

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Morfologi dan Ekologi Udang *Neocaridina davidi*

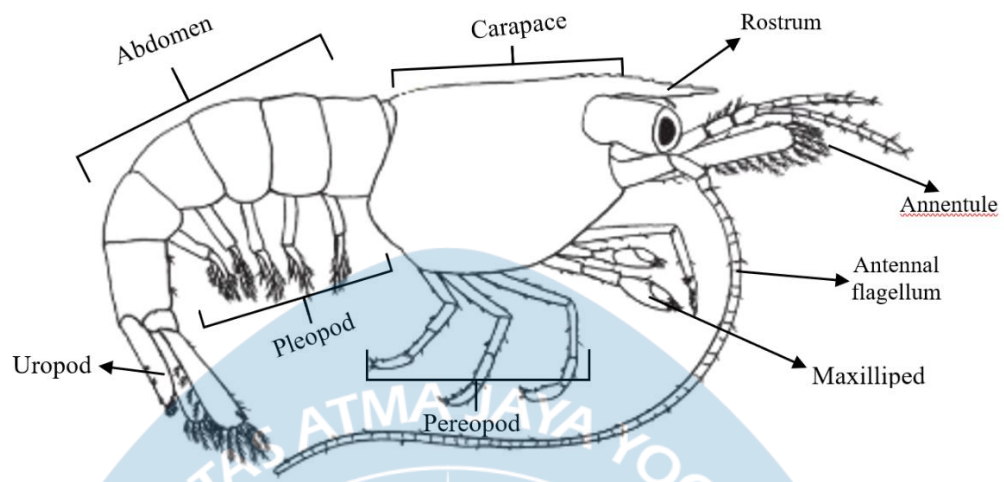
Udang Karidina (*Neocaridina davidi*) merupakan spesies Decapoda kecil dari keluarga Atyidae yang berasal dari Asia Timur dan sekitarnya terutama Tiongkok dan Taiwan (Carvalho-Batista dkk., 2023). Udang Karidina hidup di berbagai jenis perairan tawar seperti sungai, danau, hingga selokan pembuangan limbah, karena itu spesies ini dikenal dengan kemampuan adaptasi yang tinggi sehingga memiliki resistensi terhadap kualitas air yang buruk (Rodríguez dkk., 2024). Udang Karidina sangat disukai masyarakat karena ukurannya kecil, memiliki warna yang menarik, dan juga mendukung stabilitas abiotik dengan memakan sisa pakan ikan hingga sisa tanaman air sehingga cocok sebagai tambahan dalam akuarium (Luna-Vivaldo dkk., 2024).



Gambar 1. Udang Karidina (*Neocaridina davidi*) yang Biasa Dikenal Sebagai Udang Cherry (Suen dan Gillett-Kaufman, 2021).

