

Effect of Using Different Shelter and Feed Types on Growth and Survival Rate of Sulawesi Endemic Ornamental Shrimps (*Caridina dennerli*)*(Pengaruh Penggunaan Jenis Shelter Dan Pakan yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Dan Tingkat Kelangsungan Hidup Udang Hias Endemik Sulawesi (*Caridina dennerli*))***M. Dzaky Abdullah*, Hasim dan Mulis**

Department of Aquaculture, Faculty of Marine and Fisheries Technology, State University of Gorontalo, Indonesia

*Corresponding author m.s1bdperairan@mahasiswa.ung.ac.id

Manuscript received: 13 Mar. 2025. Revision accepted: 19 April 2025

Abstract

White Spot Sulawesi ornamental shrimp (*Caridina dennerli*) is an endemic species from Lake Matano, South Sulawesi, Indonesia. This shrimp, known for its distinctive pattern and beautiful color, is highly sought by ornamental shrimp enthusiasts as a premium collection. However, its distribution still relies on wild-caught specimens by hunters in Lake Matano, placing it on the IUCN Red List (2018) as an A2e (*Critical*) species. The development of ex-situ breeding of *C. dennerli* is expected to reduce over-exploitation in its natural habitat. This study aims to observe the effects of different feeds (commercial pellets and biofilm) and shelter types (stone and *Hydrilla*) on the growth in total length, total weight, and survival rate in controlled breeding of *C. dennerli*. The study was conducted at the Fish Seed Center of Gorontalo City from November to December 2024 using a descriptive qualitative method with descriptive statistical analysis. The results showed that the S2A2 treatment (commercial pellets and *Hydrilla*) produced the highest average growth of 0.119 cm and survival rate of 72.727%, although no effect was observed on total weight. The controlled breeding habitat had a pH range of 7.94-9.13, temperature of 26.4-28.7°C, TDS of 203-296 ppm, ammonia 0 mg/L, nitrite 0 mg/L, nitrate 0-30 mg/L, phosphate 0-3 mg/L, and DO of 6-8.6 mg/L. This is the first report on the growth and survival performance of *C. dennerli* in a controlled environment.

Keywords: Endemic Ornamental Shrimp; *Caridina dennerli*; Controlled Breeding; Shelter and Feed Types; Shrimp Survival Rate.

Abstrak

Udang hias White Spot Sulawesi (*Caridina dennerli*) merupakan salah satu spesies endemik dari Danau Matano, Sulawesi Selatan, Indonesia. Udang ini memiliki corak khas yang indah, banyak disukai penggemar udang hias sebagai koleksi premium. Namun, peredarannya masih bergantung pada tangkapan alam oleh para pemburu, hingga membuatnya masuk dalam daftar merah IUCN (2018) sebagai spesies A2e (Kritis). Pengembangan budidaya *ex situ* *C. dennerli* diharapkan dapat mengurangi eksploitasi di habitat aslinya. Penelitian bertujuan mengamati pengaruh jenis pakan (pelet komersil dan biofilm) dan shelter (batu dan *Hydrilla*) berbeda terhadap pertumbuhan panjang mutlak, bobot mutlak dan tingkat kelangsungan hidup pada budidaya terkontrol *C. dennerli*. Penelitian dilakukan di Balai Benih Ikan Kota Gorontalo pada November hingga Desember 2024 menggunakan metode deskriptif kualitatif dengan analisis statistik deskriptif. Hasil menunjukkan bahwa *C. dennerli* pada perlakuan S2A2 (pelet komersil dan *Hydrilla*) memberikan hasil terbaik, dengan pertumbuhan panjang rata-rata 0,119 cm dan kelangsungan hidup 72,727%, meskipun tidak ada pengaruh terhadap bobot mutlak. Habitat budidaya terkontrol memiliki kisaran pH 7.94-9.13; suhu 26.4-28.7°C; TDS 203-296 ppm; amonia 0 mg/L; nitrit 0 mg/L; nitrat 0-30 mg/L; fosfat 0-3 mg/L dan DO 6-8.6 mg/L. Penelitian ini merupakan laporan pertama tentang performa pertumbuhan dan kelangsungan hidup *C. dennerli* di lingkungan terkontrol.

Kata kunci: Udang Hias Endemik; *Caridina dennerli*; Budidaya Terkontrol; Jenis Shelter dan Pakan; Kelangsungan Hidup Udang.

