tinggi yakni sebanyak 57% (Triputra, 2023) dan daphnia mengandung protein sekitar 42-54% (Anwar et al., 2017). Selain itu, pakan lainnya yang dapat diberikan yakni tumbuh-tumbuhan seperti tauge atau tumbuhan lain yang dikombinasikan dengan pellet udang (Masykur et al., 2020).

Kebutuhan pakan lobster tergolong kecil yakni 3% dari bobot tubuhnya dengan frekuensi pemberian pakan sebanyak 3 kali sehari. Bahkan lobster air tawar

usia dewasa hanya membutuhkan 2-3 g pakan/ekor lobster dewasa setiap hari (Budi, 2019). Jumlah protein pakan yang dibutuhkan oleh lobster air tawar untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangannya adalah sekitar 27-40% (Lukito dan Prayogo, 2007) dan standar kadar protein pakan memiliki nilai optimum 35-40% (Hermansyah, 2019).

Siklus hidup lobster air tawar dimulai dari fase telur lalu menetas menjadi anakan lobster (larva) selama 3 bulan pertama kemudian menjadi juvenil atau burayak lalu menjadi lobster muda dan terakhir menjadi lobster dewasa. Telur lobster memiliki sifat menempel pada kaki renang induk betina untuk dierami selama 35-45 hari dan selama fase pengeraman akan terjadi perubahan warna telur secara bertahap. Mulanya telur berwarna abu-abu, kuning, orange, orange dengan bintik-bintik mata, abu-abu gelap lalu menetas menjadi larva. Larva yang telah menetas akan menempel pada pleopod induk selama 2-5 hari. Setelah lepas dari gendongan induk, larva akan melakukan molting beberapa kali hingga berusia 3 bulan. Setelah itu, frekuensi molting akan terus berkurang secara bertahap hingga fase dewasa (Budi, 2019).

Larva yang pertama kali lepas dari induk memiliki ciri berupa tekstur tubuh lunak dan berwarna kemerahan dengan organ capit dan kaki yang masih mengimpit pada tubuhnya. Pada minggu ke-I, larva perlahan-lahan akan berubah warna dari kemerahan menjadi transparan dan masih memiliki tubuh yang lunak karena cangkang masih belum memiliki zat kapur (kitin). Pada minggu ke-II, larva menunjukkan ciri berupa masih terlihat sedikit transparan namun mulai muncul bintik-bintik hitam pada cangkang, terjadi perubahan bentuk pada selubung kepala, mulai tumbuh bulu-bulu halus (*setae*) pada kaki jalan dan panjang larva umumnya mencapai 1 cm. Pada minggu ke-III, bulu-bulu halus pada kaki jalan larva semakin bertambah dan terlihat lebih jelas, cangkang larva mulai menebal dan umumnya dapat mencapai ukuran 1,3 cm (Khalil et al., 2018). Lobster kemudian tumbuh sebagai juvenile/burayak hingga 5 bulan dan mencapai ukuran 5-15 g lalu memasuki fase lobster muda di usia 6-7 bulan dengan bobot 70-100 g. Selanjutnya, lobster memasuki fase dewasa hingga usia 12 bulan dengan bobot 200-350 g. Setelah itu, lobster akan siap menjadi induk untuk melakukan perkawinan.

2. Kepadatan Lobster Air Tawar

Kepadatan dapat didefinisikan sebanyak banyaknya jumlah lobster air tawar dalam suatu wadah pemeliharaan (m^2). Padat tebar merupakan salah satu faktor pembatas dalam budidaya lobster air tawar, terutama ketika lobster air tawar masih berusia larva. Hal ini terjadi karena larva yang pertama kali lepas dari gendongan akan memasuki keadaan baru. Sebelumnya ketika larva masih digendong oleh induk, larva memperoleh makanan dari cadangan kuning telur dan berlindung pada induk kemudian ketika kuning telur mulai habis, larva akan melepaskan diri dari gendongan dan belajar menyesuaikan diri untuk mencari makan dan mencari perlindungan sendiri. Selain itu, larva dan juvenil lobster air tawar merupakan fase dimana pertumbuhan sedang aktif terjadi sehingga membutuhkan pengaturan luas ruang yang tepat untuk menunjang pertumbuhannya karena larva lobster air tawar juga bersifat lebih agresif sehingga pada kepadatan yang tinggi dapat mengancam kelangsungan hidupnya (Paputungan et al., 2021). Padat terbar tinggi berbahaya bagi larva yang sedang mengalami molting karena saat molting, larva sedang berada dalam kondisi lemah akibat kehilangan unsur mineral terutama kalsium yang berkurang secara drastis karena terlepasnya cangkang keras dari tubuhnya sehingga larva lobster air tawar yang sedang molting sangat rentan untuk dimangsa oleh temannya, terutama pada kepadatan yang tinggi (Faiz et al., 2021),

Selain itu, larva lobster air tawar yang sedang molting juga akan mengeluarkan bau khas yang dapat merangsang datangnya larva lobster lain untuk mendekat dan memangsanya. Hal tersebut menyebabkan larva yang sedang molting merasa kaget dan stres akibat serangan dari lobster lain sehingga dapat mengancam terjadinya kematian bahkan kanibalisme (Rihardi et al., 2013). Kepadatan yang tidak optimal juga dapat menyebabkan terjadinya persaingan terhadap konsumsi oksigen dan persaingan pakan sehingga berpotensi memicu terjadinya stres (Subhan et al., 2018). Oleh karena itu, tingkat padat tebar sangat penting untuk diperhatikan guna mencegah stres pada lobster air tawar, utamanya saat fase larva. Penentuan padat tebar yang optimal dapat mendorong kelangsungan hidup dan memaksimalkan pertumbuhan serta produksi larva lobster air tawar pada fase pendederan.

3. Konsumsi Oksigen

Konsumsi oksigen adalah total oksigen yang dikonsumsi dalam waktu tertentu yang dapat menggambarkan tingkat metabolisme di dalam tubuh sehingga

menjadi parameter penting bagi pertumbuhan dan kelangsungan hidup lobster air tawar (Gracia et al., 2022ezna). Tingkat konsumsi oksigen (TKO) adalah konsumsi oksigen oleh organisme perairan dalam satuan $\text{mgO}_2/\text{jam/g}$ (Galang et al., 2019). Konsumsi oksigen memiliki beberapa peran yakni mampu menjadi acuan terhadap tingkat penggunaan energi minimal dalam mempertahankan struktur dan fungsi jaringan di dalam tubuh agar tetap hidup atau dengan kata lain mampu mendeskripsikan pengeluaran energi pada suatu kultivan dan dapat mencerminkan tingkat aktivitas kultivan (Sekartadji et al., 2023) serta dapat menjadi indikator fisiologis untuk mengetahui status kesehatan yang sedang dialami oleh kultivan (White et al., 2013).