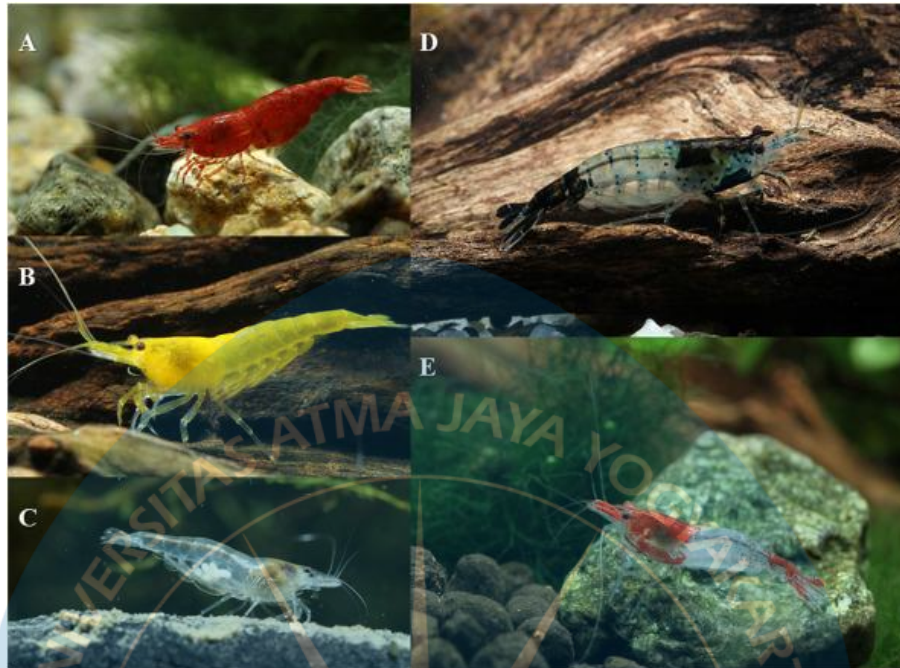
Udang Karidina (*Neocaridina davidi*), atau biasa lebih dikenal sebagai udang cherry, adalah spesies udang air tawar kecil dengan karakteristik morfologi yang khas, memungkinkan mereka beradaptasi di berbagai lingkungan perairan. Tubuh *N. davidi* terbagi menjadi tiga bagian utama: *cephalothorax* (kepala), *abdomen* (badan), dan *telson* (ekor). *Cephalothorax* dilindungi oleh eksoskeleton keras yang berfungsi sebagai perlindungan serta menampung organ dalam penting, termasuk mata majemuk pada tangkai pendek dan dua pasang antena yang digunakan untuk mendeteksi lingkungan di sekitarnya. *Rostrum* atau bagian pada ujung kepala yang memanjang ke depan, berperan dalam perlindungan dan keseimbangan. Spesies ini memiliki lima pasang *pereopod* (kaki jalan) yang berfungsi untuk bergerak dan menangani makanan (Mitsugi dan Suzuki, 2018).

Abdomen terdiri dari enam segmen fleksibel yang berguna untuk mempermudah dalam bergerak. Di bagian bawah abdomen terdapat lima pasang *pleopoda* (kaki renang) yang berfungsi untuk membantu pergerakan ketika berenang berenang dan juga digunakan untuk membawa telur selama reproduksi pada udang betina. Bagian ekor terdiri dari *telson* dan *uropod* yang berfungsi untuk membantu berenang secara maju atau mundur jika bertemu hewan pemangsa (Mitsugi dan Suzuki, 2018).



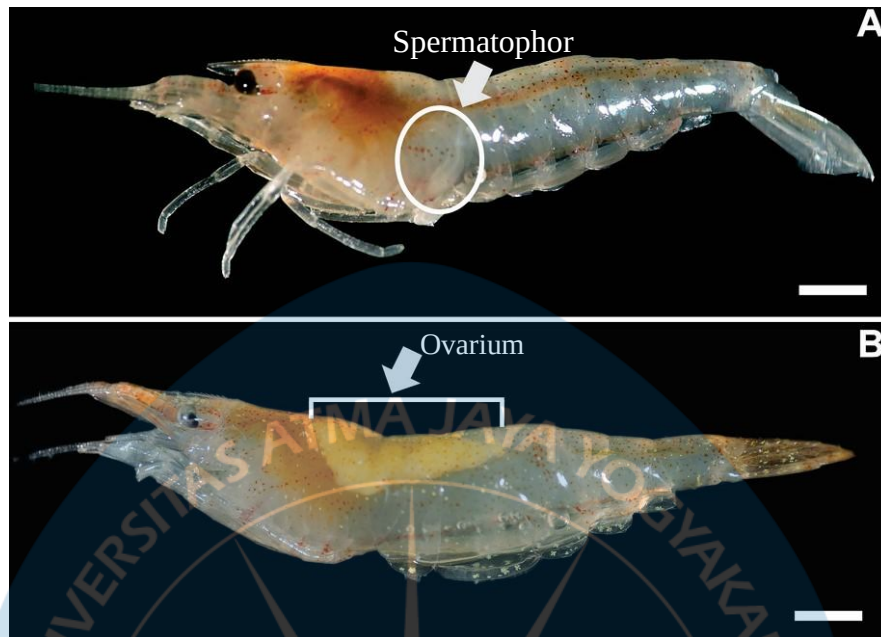
Gambar 2. Morfologi Luar Udang Karidina (*Neocaridina davidi*) (Pantaleão dkk., 2015).