PENDAHULUAN

Di Indonesia terdapat banyak sekali danau yang menakjubkan, beberapa diantara menyimpan beragam unsur

endemisme seperti danau Matano. Ekosistem danau termasuk kedalam perairan lotik, karena aliran masuk dan keluarnya relatif lebih kecil dibandingkan

kapasitasnya. Isolasi geografis atau terisolasi dari badan air lainnya menjadi ciri khas pada ekosistem danau dan merupakan salah satu faktor dari adanya unsur endemisme. (Cristescu *et al.*, 2010) menyatakan bahwa spesiasi pada suatu spesies di danau dapat dipengaruhi oleh faktor geografis serta intrinsik seperti hibridisasi yang berfungsi sebagai mekanisme evolusi penting, yang tidak hanya meningkatkan variasi genetik tetapi juga memungkinkan spesies baru muncul dengan karakteristik yang lebih baik dalam menyesuaikan diri dengan lingkungan baru. Danau purba Matano yang merupakan bagian dari sistem danau Malili di Sulawesi memiliki setidaknya 14 spesies udang endemik, salah satunya adalah *Caridina dennerli* (von Rintelen & Cai, 2009).

Caridina dennerli telah masuk dalam daftar Merah IUCN (*International Union for Conservation of Nature*) pada tahun 2018 sebagai spesies A2e yang terancam punah. Pencarian intensif udang *Caridina dennerli* kembali dilakukan pada tahun 2019 oleh organisasi Sulawesi Keepers bersama dengan pemburu udang lokal dan menemukan udang *Caridina dennerli* telah berpindah dari tempat mereka dulu dan sekarang bersembunyi dibawah lapisan batu tebal di dua tempat danau Matano. Keberadaan *Caridina dennerli* terancam oleh aktivitas perdagangan udang hias yang tidak terkontrol dan masuknya spesies invasif seperti ikan louhan di danau Matano (Hedianto *et al.*, 2018). Budidaya *ex-situ* (budidaya diluar habitat asli) merupakan salah satu upaya yang dapat mendukung kegiatan konservasi udang hias endemik *Caridina dennerli*.

Budidaya perairan merupakan kegiatan pemeliharaan yang memiliki konsep seperti memanipulasi lingkungan asli habitat biota akuatik, agar dapat dipelihara dengan tujuan tertentu secara terkontrol. Seiring berkembangnya ilmu budidaya, pengontrolan yang dilakukan pada biota akuatik dapat dilakukan melalui berbagai macam hal, seperti mengontrol hasil keturunannya dengan cara hibridisasi atau *sex reversal* dan juga dapat berupa pengontrolan terhadap kondisi lingkungan

budidaya seperti penambahan mikroorganisme menguntungkan atau memberikan tempat perlindungan (shelter). Kajian shelter dalam praktik budidaya perairan umumnya selalu mengarah pada pengadaan struktur atau alat yang dapat memproteksi biota akuatik dari musuh alaminya. Proteksi yang disediakan pada wadah budidaya tersebut diharapkan dapat mengurangi tingkat mortalitas pada biota akuatik yang memiliki karakteristik sosial tertentu seperti teritorial dan tindakan agresif. Sehingga dengan berkurangnya tingkat mortalitas, biota akuatik pada kriteria tersebut dipercaya akan memiliki peningkatan dalam pertumbuhannya.

Beberapa penelitian perihal penggunaan shelter yang berbeda untuk ditujukan sebagai proteksi terhadap kanibalisme pada biota krustasea seperti lobster air tawar memiliki hasil yang berbeda, Zaky et al., (2020) menyatakan bahwa penggunaan jenis shelter eceng gondok, pipa paralon, batu roster, botol plastik pada benih lobster air tawar *Red Claw* (*Cherax quadricarinatus*) berpengaruh pada laju panjang total serta presentase moulting, yang diduga karena shelter jenis batu roster memiliki kandungan kalsium serta dapat menyerap amoniak, namun tidak berpengaruh pada pertumbuhan bobot dan kelangsungan hidup. Mamuaya et al., (2019) menyatakan bahwa penggunaan shelter daun kelapa, bambu, *Hydrilla* sp pada juvenil lobster air tawar (*Cherax quadricarinatus*) tidak berpengaruh signifikan terhadap tingkat kelangsungan hidup, yang diduga karena adanya faktor pembatas yaitu suhu rendah, namun berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan.