Lobster air tawar merupakan organisme yang bersifat nokturnal, yakni aktif mencari makan saat malam hari sehingga dosis pemberian pakan saat malam hari harus lebih banyak dari dosis pemberian pakan saat pagi dan siang hari. Hal tersebut mengakibatkan konsumsi oksigen lobster air tawar saat malam hari diduga akan lebih besar dibandingkan saat pagi hari dan siang hari. Sebab ketika kultivan sedang makan, maka tingkat metabolisme di dalam tubuhnya akan meningkat tajam sebagai bentuk dari respon proses pencernaan yang terjadi dan tetap meningkat dalam kurun waktu yang cukup lama sebelum akhirnya kembali ke tingkat dasar (Jutfelt et al., 2021).

Semakin tinggi aktivitas metabolisme kultivan, maka semakin tinggi pula konsumsi oksigennya (Galang et al., 2019). Saat stres, konsumsi oksigen akan meningkatkan karena terjadi peningkatan terhadap metabolisme dalam menghasilkan energi guna menstabilkan keadaan tubuh di kondisi stres tersebut. Sebab oksigen yang dikonsumsi oleh kultivan berperan dalam pembentukan energi yakni pemecahan glukosa menjadi ATP melalui respirasi aerob atau respirasi yang menggunakan oksigen (D'agaro et al., 2014). Oleh karena itu, kondisi keterbatasan oksigen mampu berpengaruh terhadap kelangsungan hidup karena kurangnya bahan bakar untuk aktivitas metabolisme yang terjadi di dalam tubuh (Jutfelt et al., 2021). Dengan demikian, tingkat kepadatan diduga memiliki pengaruh terhadap konsumsi oksigen karena berkaitan dengan aktivitas persaingan penggunaan oksigen oleh lobster air tawar.

Penelitian mengenai konsumsi oksigen pada lobster air tawar berdasarkan tingkat kepadatan belum pernah dilakukan sebelumnya. Informasi mengenai konsumsi oksigen pada krustacea berdasarkan tingkat kepadatan yang dipelihara

pada budidaya sistem RAS juga masih terbatas. Berdasarkan penelitian oleh Suastru (2021) dipaparkan bahwa udang vannamee usia post larva memiliki konsumsi oksigen sebesar 16,8 mgO₂/g/jam pada menit ke-40 pada kepadatan 2 ekor/liter dengan biomassa 0.2 g,

4. Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup

Pertumbuhan dapat didefinisikan sebagai proses pertambahan bobot dan pertambahan panjang suatu organisme yang dapat dilihat melalui adanya perubahan ukuran bobot dalam satuan waktu. Pertumbuhan pada lobster air tawar dapat dipengaruhi oleh kualitas air, keturunan, usia, daya tahan terhadap penyakit serta kualitas dan kuantitas pakan yang diberikan (Prana dan Kurniaji, 2002). Selain itu, pertumbuhan lobster juga sangat dipengaruhi oleh tingkat padat tebar. Padat tebar yang terlalu tinggi dalam suatu wadah yang sempit dapat memicu terjadinya persaingan oksigen dan persaingan pakan dalam wadah sehingga dapat menyebabkan stres pada lobster yang berujung pada menurunnya nafsu makan. Jika nafsu makan menurun, maka pertumbuhan juga akan ikut terhambat (Kristiana et al, 2014). Laju pertumbuhan juga sangat tergantung pada jumlah pakan yang dikonsumsi serta jumlah kandungan protein yang terkandung dalam pakan dan kemampuan lobster air tawar dalam memanfaatkan pakan yang diberikan (Sumiati et al., 2023). Sebab pertumbuhan terjadi apabila di dalam tubuh kultivan terdapat kelebihan energi yang tidak terpakai. Pakan merupakan sumber energi bagi kultivan. Energi pakan yang dikonsumsi oleh kultivan terlebih dahulu akan terdistribusi untuk kebutuhan respirasi, aktivitas, *maintenance* kesehatan dan untuk ekskresi. Jika kebutuhan tersebut sudah terpenuhi, maka sisa energi selanjutnya didistribusi untuk pertumbuhan. Sebaliknya, jika energi yang masuk dalam tubuh kultivan tidak tercukupi, maka pertumbuhan dapat terhambat dan dapat mengancam kelangsungan hidup pada kultivan (Tampubolon dan Maitindom, 2023).

Penelitian mengenai pertumbuhan lobster air tawar berdasarkan kepadatan pernah dilakukan sebelumnya oleh Budiardi et al., (2008) yang menyatakan bahwa kepadatan 20 ekor/m² lobster menghasilkan laju pertumbuhan bobot harian sebesar 1,59%, penelitian Hermansyah et al., (2019) memaparkan bahwa kepadatan 10 ekor/m² lobster menghasilkan rata-rata pertambahan bobot 1,97 g setelah dipelihara selama 1 bulan, penelitian Faiz et al., (2021) menyebutkan bahwa kepadatan 3 ekor/akuarium lobster menghasilkan pertambahan berat sebesar 3,49 g/ekor/hari

yang dipelihara selama 40 hari, penelitian Andriyeni et al., (2022) dengan kepadatan 12 ekor/wadah menghasilkan pertambahan bobot mutlak rata-rata sebesar 4,84 g setelah dipelihara selama 2 bulan.

Kelangsungan hidup adalah banyaknya total ikan yang hidup dari awal hingga akhir penelitian. Nilai kelangsungan hidup mampu menjadi parameter acuan untuk menentukan tingkat toleransi kultivan terhadap kondisi lingkungannya, termasuk kepadatan. Jadi, semakin tinggi persentase kelangsungan hidup kultivan, maka semakin baik toleransi kultivan terhadap kondisi lingkungan (Galang et al., 2019). Umumnya, fase kritis untuk kelangsungan hidup kultivan berada di usia transisi larva karena saat usia larva, lobster air tawar menggunakan cadangan kuning telur sebagai sumber energi di 7 hari pertama (Lengka et al., 2013). Menjelang masa kuning telur habis, larva akan mulai mencari sumber energi berupa pakan dari lingkungannya sehingga larva yang tidak mampu beradaptasi pada kondisi ini rentan terhadap mortalitas (Beard dan McGregor, 2004). Faktor kualitas air juga mampu memengaruhi kelangsungan hidup, jika lingkungan membuat lobster air tawar stres maka akan terjadi penurunan nafsu makan yang berujung pada terjadinya mortalitas (Olen, 2023). Maka dari itu, tingkat kepadatan perlu dijaga agar berada dalam kondisi optimal untuk memaksimalkan pertumbuhan dan kelangsungan hidup larva lobster air tawar.