Awalnya Udang Karidina alami yang berwarna gelap dan bening diperdagangkan sebagai pakan ikan dan umpan pancing, namun setelah perkawinan selektif dilakukan pada udang Karidina agar terjadi pigmentasi sehingga nilai jualnya meningkat sebagai ikan hias. Varietas warna pada udang Karidina (*Neocaridina davidi*) dari pengawinan selektif saat ini sudah menghasilkan kira-kira 20 jenis warna seperti *super red*, *red rili*, *blue velvet*, *chocolate*, *sunkist*, *black choco*, *snowball*, dan *snow white*. Pigmentasi pada udang Karidina secara alami bisa dikarenakan sebagai strategi untuk menghindari pemangsa (mengurangi fotoresepsi) atau untuk menarik perhatian pasangan saat fase reproduksi. Perubahan warna lanjutan juga dapat disebabkan oleh kesehatan udang, tingkah laku sosial, pengaruh pakan, serta pengaruh eksposur cahaya tinggi seperti lampu inframerah dan ultraviolet dapat mendukung akumulasi pigmen dalam tubuh sebagai proteksi dari kerusakan jaringan tubuh (Lin dkk., 2022).



Gambar 3. Warna pada Udang Karidina (*Neocaridina davidi*): A. *Super red*, B. *Yellow*, C. *Snow white*, D. *Black*, dan E. *Red rilli* (Lin dkk., 2022).

Udang Karidina (*Neocaridina davidi*) jantan dan betina dapat dibedakan berdasarkan bentuk morfologinya, Udang Karidina betina memiliki warna yang lebih cerah dan juga tubuh yang lebih besar dibanding udang jantan. Udang Karidina betina juga bisa diidentifikasi dari ovariumnya yang berwarna kuning atau hijau yang terlihat pada bagian *carapace* nya. Telur yang sudah dibuahi akan diletakan di pleopod dan akan menetas 30 hari kemudian dengan suhu $27 \pm 1^{\circ}\text{C}$. Jumlah larva yang akan menetas biasanya 15 hingga 40 ekor dalam sekali siklus kawin, dan betina dapat bertelur beberapa kali selama 1,5 tahun masa hidupnya (Zanitti dkk., 2023).



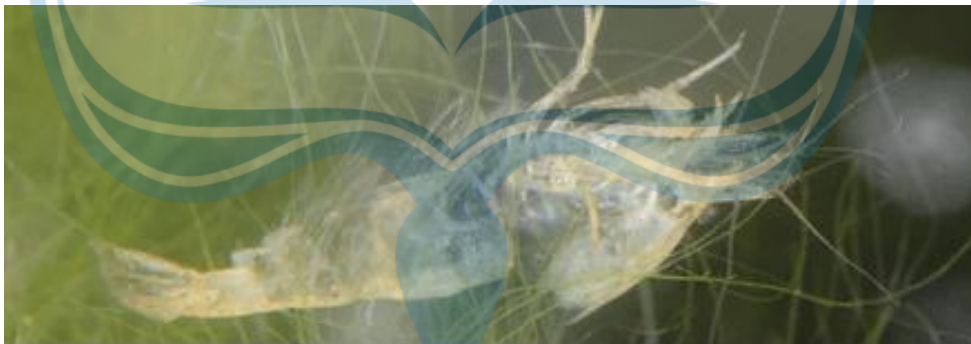
Gambar 4. Perbedaan Jenis Kelamin Udang Karidina (*Neocaridina davidi*): A. Jantan dan B. Betina (Tropea dan López Greco, 2019).