Park *et al.*, (2015) menyatakan bahwa kepadatan tebar berbeda (tinggi, rendah) dan penggunaan jenis shelter berbeda (tipe sikat, pompon berwarna, selimut vinil, dan kontrol tanpa tempat berlindung) pada juvenil udang *Pandalopsis japonica* tidak berpengaruh terhadap panjang karapas dan bobot basah, namun penggunaan shelter berbeda dalam padat tebar rendah berpengaruh pada kelangsungan hidup.

Lebih lanjut Park *et al.*, (2015) menyampaikan kalau pada dasarnya kanibalisme udang pada fase pembesaran hanya terjadi jika kepadatannya terlalu tinggi dan udang dengan ukuran berbedanya dicampur bersama. Sedangkan Wijaya *et al.*, (2023) menyatakan bahwa ketersediaan pakan yang cukup selama pemeliharaan udang hias air tawar *red cherry* dapat mencegah kanibalisme antar udang karena kekurangan pakan.

Di danau Matano kawasan dasar perairan dengan elemen fisik seperti tanaman air dan batu merupakan tempat dijumpainya udang *Caridina dennerli* (Hedianto *et al.*, 2018; Rintelen & Cai, 2009). Peranan dan fungsi spesifik penggunaan shelter tidak dapat digeneralisasi secara terbatas untuk jenis biota akuatik tertentu saja. Karena setiap jenis shelter dapat memberikan pengaruh yang berbeda terhadap biota akuatik disekitarnya. Pada habitat asli biota akuatik di dalam liar, shelter biasanya merujuk pada elemen fisik seperti batu atau tanaman yang berperan luas baik sebagai tempat berlindung dari musuh alami, tempat mencari makan, tempat berkumpul, tempat beradaptasi ketika kondisi lingkungan merugikan dan lain sebagainya (Haas *et al.*, 2004; Rimalia & Kisworo, 2021; Rimalia & Kisworo, 2021; Rintelen & Cai, 2009; Slavik *et al.*, 2012).

Ketersediaan pakan merupakan faktor penting untuk pertumbuhan, karena memberikan nutrisi seperti protein dan lemak untuk bermetabolisme dan berkembang (Wijaya *et al.*, 2023). Pakan pada udang terdiri dari dua jenis yaitu pakan alami yang berasal dari alam atau biasa disebut pakan hidup dan pakan buatan yang berupa kumpulan berbagai bahan yang dibentuk menjadi pelet atau semacamnya yang tidak hidup. Menurut Basri (2013) dalam Nurmalasari *et al.*, (2020) pakan alami mempunyai kandungan gizi yang lengkap, mudah dicerna dalam saluran pencernaan dan tidak menurunkan kualitas air. Bakteri starter merupakan salah satu produk komersil yang termasuk kedalam pakan alami karena memiliki kandungan mikroorganisme, asam amino dan enzim

yang berfungsi untuk meningkatkan kualitas air dan meningkatkan perkembangan biofilm.

Biofilm merupakan sumber pakan alami bagi krustasea dekapoda seperti udang, biofilm dapat tumbuh pada elemen fisik lingkungan perairan yaitu permukaan kayu, batu dan tanaman air (Burns & Walker, 2000; Davidovich *et al.*, 2020). Pakan buatan komersil yang berupa pelet atau crumble biasanya menjadi pilihan dalam budidaya udang *caridina*, karena dapat diberikan dengan cara yang sederhana seperti *ad libitum*, *ad satiasi* atau berdasarkan bobot tubuh serta pemantauannya cukup mudah (Herjayanto *et al.*, 2019; Subamia & Himawan, 2014; Wijaya *et al.*, 2023), sedangkan pemberian pakan alami seperti bakteri starter harus melalui perhitungan dari takaran dosis yang tepat. Secara umum udang hias air tawar jenis *Neocaridina* dan *Caridina* merupakan biota akuatik yang bersifat omnivora oportunistik, sehingga memakan berbagai macam makanan baik tumbuhan maupun hewan (Maciaszek *et al.*, 2020; Wijaya *et al.*, 2023; Yam & Dudgeon, 2005).