Peningkatan kepadatan untuk memaksimalkan produksi harus diiringi dengan peningkatan kualitas air untuk menjaga agar kadar oksigen terlarut tetap terpenuhi dan meminimalisir terjadinya penumpukan kotoran sisa pakan maupun kotoran hasil ekskresi. Hal ini bertujuan agar kultivan tetap merasa nyaman dan tidak menjadi stres meskipun berada pada kepadatan yang tinggi. Salah satu metode manajemen kualitas air yang dapat diterapkan dalam budidaya lobster air tawar adalah sistem resirkulasi. Dengan sistem resirkulasi, padat tebar larva lobster air tawar dapat ditingkankan untuk memaksimalkan penggunaan ruang wadah dan untuk meningkatkan produksi. Penggunaan sistem resirkulasi pada budidaya lobster air tawar berdasarkan penelitian Budiardi et al., (2008) dengan kepadatan 20 ekor/m², 30 ekor/m² dan 40 ekor/m² lobster usia 2 bulan yang berbobot rata-rata 6,23 g menghasilkan sintasan 100% untuk luasan wadah 60 x 30 cm, penelitian Hermansyah et al., (2019) memaparkan bahwa kepadatan 15 ekor/m² lobster yang berbobot 1-7 g menghasilkan sintasan 100%, penelitian Faiz et al., (2021) menyebutkan bahwa kepadatan 5 ekor/akuarium lobster usia 3 bulan yang berbobot rata-rata 0,2 g

menghasilkan sintasan 100% dengan luasan wadah 25 x 25 cm, penelitian Andriyeni et al., (2022) dengan kepadatan 8 ekor/wadah dan 10 ekor/wadah lobster yang berbobot rata-rata 1,5-2 g menghasilkan sintasan 87,50% dengan luasan wadah 45 x 30 cm.

5. Konsumsi Pakan

Konsumsi pakan adalah perbandingan dari banyaknya jumlah sisa pakan yang tidak dikonsumsi dan jumlah pakan yang diberikan per hari. Konsumsi pakan dapat menggambarkan tingkat kebutuhan kultivan terhadap sumber pakannya (Kruk et al., 2022). Konsumsi pakan sangat penting dalam proses metabolisme lobster air tawar sebab proses metabolisme lobster air tawar di dalam tubuh membutuhkan energi yang berasal dari pakan. Pakan yang berhasil dicerna dan diserap oleh tubuh akan diangkut menuju organ target dan mengalami proses metabolisme yang terdiri atas katabolisme dan anabolisme, sedangkan pakan yang tidak dapat dicerna dan diserap oleh tubuh akan terbuang menjadi energi feses (Putra, 2015). Sumber energi paling besar bagi lobster air tawar diperoleh dari protein selain dari karbohidrat dan lemak karena lobster air tawar merupakan organisme omnivora. Zainuddin et al., (2012) memaparkan bahwa organisme omnivora memanfaatkan protein lebih banyak dibandingkan karbohidrat dan lemak. Jumlah kebutuhan energi protein yang dibutuhkan oleh lobster air tawar untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangannya adalah sekitar 27-40% (Lukito dan Prayogo, 2007) dan standar kadar protein pakan untuk lobster air tawar memiliki nilai optimum 35-40% (Hermansyah, 2019). Energi ini yang kemudian digunakan oleh lobster air tawar untuk melakukan metabolisme.

Proses metabolisme dalam tubuh sangat erat kaitannya dengan konsumsi oksigen. Sebab proses metabolisme di dalam tubuh membutuhkan energi dan proses katabolisme membutuhkan oksigen yang mencukupi sehingga laju metabolisme dapat diduga dari konsumsi oksigen (Zainuddin et al., 2012). Proses metabolisme tubuh berupa pemanfaatan energi pakan dari konsumsi pakan dapat mendorong terjadinya pertumbuhan. Kenaikan bobot tubuh pada kultivan dapat menaikkan konsumsi akan oksigen (Putra, 2015). Namun, pertumbuhan lobster air tawar pada tingkat kepadatan berbeda dapat memberikan hasil yang juga berbeda akibat keterbatasan ruang untuk bertumbuh.

Penelitian mengenai konsumsi pakan pada lobster air tawar berdasarkan perbedaan tingkat kepadatan sudah pernah dilakukan sebelumnya oleh Kristiana et al., (2014) dengan hasil berupa tingkat konsumsi pakan yang tertinggi didapatkan pada padat tebar terendah yakni pada kepadatan 200 ekor/m² diperoleh tingkat konsumsi pakan sebesar 2 g, pada kepadatan 250 ekor/m² diperoleh tingkat konsumsi pakan sebesar 1,60 g, pada kepadatan 300 ekor/m² diperoleh tingkat konsumsi pakan sebesar 1,55 g dan pada kepadatan 350 ekor/m² diperoleh tingkat konsumsi pakan sebesar 1,45 g. Hal ini disebabkan karena pada padat tebar yang tinggi, tingkat stres lobster meningkat sehingga menurunkan nafsu makan dan tingkat konsumsi pakan. Dengan demikian, tingkat kepadatan pada larva lobster air tawar diduga memiliki hubungan terhadap konsumsi oksigen, konsumsi pakan dan pertumbuhan serta kelangsungan hidup larva lobster air tawar.

6. Kadar Glikogen

Glikogen merupakan glukosa golongan polisakarida yang berasal dari karbohidrat yang pada krustacea seperti lobster air tawar tersimpan di hepatopankreas dan otot (Lestari et al., 2019). Glikogen berfungsi sebagai cadangan energi yang dapat diubah kembali menjadi glukosa sewaktu-waktu ketika dibutuhkan (Mustakin dan Tahir, 2019). Setelah kebutuhan energi kultivan tercukupi oleh protein, energi karbohidrat akan mengalami metabolisme menjadi glikogen yang selanjutnya berfungsi sebagai cadangan energi (Haryati et al., 2018).

Pembentukan glikogen dikenal dengan istilah glikogenesis. Proses glikogenesis dimulai ketika terjadi peningkatan kadar glukosa di dalam *hemolymph* setelah makan, selanjutnya hepatopankreas akan mensekresikan hormon insulin yang selanjutnya hormon insulin akan menstimulasi enzim glikogen sintase berbentuk monosakarida untuk melakukan penyimpanan kelebihan glukosa tersebut menjadi bentuk glikogen di dalam hepatopankreas dan otot (Dewi, 2022).