Udang Karidina dewasa dapat mencapai panjang tubuh 4 cm. Udang Karidina merupakan spesies omnivora, spesies ini merupakan hewan *scavenger* yang artinya hidup dengan memakan sisa-sisa pakan, bangkai makhluk hidup lain, dan daun tanaman yang rontok, sehingga udang Karidina biasa dipelihara sebagai hewan pembersih dalam akuarium. Udang Karidina juga dikenal sebagai pemakan mikroorganisme *biofilm*, sehingga pemberian pakan yang terlalu sering tidak disarankan (Kučera dkk., 2022).

Molting merupakan proses pertumbuhan pada udang yaitu pergantian eksoskeleton yang lama dengan yang baru. Selama masa persiapan (*premolt*), udang menyerap air untuk memisahkan eksoskeleton lama, sementara pada masa pelepasan (*ecdysis*), eksoskeleton dilepaskan melalui celah di bagian kepala dan ekor. Setelah eksoskeleton telah lepas, udang mengeraskan eksoskeleton baru

dengan menyerap kalsium dari lingkungan sekitarnya, biasanya dengan memakan eksoskeleton yang telah dilepas (Suen dan Gillett-Kaufman, 2021).

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses *moulting* pada udang adalah kualitas parameter air, nutrisi dalam pakan, dan faktor stres (Corteel dkk., 2012). Pengaruh pemberian pakan dengan protein dan mineral yang tinggi sangat berpengaruh terhadap kelancaran proses penggantian kulit pada udang. Protein berfungsi untuk mendukung pembelahan sel dan regenerasi jaringan tubuh. Mineral seperti Kalsium (Ca) dan Fosfor (P) dibutuhkan oleh krustasea seperti kepiting dan udang untuk pengerasan eksoskeleton setelah *moulting*, oleh karena itu beberapa spesies udang dan kepiting akan memakan sisa eksoskeleton dari proses pergantian untuk memperoleh Kalsium dan Fosfor proses pengerasan eksoskeleton yang baru dapat lebih cepat (Zhang dkk., 2021).



Gambar 5. Hasil *Molting* Eksoskeleton dari Udang Karidina (*Neocaridina davidi*) (Suen dan Gillett-Kaufman, 2021).

Kanibalisme merupakan perilaku yang dapat ditemui pada udang Karidina (*Neocaridina davidi*) dikarenakan beberapa faktor seperti kepadatan pemeliharaan yang tinggi, kurangnya jumlah pakan, dan juga kualitas air yang kurang baik. Fase molting merupakan fase yang paling sering mengalami kanibalisme karena udang akan melepaskan banyak asam amino ke lingkungan perairan sehingga akan

menarik perhatian pemangsa termasuk udang lainnya. Saat baru melalui proses *molting*, eksoskeleton yang baru membutuhkan waktu untuk mengeras, sehingga dalam kondisi ini udang masih rentan terhadap pemangsa (Romano dan Zeng, 2017). Hal yang dapat dilakukan untuk mencegah perilaku kanibalisme adalah dengan memberi pakan dengan biomassa yang tepat, memasukan shelter berupa batu atau tanaman air sebagai tempat persembunyian, dan juga memelihara kualitas air yang baik (Suen dan Gillett-Kaufman, 2021).

Udang Karidina biasa hidup di daerah perairan berarus tenang seperti sungai, aliran irigasi dan selokan dengan kondisi substrat berbatu dan berpasir, serta kondisi vegetasi air yang banyak sebagai sumber makanan alami dan tempat persembunyian. Penelitian telah yang dilakukan Onuki (2021) menyatakan bahwa *N. davidi* sangat mudah ditemui di daerah dengan aliran air yang lambat hingga sedang, dengan suhu air sekitar 15–25°C dan pH antara 6,5–7,5. Selain itu, faktor yang mendukung keberadaan udang ini di habitat alaminya yaitu kadar oksigen terlarut yang cukup tinggi (>6 mg/L).