METODE

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode deskriptif kualitatif dengan analisis statistik deskriptif. Penelitian ini bertujuan untuk mengamati pengaruh pengaruh jenis pakan dan jenis shelter terhadap pertumbuhan panjang mutlak, bobot mutlak dan tingkat kelangsungan hidup. Dua faktor utama yang diperhatikan dalam penelitian ini adalah jenis pakan (bakteri starter dan pakan komersil) dan jenis shelter (shelter batu dan shelter *Hydrilla*), masing-masing faktor terdiri atas dua taraf, yaitu:

Faktor A: Jenis Pakan (S)

- S1: Bakteri Starter
- S2: Pakan Komersil

Faktor B: Jenis Shelter (A)

- A1: Shelter Batu
- A2: Shelter *Hydrilla*

Alat Dan Bahan

Dalam penelitian ini, alat yang digunakan meliputi akuarium, perangkat sistem aerasi, pH meter, TDS meter, termometer, DO meter, milimeter blok, timbangan analitik, shelter batu, shelter *hydrilla*, gayung, sipon, seser, kamera, tripod, serta alat tulis dan kertas (ATK). Sementara itu, bahan yang digunakan terdiri dari udang *Caridina dennerli*, air, test kit air, bakteri starter, pakan komersil, dan aplikasi *Image-J*.

Prosedur Penelitian

Dalam penelitian ini, akuarium berukuran 30 cm x 30 cm x 30 cm dengan volume 27 liter air digunakan sebagai wadah pemeliharaan, sebanyak 12 unit. Akuarium dibersihkan, dikeringkan, dan disusun sesuai rancangan penelitian. Air yang digunakan telah diendapkan selama dua hari sebelum diisi ke dalam akuarium sebanyak 22 liter, disertai dengan pengujian kualitas air. Shelter batu dan *Hydrilla* ditempatkan sesuai perlakuan, dengan masing-masing akuarium diberi 5 batu atau 10 helai *Hydrilla*. Sistem aerasi dipasang dengan dua batu aerator per akuarium. Perlakuan dengan bakteri starter dilakukan selama tujuh hari sebelum penebaran udang untuk membentuk biofilm, dengan pemantauan kualitas air secara berkala.

Udang *Caridina dennerli* dengan panjang rata-rata $1,445 \pm 0,212$ cm dan bobot $0,022 \pm 0,006$ gram ditebar dengan kepadatan 1 ekor per liter air atau 22 ekor per akuarium. Sebelum ditebar, udang mengalami aklimatisasi selama tujuh hari dalam kolam terpal dengan pemberian pakan pelet komersil dan bakteri starter secara bergantian. Selama aklimatisasi, parameter air seperti pH, TDS, dan suhu dipantau secara berkala.

Pakan alami berupa bakteri starter diberikan setiap pagi dengan dosis 0,091 gram per akuarium, sedangkan pakan komersil *Hikari Shrimp Cuisine* diberikan secara *ad libitum* dengan pengecekan dua kali sehari. Air akuarium diganti sebanyak 20% setiap 10 hari untuk menjaga kebersihan. Pemantauan kualitas air dilakukan setiap lima hari, sedangkan

parameter spesifik seperti fosfat dan oksigen terlarut diamati pada hari ke-1, 15, dan 30. Pengukuran pertumbuhan panjang dan bobot udang dilakukan pada awal, pertengahan, dan akhir pemeliharaan menggunakan kamera, tripod, dan aplikasi *Image-J*. Kelangsungan hidup udang dihitung berdasarkan jumlah yang bertahan hingga akhir penelitian. Data pertumbuhan, kelangsungan hidup, dan kualitas air dicatat serta didokumentasikan selama 37 hari penelitian.

Variabel Yang Diamati

Pada penelitian ini, variabel yang diamati adalah pertumbuhan (panjang mutlak dan bobot mutlak) dan kelangsungan hidup (*survival rate*) udang hias *Caridina dennerli*. Pertumbuhan diukur dengan cara menghitung perubahan panjang dan bobot udang selama penelitian. Pertambahan panjang mutlak dan bobot mutlak diukur menggunakan rumus umum menurut Zenneveld *et al* (1991) dalam Wijaya *et al.*, (2023) sebagai berikut:

Pertumbuhan berat mutlak:

$$W = W_t - W_o \quad (1)$$

Pertambahan panjang mutlak:

$$L = L_t - L_o \quad (2)$$

Sintasan atau tingkat kelangsungan hidup:

$$SR = \frac{(N_o - N_t)}{N_o} \times 100 \quad (3)$$

Analisis Data

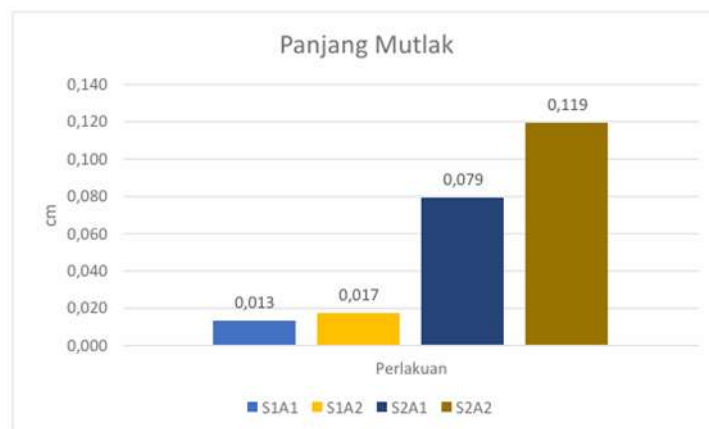
Semua data pertambahan panjang mutlak (L), pertambahan bobot mutlak (W), dan tingkat kelangsungan hidup (ST) yang diperoleh akan disusun menggunakan *Microsoft Excel* serta disajikan secara statistik untuk mempermudah penyajian data. Hasil pengamatan, seperti pertambahan panjang dan pertambahan bobot, serta tingkat kelangsungan hidup, akan disajikan dalam bentuk grafik. Analisis dilakukan secara deskriptif, yaitu dengan membandingkan rata-rata hasil dari setiap perlakuan yang diberikan, serta melihat perbedaan antar faktor seperti jenis pakan dan jenis shelter.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan Panjang Mutlak

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan selama 30 hari, pertumbuhan panjang udang White Spot Sulawesi

(*Caridina dennerli*) yang dipelihara menggunakan jenis pakan dan shelter yang berbeda menunjukkan variasi dalam hasil pertumbuhannya. Variasi hasil pertumbuhan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Rata-rata Pertumbuhan Panjang Mutlak.

Pada gambar grafik rata-rata pertumbuhan di atas, dapat dilihat perlakuan dengan pakan komersil (S2), menunjukkan nilai rata-rata pertumbuhan tertinggi yakni dengan kombinasi shelter *Hydrilla* (S2A2), yaitu 0,119 cm. Kemudian pada kombinasi shelter batu (S2A1) dengan nilai rata-rata yakni 0,079 cm. Sedangkan pada perlakuan menggunakan bakteri starter (S1), nilai pertumbuhan rata-ratanya rendah yakni pada kombinasi shelter *Hydrilla* (S1A2) 0,017 cm dan pada kombinasi perlakuan shelter batu (S1A1) 0,013 cm.

Perbandingan nilai rata-rata pertumbuhan panjang mutlak pada kedua jenis pakan menunjukkan bahwa pakan komersil (S2) menghasilkan pertumbuhan yang lebih tinggi dibandingkan dengan pakan bakteri starter (S1). Pakan komersil (S2) berjenis pelet biji kecil menggunakan produk *Hikari Shrimp Cuisine* yang mengandung bahan kaya nabati dan diklaim lebih disukai oleh udang herbivora (*Caridina* dan *Neocaridina*), kandungan pakan seperti rumput laut dan spirulina, pada pakan pelet ini diduga berkontribusi pada pertumbuhan *Caridina dennerli*.

Hikari Shrimp Cuisine memiliki kandungan gizi berupa protein kasar 40,0%, lemak kasar minimal 6,0%, serat

kasar maksimal 3,0%, kelembapan maksimal 10,0%, kadar abu 14,0%, fosfor minimal 1,0%, vitamin A 14.000 IU/kg, vitamin D3 minimal 2.200 IU/kg, vitamin E minimal 2.700 IU/kg, asam askorbat minimal 10.000 mg/kg dan tembaga minimal 29 mg/kg. Menurut Wijaya et al., (2023) salah satu faktor yang mempengaruhi adanya pertumbuhan dan perkembangan pada udang hias adalah pakan, jenis pakan yang lebih kaya nutrisi seperti pakan komersil lebih efektif untuk mendukung pertumbuhan udang hias.