Penggunaan cadangan energi glikogen dapat terjadi apabila kultivan mengalami stres yang dipicu oleh padat tebar yang tidak sesuai (Aprilia et al., 2023). Ketika kultivan mengalami kondisi stres karena pengaruh padat tebar, kultivan akan membutuhkan energi yang lebih untuk mempertahankan kestabilan tubuhnya sehingga glikogen yang tersimpan akan diubah menjadi glukosa melalui proses glikogenolisis oleh bantuan hormon glukagon yang diproduksi oleh hepatopankreas (Adiyana et al., 2014).

Setelah glukosa terbentuk dari glikogen, selanjutnya glukosa akan mengalir ke dalam darah untuk masuk ke sel pada organ target guna menangani kondisi stres yang terjadi dan keberhasilan glukosa untuk masuk ke dalam sel dipengaruhi oleh kinerja insulin. Namun saat stres terjadi, insulin ternyata mengalami inaktivasi sehingga glukosa tidak dapat masuk ke dalam sel. Akibatnya, glukosa pada darah meningkat saat stres (Nasichah et al., 2016)

Pada saat stres terjadi, organ reseptor pada kultivan akan menerima informasi yang selanjutnya diteruskan ke hipotalamus di otak melalui sistem syaraf. Setelah itu, sel kromaffin akan menerima perintah melalui syaraf simpatik untuk mensekresikan hormon katekolamin. Hormon katekolamin kemudian akan mengaktifasi enzim-enzim yang terlibat pada katabolisme glikogen menjadi glukosa serta berperan dalam menghambat sekresi insulin. Hal tersebut mengakibatkan, glikogen yang tersimpan akan berkurang karena terbentuk menjadi glukosa yang bersiap dalam memenuhi kebutuhan energi darurat. Namun, di sisi lain terhambatnya produksi insulin juga mengakibatkan glukosa tidak dapat masuk ke dalam sel sehingga kadar glukosa darah menjadi meningkat saat kultivan mengalami stres (Adiyana et al., 2014).

7. Histologi

Histologi merupakan istilah yang berasal dari bahasa Yunani, yakni terdiri atas kata histos yang berarti jaringan dan kata logos yang berarti ilmu pengetahuan. Dengan demikian, histologi dapat diartikan sebagai ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang jaringan tubuh penyusun organ-organ. Jaringan tersebut dapat berupa jaringan otot, jaringan saraf, jaringan ikat dan jaringan epitel (Soesilawati, 2020). Pengamatan histologi pada jaringan lobster umumnya dilakukan untuk mengamati adanya ketidaknormalan jaringan yang dapat disebabkan oleh infeksi virus atau untuk mengamati adanya indikasi stres pada lobster tersebut yang ditandai dengan bentuk jaringan yang tidak normal (Syahidah dan Owens, 2020).

Pada lobster, pengamatan perubahan histologi dilakukan pada organ hepatopankreas karena hepatopankreas merupakan organ vital bagi lobster yang berfungsi dalam penyerapan dan penyimpanan nutrisi serta memproduksi enzim-enzim pencernaan (Chen et al., 2022). Adapun komponen hepatopankreas yang diamati meliputi inti sel, lumen dan vakuola. Inti sel berfungsi sebagai pusat yang mengirimkan arahan-arahan ke sel-sel untuk tumbuh, lumen berfungsi sebagai

saluran di dalam pembuluh tubuh berupa ruang kecil dan vakuola berfungsi sebagai ruang dalam sel yang berupa rongga (Edgerton dan Prior, 1999).

Menurut Rahman et al., (2018), hepatopankreas yang normal pada lobster air tawar menunjukkan bentuk lumen yang teratur dengan ukuran yang cenderung seragam, inti sel nampak dengan jelas dan vakuola masih berbentuk sempurna serta terlihat berisi. Sedangkan jaringan hepatopankreas yang tidak normal menunjukkan ciri berupa inti sel yang pecah dan tidak berada pada tempatnya akibat kematian sel, penyusutan sel yang tidak teratur dan berwarna cenderung gelap, bentuk lumen tidak teratur dan terdapatnya penimbunan lemak yang ditandai dengan pembentukan ruang (vakuola) di dalam sel.

Selain itu, organ lainnya yang dapat diamati secara histologi pada lobster air tawar adalah daging berupa jaringan otot yakni jaringan yang tersusun oleh serat-serat halus (myofibril). Daging merupakan otot yang terdiri atas serat halus berbentuk sel yang memanjang yang disatukan oleh jaringan ikat. Fungsi system otot daging adalah untuk menggerakkan sistem rangka dan memompa darah di dalam tubuh. Otot yang tidak normal pada lobster dapat ditandai dengan bentuk seratnya yang mengalami pengecilan atau penyusutan sehingga seratnya tidak lagi rapat satu sama lain (Rahman et al., 2018).

7. Budidaya Sistem Resirkulasi dan Kualitas Air

Sistem resirkulasi merupakan sistem budidaya dengan memanfaatkan kembali air budidaya yang digunakan dengan cara memutar air secara terus-menerus. Sistem ini dapat memperbaiki kualitas air selama proses budidaya berlangsung sehingga mampu menunjang performa kultivan yang dibudidayakan menjadi lebih baik dari sisi pertumbuhan dan kelangsungan hidup. Sebab kualitas air yang baik dan sesuai dengan kebutuhan kultivan mampu mendorong kultivan untuk tumbuh secara maksimal serta mencegah timbulnya serangan hama dan penyakit pada kultivan (Li et al., 2023). Oleh karena itu, air sebagai media pemeliharaan kultivan harus dijaga kualitasnya. Salah satu hal penting yang perlu diperhatikan dalam penggunaan sistem resirkulasi adalah jenis filter yang dipakai.