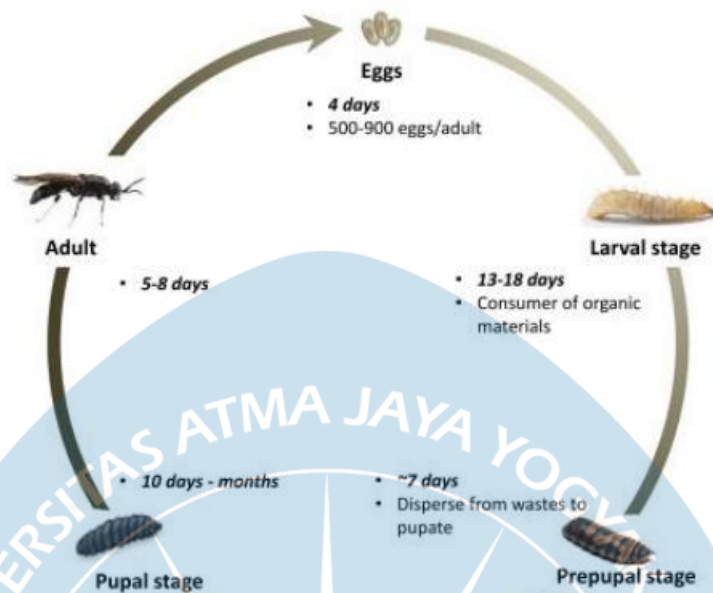
Berdasarkan hasil penelitian Onuki (2021) menyatakan bahwa *N. davidi* memiliki toleransi lingkungan yang cukup luas tetapi perubahan kondisi air mendadak dapat membahayakan hidup udang, sehingga lebih menyukai perairan yang stabil dengan parameter air yang seimbang. Parameter air yang tepat untuk pemeliharaan udang Karidina (*Neocaridina davidi*) menurut Onuki (2021) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Kualitas Air Dalam Pemeliharaan Udang Karidina (*Neocaridina davidi*) (Onuki, 2021).

Parameter Air	Kisaran
Suhu	22 – 28°C
pH	6,5 – 7,5
Kekerasan Total (GH)	50 – 150 ppm
Oksigen Terlarut (DO)	> 5 mg/L
Total Dissolved Solids	150 – 250 ppm
Amonia (NH ₃)	0 – 0,25 ppm

B. Larva *Black Soldier Fly* Sebagai Bahan Pakan

Black Soldier Fly (BSF) atau *Hermetia illucens* merupakan spesies lalat yang tergolong dalam ordo *Diptera*, famili *Stratiomyidae*, dan genus *Hermetia* yang penyebarannya dari benua Amerika dan saat ini dapat ditemukan hampir di seluruh dunia (Astuti dkk., 2023). Lalat *Black Soldier Fly* merupakan organisme yang masa pertumbuhannya termasuk dalam metamorfosis sempurna karena melewati fase pupa. Siklus metamorfosis *Black Soldier Fly* terdiri dari fase telur, fase larva yang terdiri dari 6 tahap instar (penggantian eksoskeleton), fase pupa, dan fase imago atau dewasa. Fase telur, larva hingga prepupa berlangsung selama 14-22 hari, kemudian fase pupa terjadi selama 14 hari, fase dewasa dan masa kawin terjadi selama sekitar 5-7 hari dimana jantan mati setelah kawin dan betina mati setelah bertelur. Tubuh lalat *Black Soldier Fly* berwarna hitam dan berwarna transparan pada bagian segmen basal abdomennya yang berbentuk seperti abdomen lebah yang panjangnya antara 15-20 mm (Kahar dkk., 2020).