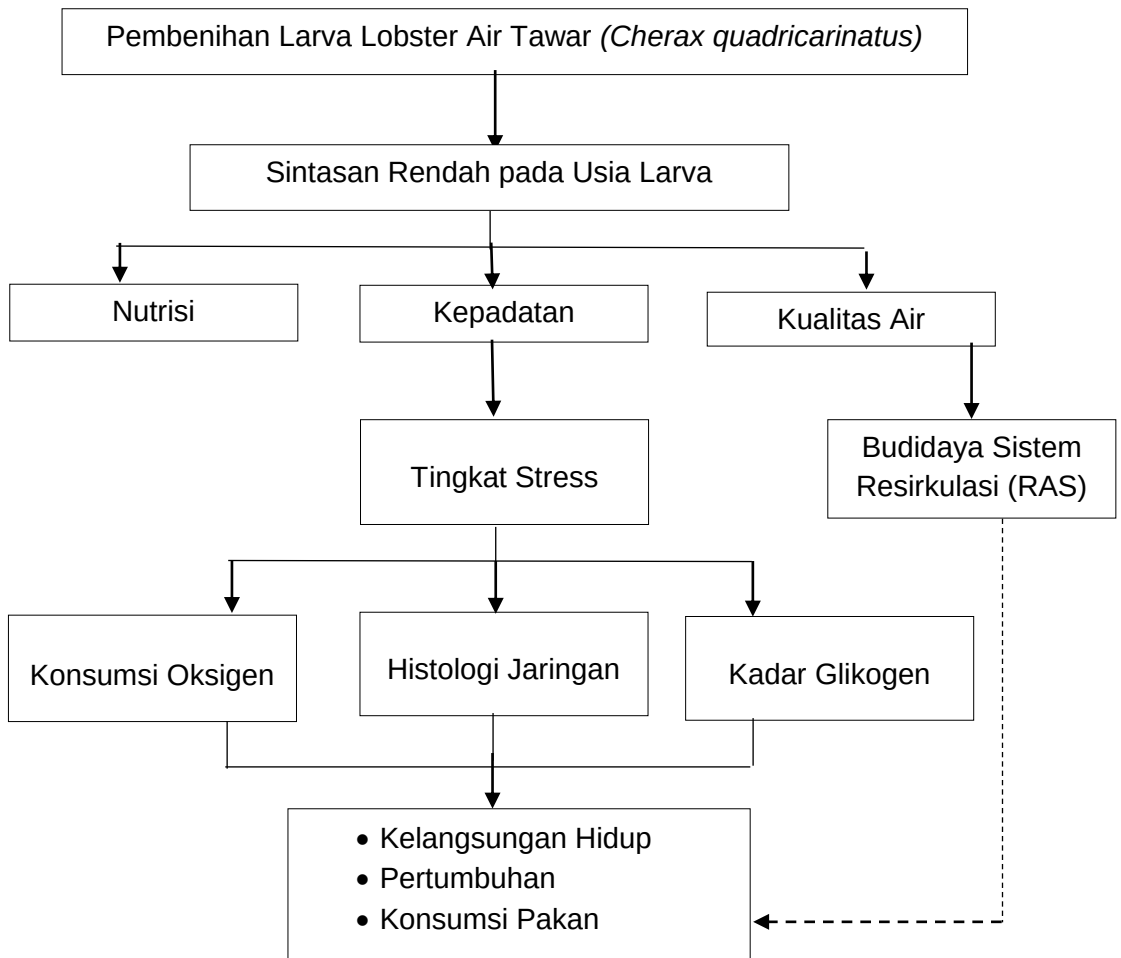
Filter merupakan alat yang disusun dari beberapa jenis media untuk menyaring kotoran atau bahan yang tidak diinginkan pada kegiatan budidaya seperti padatan, residu organik, amonia, dan residu kimia lain yang bersifat *toxic* atau tidak diinginkan kehadirannya. Filter yang digunakan dalam sistem resirkulasi biasanya

terdiri atas filter fisika, kimia dan biologi. Pada filter fisika, bahan yang digunakan dapat berupa kapas filter, spon atau kapas dakron yang berfungsi sebagai penyaring awal pada proses filtrasi. Untuk kultivan larva, bahan filter fisika yang dapat digunakan adalah kapas. Kapas berfungsi untuk menyaring partikel - partikel yang berukuran sangat kecil seperti feses dan sisa pakan larva. Pada filter kimia, jenis bahan filter yang umum digunakan adalah batu zeolit. Batu zeolit berfungsi dalam menyerap dan menukar senyawa kimia yang bersifat racun seperti N_2 , NH_3 (amonia) dan H_2S sehingga dapat membantu menurunkan tingkat pencemaran yang berasal dari sisa pakan maupun sisa kotoran kultivan yang membusuk (Elianti, 2022). Kemudian untuk filter biologi dapat digunakan bahan *bioball* yang berfungsi sebagai tempat melekatnya organisme hidup seperti bakteri baik yang selanjutnya akan berperan dalam menguraikan bahan organik berbahaya seperti amoniak menjadi nitrit lalu nitrit menjadi nitrat yang tidak lagi berbahaya bagi kultivan (Pramita et al., 2020).

Adapun parameter kualitas air yang ideal bagi kehidupan larva lobster air tawar menurut Asnawi et al., (2023) yakni suhu berkisar $24-31^{\circ}C$, pH berkisar 6-8, kadar oksigen terlarut berkisar 4.3-7.2 mg/L. dan menurut Yudhistira (2022), salinitas optimum untuk kelangsungan hidup dan pertumbuhan lobster air tawar adalah berkisar 0-5 ppt.

E. Kerangka Pemikiran

Adapun kerangka pemikiran pada penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Kerangka Berpikir

F. Hipotesis

Berdasarkan tujuan penelitian, maka hipotesis penelitian ini adalah

H0 = Tidak terdapat hubungan antara kepadatan dengan tingkat stres LAT yang dibudidayakan dengan sistem resirkulasi.

H1 = Terdapat hubungan antara kepadatan dengan tingkat stres LAT yang dibudidayakan dengan sistem resirkulasi.

BAB 2

METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni-Juli 2024. Proses pemeliharaan dilaksanakan selama 7 hari di Kelompok Budidaya Little Fish Jl. Baji Ateka STP.II No.3 Makassar. Pengujian kadar glikogen dilaksanakan di Laboratorium Kualitas Air Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin, Makassar. Pembuatan Preparat Histologi dilaksanakan di Balai Veteriner Kabupaten Maros. Pengamatan Preparat Histologi dilaksanakan di Laboratorium Parasit dan Penyakit Ikan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin, Makassar.

B. Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Alat yang Digunakan dalam Penelitian

No	Alat	Jumlah	Spesifikasi	Kegunaan
1	Wadah plastik	9 buah	25 cm x 25 cm x 12 cm	Sebagai wadah pemeliharaan
2	Seser kecil	2 buah	Diameter 6 cm	Untuk menangkap dan memindahkan pakan alami dan hewan uji
3	Batu Aerasi	9 buah	Ukuran 2.5 cm	Sebagai penyuplai oksigen
4	Selang	Secukupnya	5 meter	Sebagai penghubung batu aerasi
5	Bioball	500 pcs	Diameter 3 cm Bentuk bulat golf	Sebagai filter biologi
6	Batu zeolit	5 kg	Jenis putih kekuning-kuningan	Sebagai filter kimia
7	Pipet	510 buah	Diameter 5 mm	Sebagai tempat persembunyian hewan uji
8	Pipa Paralon	Secukupnya	Diameter ½ inch	Untuk membuat sistem resirkulasi
9	Pompa	1 buah	3000 L/H	Untuk memompa air
10	Timbangan digital	1 buah	Ketelitian 0.01 g	Untuk mengukur bobot larva

11	Mikroskop	1 buah	Olympus BX53M	Untuk mengamati preparat histologi
12	Stopwatch	1 buah	Aplikasi <i>Smartphone</i>	Untuk menghitung waktu saat pengukuran konsumsi oksigen
13	Kaliper digital	1 buah	Ketelitian 0.1 mm	Untuk mengukur panjang tubuh lobster
14	Sendok	1 buah	Bahan plastik	Untuk memindahkan larva
15	DO dan temperatur meter	1 buah	0-20 mg/L dan 0-40°C	Untuk mengukur oksigen terlarut dan suhu air
16	pH meter	1 buah	Ketelitian 0.01	Untuk mengukur pH air
17	Wadah plastik	1 buah	53 cm x 38 cm x 34 cm	Sebagai wadah filter air
18	Cawan Petri	1 buah		Sebagai alat bantu mengukur panjang dan bobot
19	Wadah plastik	1 buah	53 cm x 38 cm x 34 cm	Sebagai tandon air resirkulasi
20	Kran Air	20 buah	½ inch	Untuk mengatur aliran air
21	Waring	1 meter	Bahan kasa hijau	Sebagai penutup outlet untuk menghindari keluarnya lobster

Tabel 2. Bahan yang Digunakan dalam Penelitian

No	Bahan	Jumlah	Spesifikasi	Kegunaan
1	Larva lobster air tawar (<i>Cherax quasricarinatus</i>)	420 ekor	Usia 1 hari	Sebagai hewan uji
2	Dakron filter	8 bungkus	Ketebalan 2 cm	Sebagai filter fisika
3	Larutan KOH	9 ml	30 %	Sebagai pereksi pada analisis kadar glikogen
4	Larutan enthanol	54 ml	95 %	Sebagai bahan analisis kadar glikogen
5	Pakan alami cacing sutra		Cacing beku	Sebagai pakan hewan uji
6	Laurtan HCl	18 ml		Sebagai larutan penyangga
7	Reagent anthrone	90 ml		Sebagai pendeteksi karbohidrat

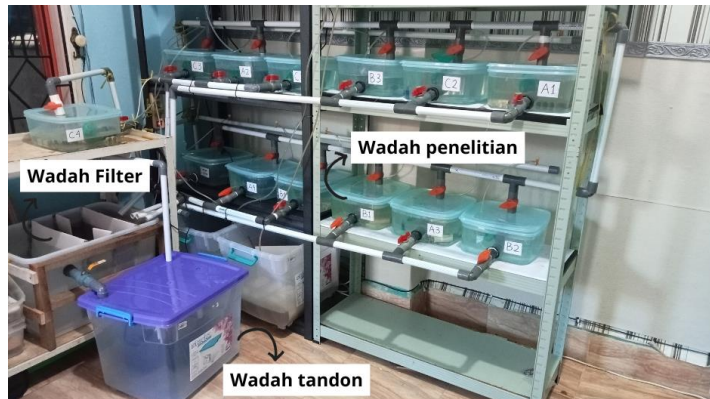
8	Sodium Sulfat Na_2SO_4	5 ml		Sebagai bahan analisis kadar glikogen
9	Akuades	100 ml		Sebagai bahan analisis kadar glikogen
10	Hidrosilat	50 ml		Sebagai bahan analisis kadar glikogen
11	Formalin	1 liter	10%	Untuk menghidrasi sampel
12	Pewarna Hemaktosilin dan Eosin	1 liter	Bersifat asam dan basa	Untuk mewarnai sel dan jaringan sampel

C. Hewan Uji

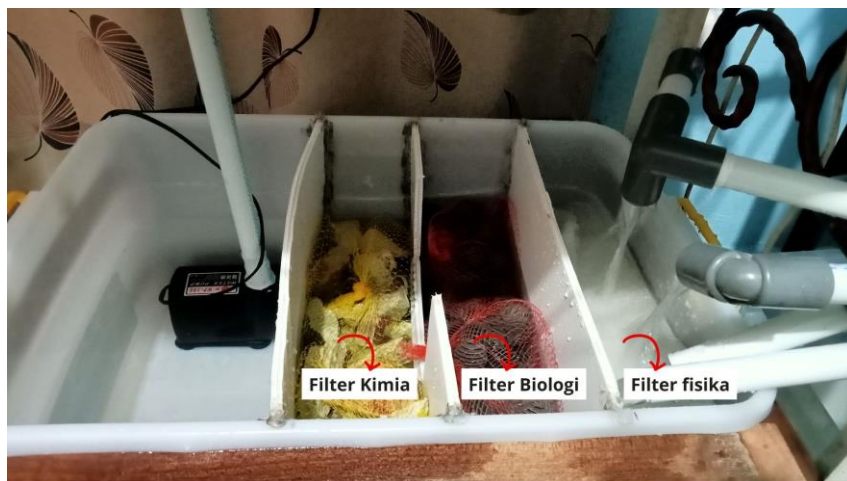
Hewan uji yang digunakan adalah larva lobster air tawar yang berumur 1 hari setelah lepas dari gendongan induk dengan rata-rata bobot 0.02 g dan rata-rata panjang 7.3 mm. Larva LAT yang digunakan berjumlah 420 ekor.

D. Wadah Penelitian

Wadah penelitian berupa wadah pemeliharaan yang digunakan adalah wadah plastik berukuran 25 cm x 25 cm x 12 cm sebanyak 9 buah. Wadah didesain dengan sistem resirkulasi (RAS) yang dilengkapi dengan saluran pemasukan air (*inlet*), saluran pengeluaran air (*outlet*) dan filter. Wadah tandon yang digunakan berupa wadah plastik berukuran 53 cm x 38 cm x 34 cm sebanyak 1 buah yang dilengkapi dengan pompa air untuk mengalirkan air masuk ke wadah budidaya. Wadah filter sistem resirkulasi yang digunakan adalah wadah plastik berukuran 53 cm x 38 cm x 34 cm sebanyak 1 buah yang diberi sekat untuk 3 jenis filter yakni filter fisika berupa dakron filter, filter biologi berupa *bioball* dan filter kimia berupa batu zeolit. Adapun wadah desain RAS yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3 & desain wadah filter yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 3. Desain Wadah Penelitian dengan Sistem RAS



Gambar 4. Desain Wadah Filter dengan Sistem RAS

E. Prosedur Penelitian

Penelitian ini terdiri atas beberapa tahapan prosedur penelitian sebagai berikut:

1. Tahapan persiapan

Wadah yang telah disiapkan lalu dihubungkan dengan sistem resirkulasi. Setelah sistem siap, RAS dijalankan. Wadah diisi air tawar bersih yang berasal dari tandon dengan setinggi 10 cm, sesuai dengan pernyataan Partini et al., (2019) bahwa wadah untuk budidaya larva lobster air tawar dapat diisi air setinggi 10 cm. Selanjutnya, wadah penelitian dilengkapi dengan *shelter* sebagai tempat berlindung lobster air tawar.