Gambar 6. Siklus Hidup Lalat *Black Soldier Fly* (*Hermetia illucens*) (Purnamasari dkk., 2021).

Telur lalat *Black Soldier Fly* berbentuk oval memanjang berwarna kuning pucat atau berwarna krem saat baru diletakkan dengan ukuran sekitar 1 mm. Larva yang baru menetas memiliki warna putih krem dan panjang sekitar 1,8 mm, dengan bentuk agak pipih. Ketika sudah berukuran agak besar akan memiliki bentuk pipih dan memiliki tubuh berwarna coklat kemerahan, memanjang hingga sekitar 27 mm. Selama pertumbuhannya, larva akan melewati tahap penggantian kulit (*moulting*) selama 6 kali, hal ini karena bagian tubuh larva yang semakin besar selama pertumbuhannya namun bagian kulit luar atau eksoskeleton yang kaku tidak ikut bertumbuh. Larva yang akan masuk ke tahap pupa sebelumnya akan memasuki tahap prepupa terlebih dahulu dimana larva mulai tidak aktif bergerak dan berpuasa (Kahar dkk., 2020).

Dalam budidaya perikanan, pakan yang diberikan dapat berupa pakan alami dan pakan buatan yang dapat berbentuk bubuk, berbentuk *flakes*, dan berbentuk pellet. Pakan pellet merupakan pakan yang dibuat dari campuran beberapa bahan yang kemudian dipadatkan, dicetak, dan dikeringkan. Pembuatan pakan pellet bertujuan untuk menghemat tempat penyimpanan, menekan biaya transportasi, memperpanjang masa simpan, dan memudahkan pemberian pakan (Iswandiary dkk., 2021).

Proses pembuatan pakan ikan secara garis besar dapat dibagi atas tahap yaitu tahapan yaitu penggilingan (*grinding*), pencampuran (*mixing*), pencetakan (*pelleting*), dan pengeringan (*drying*) (Efrizal dkk., 2018). Penggilingan bertujuan untuk menghaluskan bahan-bahan dasar pembuatan pakan agar mudah untuk dicetak, sedangkan pencampuran bertujuan untuk menghomogenkan seluruh bahan dasar pembuatan pakan agar didapatkan pakan dengan kandungan gizi yang beragam. Proses pencetakan pakan dapat menggunakan mesin atau alat lainnya untuk menyatukan semua bahan dasar agak tidak tercecer. Untuk meningkatkan kerekatan bahan, maka dilakukan penambahan pati karena mengandung amilosa dan amilopektin (Hakim dkk., 2020). Tahap akhir pembuatan akan adalah pengeringan yang bertujuan untuk menghilangkan kadar air agar terhindar dari kontaminasi jamur dan bakteri sehingga masa simpannya lebih panjang, biasanya dilakukan dengan oven atau dilakukan penjemuran (Saifuddin dkk., 2020).

Fase larva banyak dimanfaatkan untuk bahan baku pembuatan pakan karena pada larva banyak mengkonsumsi bahan organik dibanding stadia lainnya. Nutrisi yang terkandung dalam larva BSF yaitu protein berkisar 40-50%, kandungan lemak

sekitar 29-32%. Oleh karena itu, tepung larva BSF cocok menjadi pengganti tepung ikan sebagai dasar pakan ikan karena tidak memiliki efek negatif terhadap pencernaan bahan kering (57,96-60,42%), energi (62,03-64,77%) dan protein (64,59-75,32%) (Putra dan Ariesmayana, 2020).