2. Penyediaan pakan

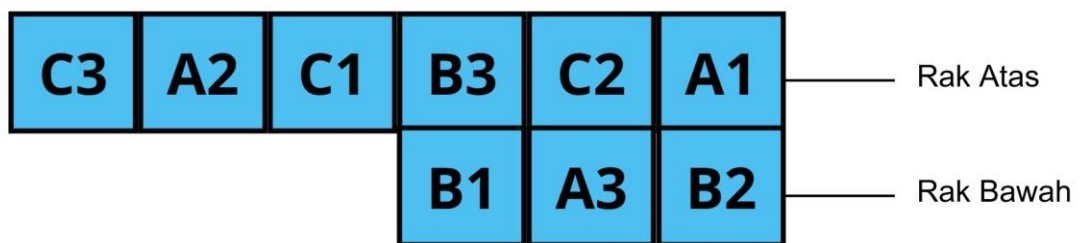
Saat pemeliharaan larva lobster air tawar pada hari pertama hingga hari ke-7, larva diberikan 100% pakan alami berupa cacing sutra beku yang diperoleh dari Toko Pet Shop Makassar HOBI & Toko Aquarium (Jl. Veteran Selatan No. 294B) dengan merek Alpha Fish. Menurut Febrianti et al., (2020), cacing sutra mengandung nutrisi berupa 57% protein, 13.3% lemak, 2.04 serat kasar, 3.6% abu dan 87.7% air.

3. Pemeliharaan Larva

Larva yang telah lepas dari gendongan induk dipindahkan ke wadah penelitian dengan kepadatan sesuai dengan perlakuan. Larva dipelihara selama 7 hari dengan frekuensi pemberian pakan 2 kali dalam sehari yakni pada pukul 07.00-08.00 WITA dan 19.00-20.00 WITA dengan metode satiasi yakni pemberian pakan dengan dosis yang disesuaikan dengan bobot tubuh. Dosis pakan yang diberikan sebesar 5% dari bobot tubuh (Taufiq et al., 2016).

F. Rancangan Percobaan

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan yakni perlakuan A kepadatan 20 ekor/wadah (3 ekor/m²), perlakuan B kepadatan 40 ekor/wadah (6 ekor/m²) dan perlakuan C kepadatan 80 ekor/wadah (12 ekor/m²) (Faiz et al., 2021); (Andriyeni et al., 2022). Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Adapun tata letak wadah penelitian dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Tata Letak Wadah Penelitian

G. Parameter Uji

Adapun parameter yang diuji adalah sebagai berikut:

1. Konsumsi oksigen

Pengamatan terhadap konsumsi oksigen menjadi parameter utama dalam penelitian ini yang dilakukan secara langsung dalam wadah pemeliharaan. Saat melakukan pengukuran konsumsi oksigen, sistem resirkulasi tidak dijalankan dan air dalam tandon diberi aerasi kuat agar oksigen dalam keadaan jenuh lalu wadah ditutup hingga tidak terdapat gelembung udara selanjutnya dilakukan pengukuran oksigen selama 30 menit menggunakan alat DO meter untuk memperoleh nilai oksigen terlarut awal. Setelah itu, wadah penelitian dialirkan air yang telah dijenuhkan dan wadah penelitian juga ditutup hingga tidak terdapat gelembung udara kemudian dilakukan pengukuran oksigen terlarut selama 30 menit menggunakan alat DO meter untuk memperoleh nilai DO akhir. Penghitungan konsumsi oksigen dilakukan satu jam sebelum pemberian pakan.

Perhitungan konsumsi oksigen dilakukan menggunakan metode dan rumus yang dipaparkan oleh Djawad et al., (1996) sebagai berikut:

- a. Jumlah oksigen terlarut tanpa larva (mg/jam), menggunakan rumus sebagai berikut

$$X = (DO \text{ awal} - DO \text{ akhir}) \times \frac{V}{1000} : \frac{T}{60}$$

- b. Jumlah oksigen terlarut dengan larva (mg/jam), menggunakan rumus sebagai berikut

$$Y = (DO \text{ awal} - DO \text{ akhir}) \times \frac{V}{1000} : \frac{T}{60}$$

- c. Jumlah konsumsi oksigen yang sebenarnya (mg/jam)

$$Z = Y - X$$

- d. Jumlah konsumsi oksigen sebenarnya dalam satuan $\mu\text{mol O}_2/\text{jam}$

$$W = \frac{Z \times 1000}{\text{berat molekul oksigen}}$$

- e. Jumlah konsumsi oksigen sebenarnya dalam satuan $\mu\text{L/O}_2/\text{jam}$

$$U = W \times 22,41$$

Catatan : diasumsikan bahwa 1 mol $\text{O}_2 = 22,41 \text{ L}$

- f. Konsumsi oksigen per berat badan basah larva ($\mu\text{LO}_2/\text{mg BB}/\text{jam}$)

$$N = \frac{U}{\text{mg berat basah hewan uji}}$$

Keterangan:

v = Volume air (ml)

T = Waktu (menit/jam)

DO = oksigen terlarut (mg/L)

X = Jumlah oksigen terlarut tanpa larva (mg/jam)

Y = Jumlah oksigen terlarut dengan larva (mg/jam)

Z = Jumlah konsumsi oksigen yang sebenarnya (mg/jam)

W = Jumlah konsumsi oksigen sebenarnya dalam satuan $\mu\text{mol O}_2/\text{jam}$

U = Jumlah konsumsi oksigen sebenarnya dalam satuan $\mu\text{L O}_2/\text{jam}$

N = Konsumsi oksigen per berat badan basah larva ($\mu\text{LO}_2/\text{mg BB}/\text{jam}$)

Untuk mendapatkan data konsumsi oksigen per berat badan basah larva, dilakukan penimbangan bobot basah larva menggunakan timbangan digital

2. Pertumbuhan

Pengukuran pertumbuhan dilakukan dengan metode sampling sebanyak 5 ekor setiap ulangan dari perlakuan kepadatan. Pertumbuhan yang diukur meliputi pertumbuhan mutlak dan pertumbuhan spesifik. Pengukuran bobot tubuh dan panjang tubuh dilakukan setiap hari yakni pada pukul 07.00 WITA. Adapun rumus pertumbuhan bobot dan panjang mutlak adalah sebagai berikut (Effendi, 1997):

$$W = W_t - W_0$$

Keterangan:

W = Pertumbuhan bobot mutlak (g)

W_t = Bobot larva lobster air tawar pada akhir pemeliharaan (g)

W_0 = Bobot larva lobster air tawar pada awal pemeliharaan (g)

$$L = L_t - L_0$$

Keterangan:

L = Pertumbuhan panjang mutlak (g)

L_t = Panjang larva lobster air tawar pada akhir pemeliharaan (g)

L_0 = Panjang larva lobster air tawar pada awal pemeliharaan (g)

Adapun rumus perhitungan laju pertumbuhan bobot dan panjang spesifik adalah sebagai berikut (Okta et al., 2023):

$$SGR = \frac{\ln W_t - \ln W_0}{t} \times 100\%$$

Keterangan:

SGR = Laju pertumbuhan bobot spesifik (%/hari)

W_t = Bobot rata-rata larva lobster air tawar pada akhir pemeliharaan (g)

W_0 = Bobot rata-rata larva lobster air tawar pada awal pemeliharaan (g)

t = Durasi Pemeliharaan (hari)

$$SGR = \frac{\ln L_t - \ln L_0}{t} \times 100\%$$

Keterangan:

SLR = Laju pertumbuhan panjang spesifik (%/hari)

L_t = Panjang rata-rata larva lobster air tawar pada akhir pemeliharaan (g)

L_0 = Panjang rata-rata larva lobster air tawar pada awal pemeliharaan (g)

t = Durasi Pemeliharaan (hari)

3. Konsumsi Pakan

Pengamatan konsumsi pakan dilakukan dengan menghitung selisih bobot pakan yang diberikan dengan jumlah pakan yang tersisa pada metode pemberian pakan secara satiasi. Penyiponan sisa pakan dilakukan setiap hari. Adapun rumus konsumsi pakan adalah sebagai berikut (Kruk et al., 2022):

$$KP = \text{Total jumlah pakan yang diberikan (g)} - \text{Total jumlah pakan yang tersisa (g)}$$

Keterangan:

KP : Konsumsi Pakan (g)

4. Kelangsungan Hidup

Penghitungan terhadap kelangsungan hidup larva lobster air tawar dilakukan dengan menghitung jumlah larva yang hidup dan larva yang mati. Pengukuran kelangsungan hidup dilakukan setiap hari yakni pada pukul 07.00 WITA. Adapun

rumus yang digunakan untuk menghitung tingkat kelangsungan hidup setelah pemeliharaan 7 hari adalah sebagai berikut (Samad, 2022):

$$SR = \frac{N_t}{N_o} \times 100\%$$

Keterangan:

SR = Survival Rate (%)

N_t = Jumlah larva lobster pada hari ini (ekor)

N_o = Jumlah larva lobster pada hari sebelumnya (ekor)

5. Kadar Glikogen

Pengukuran terhadap kadar glikogen dilakukan pada awal dan akhir penelitian dengan mengikuti metode Wedemeyer & Yasutake (1977). Daging larva lobster air tawar diambil sebanyak 1 gr secara kolektif dari masing-masing perlakuan lalu dipanaskan dalam 3 ml KOH 30% selama 20-30 menit hingga larut kemudian ditambahkan 0,5 ml Na₂SO₄ jenuh dan 3,5 ml ethanol 95% dan dipanaskan hingga mendidih. Setelah itu, larutan didinginkan serta disentrifius dalam keadaan dingin dan sisa supernatan langsung dibuang. Glikogen dilarutkan dalam 2 ml akuades lalu diendapkan dalam 2,5 mL ethanol 95% lalu supernatan hasil endapan kemudian dibuang. Selanjutnya, glikogen diendapkan lagi selama 30 menit pada 2 ml HCl 5 M dalam *water bath shaker* yang sedang mendidih. Hidrolisat yang telah dinetralkan yakni yang berisi 15-150 µg glukosa sebanyak 5 ml dipindahkan ke dalam tabung uji. Standar glukosa (111 µg) lalu dituangkan sebanyak 5 ml ke dalam tabung uji kedua dan akuades sebanyak 5 ml sebagai blanko dituangkan ke dalam tabung uji ketiga. Ketiga tabung tersebut kemudian dicelup ke dalam air dingin dan ditambahkan 10 ml reagent anthrone lalu tabung ditutup dengan *marbles glass* dan dipanaskan selama 10 menit dalam air mendidih lalu didinginkan dan segera diukur absorbansi pada panjang gelombang 620 nm dan dalam kolorimeter (1 g glikogen = 1,11 g glukosa dalam hidrolisat). Kadar glikogen sampel selanjutnya diukur menggunakan persamaan garis kurva standar glikogen

6. Histologi

Pembuatan preparat untuk pengamatan histologi dilakukan dengan mengikuti prosedur (Rahman et al., 2018) yakni dengan menyiapkan organ target sampel berupa daging dan hepatopankreas dari masing-masing perlakuan. Kemudian masing-masing organ tersebut dimasukkan ke dalam botol lalu difiksasi

menggunakan formalin 10% hingga organ tenggelam. Tujuan pemberian formalin adalah untuk menghidrasi sampel lalu dilakukan clearing pada *Automatic tissue processor* dan penanaman sampel dalam paraffin. Kemudian dilakukan pemotongan jaringan organ secara membujur menggunakan mikrotom (3-5 μm). Selanjutnya dilakukan pewarnaan Hemaktosilin dan Eosin (H&E). Kemudian dilakukan penutupan atau pemberian cover pada preparat. Setelah itu, preparat histologi diamati di bawah mikroskop.

7. Kualitas Air

Untuk mempertahankan kualitas air dalam penelitian, dilakukan penyiponan setiap hari sebelum pemberian pakan dan dilakukan pengukuran parameter kualitas air menggunakan alat pH meter untuk mengukur kadar pH serta menggunakan alat DO meter untuk mengukur kadar oksigen terlarut dan suhu. Pengukuran kualitas air dilakukan 2 kali setiap hari selama proses pemeliharaan yakni setiap pagi pukul 07.00 WITA dan sore pukul 17.00 WITA.

H. Analisis Data

Untuk mengetahui pengaruh kepadatan terhadap konsumsi oksigen, pertumbuhan, sintasan dan konsumsi pakan, maka dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) kemudian jika berpengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji W-Tuckey. Untuk mengetahui hubungan kepadatan dengan konsumsi oksigen, pertumbuhan, sintasan dan konsumsi pakan, maka dilakukan analisis regresi. Hasil pengukuran kadar glikogen dan hasil pengamatan preparat histologi dianalisis secara deskriptif. Selain itu, data kualitas air juga dianalisis secara deskriptif berdasarkan kelayakan hidup lobster air tawar.