Kandungan protein dalam tepung larva *black soldier fly* (*Hermetia illucens*) tidak setinggi kandungan protein pada tepung ikan yang umum digunakan. Namun kandungan lemak dan energi pada tepung larva lebih tinggi dari tepung ikan, sehingga tepung larva *black soldier fly* merupakan salah satu alternatif sumber bahan pakan. Kandungan protein dalam larva *black soldier fly* juga dipengaruhi oleh pakan dalam pemeliharaan, usia larva, dan juga metode pengolahan larva menjadi pakan juga sangat mempengaruhi kadar protein di dalamnya terutama jika proses pengolahan menggunakan suhu tinggi. Kandungan protein yang tinggi tidak selalu menjadi penyebab pertumbuhan, namun kandungan lemak juga berpengaruh pada pertumbuhan karena ikan dapat memanfaatkan energi dari lemak untuk beraktivitas dan memaksimalkan fungsi protein untuk pertumbuhan (Mardiana dkk., 2023).

Selain protein, mineral merupakan salah satu komponen penting dalam pakan pemeliharaan udang. Mineral seperti Kalsium, zat besi, dan Fosfor berfungsi sebagai nutrisi untuk mempercepat pertumbuhan dan mendukung molting sehingga proses pengerasan eksoskeleton baru dapat lebih cepat. Tepung larva *black soldier fly* (*Hermetia illucens*) memiliki kandungan mineral kalsium yang cukup tinggi sehingga cocok digunakan sebagai bahan pakan untuk pemeliharaan udang dan

kepiting. Perbandingan nutrisi dari tepung larva *black soldier fly* dan tepung ikan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Nutrisi dalam Tepung Larva *Black Soldier Fly* dan Tepung Ikan.

Nutrien (%)	Tepung Larva	Tepung Ikan	Sumber
Protein Kasar	40–44	60-72	(Lu dkk., 2022)
Lemak Kasar	28–35	8-11	
Serat Kasar	6–9	1-2	
Abu	5–8	15-25	
Kadar Air	5–10	5-10	(Zulkifli dkk., 2022)
Energi (kkal/kg)	3.803	3.200	
Kalsium	5-8	3-5	
Fosfor	1,2	2	
Zat Besi	3	2	

Teknik pemberian pakan yang cocok untuk pemeliharaan udang adalah teknik pemberian pakan secara *ad libitum* yaitu teknik pemberian pakan untuk udang dan ikan dengan memberi pakan secara tidak terbatas atau selalu tersedia setiap saat. Teknik ini memungkinkan udang untuk makan sesuai dengan kebutuhannya tanpa ada pembatasan waktu dan dosis. Teknik pemberian pakan ini cocok untuk pemeliharaan krustasea seperti udang dan kepiting dalam kepadatan tinggi sehingga dapat mengurangi perilaku kanibalisme. Namun teknik pemberian pakan secara *ad libitum* harus dikaji dulu sebelum dilakukan karena memiliki potensi *overfeeding* sehingga menyebabkan ketidakseimbangan nutrisi dan juga meningkatkan kadar amonia serta nitrat dalam air, yang berdampak negatif pada kualitas lingkungan (Ullman dkk., 2018).

Salah satu zat yang biasa mencemari air dalam pembudidayaan air tawar adalah ammonia (NH_3) yang berasal dari hasil sisa metabolisme dan pencernaan ikan serta dari sisa pakan. Ammonia (NH_3) dapat menjadi senyawa toksik bagi komoditas perikanan sehingga menurunkan kualitas hasil panennya. Selain dari dosis pemberian pakan, sebaiknya menggunakan bahan organik sebagai bahan dasar pembuatan pakan agar hasil metabolisme pakan dengan air tidak mencemari air pemeliharaan (Şahin, 2023).

C. Hipotesis

1. Pakan yang menggunakan tepung larva lalat *Black Soldier Fly* (*Hermetia illucens*) dengan dosis terbanyak meningkatkan kecepatan pertumbuhan udang karidina (*Neocaridina davidi*) dibanding dengan pakan berbasis tepung ikan
2. Pakan yang menggunakan tepung larva lalat *Black Soldier Fly* (*Hermetia illucens*) merupakan bahan pakan yang aman bagi kualitas air dan tidak memperburuk kualitas air.