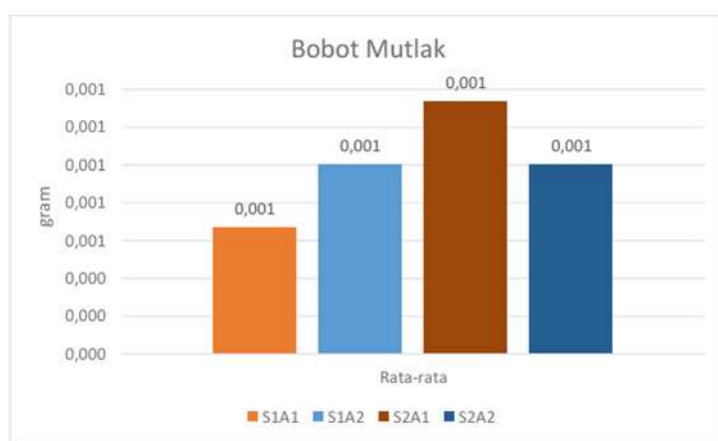
Bacter AE Glasgarten sebagai bakteri starter memiliki komposisi asam amino, polisakarida, xilanase, glukonase, amilase, protease, hemiselulase, *Bacillus subtilis*, *Pediococcus acidilactici* (*Lactobacillus*) yang merupakan sumber pakan alami berupa biofilm. Wahyudi & Soetarto, (2021; Shovitri & Marjayandari, (2015) menyatakan bahwa bakteri jenis *Bacillus* dan *Pediococcus* merupakan bakteri yang memiliki kemampuan membentuk biofilm, pembentukan biofilm terjadi pada substrat yang dilekatinya. Azizah et al., (2017) menyatakan bahwa biofilm dapat terbentuk di permukaan benda hidup (tanaman air) maupun benda mati (batu, akuarium).

Namun pada perlakuan bakteri starter (S1), meskipun biofilm yang kaya nutrisi terbentuk dengan baik, pertumbuhannya lebih rendah. Hal ini mungkin disebabkan oleh perkembangan mikroorganisme lain, seperti fitoplankton berbahaya (*Harmful Algae Blooms* / HABs), yang dapat mengganggu keseimbangan kualitas air dan pertumbuhan udang. Keberadaan *Harmful Algae Blooms* atau HABs dapat diketahui dengan tingginya nilai kadar nitrat (NO_3^-) pada akuarium S1 yang melebihi standar baku mutu budidaya yaitu $>10 \text{ mg/L}$ (Risamasu dan Budi Prayitno, 2011 dalam Arnanda, 2023). Sejalan dengan Laining et

al., (2014) menyatakan bahwa pakan alami memiliki kendala utama yaitu kandungan nutrisinya tidak konsisten dan dapat meningkatkan resiko transmisi penyakit.

Pertambahan Bobot Mutlak

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan terhadap udang White Spot Sulawesi (*Caridina dennerli*) yang dipelihara pada kombinasi perlakuan faktor pakan dan faktor shelter yang berbeda, terlihat adanya variasi dalam tingkat pertumbuhan bobot udang pada setiap perlakuan. Hasil pertumbuhan bobot mutlak pada berbagai perlakuan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Rata-rata Pertumbuhan Bobot Mutlak

Pada Gambar 2, dapat dilihat bahwa variasi nilai rata-rata tingkat kelangsungan hidup tertinggi terdapat pada perlakuan S2A2 (pakan komersil dan shelter *Hydrilla*) yaitu 72,727%, disusul S2A1 (pakan komersil dan shelter batu) yaitu 40,909%, kemudian S1A1 (bakteri starter dan shelter batu) yaitu 31,818% dan S1A2 (bakteri starter dan shelter *Hydrilla*) yaitu 22,727%. Kematian pada udang hias umumnya dapat disebabkan oleh faktor biotik dan abiotik seperti faktor genetik, faktor kualitas air, faktor lingkungan dan faktor pakan.

Kematian yang disebabkan karena faktor genetik dapat disebabkan karena asal dari udang yang dijadikan objek penelitian sebagian berasal dari hasil budidaya tradisional dan sebagian merupakan hasil tangkapan asli yang dilakukan oleh pemburu atau sering

disebut *Hunter* udang hias dari danau Matano. Sejalan dengan ini Suryaningtyas, (2017) menyatakan bahwa biota hasil pembenihan secara tradisional tanpa adanya percampuran genetik dari biota liar hasil tangkapan menyebabkan penurunan kualitas genetik dari biota tersebut. Oleh karena itu diperlukan adanya pemuliaan pada udang White Spot Sulawesi (*Caridina dennerli*) untuk dapat membuat genetik udang yang memiliki karakteristik yang lebih unggul dalam menyesuaikan diri dengan lingkungan baru.

Pada perlakuan S1 (bakteri starter) diketahui bahwa tingkat kelangsungan hidupnya lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan S2 (pelet komersil). Berdasarkan faktor kualitas air, rendahnya tingkat kelangsungan hidup pada perlakuan yang diberikan bakteri starter

(S1) ini, diketahui karena memiliki nilai nitrat (NO_3^-) diatas batas optimal kegiatan budidaya perairan tawar yaitu berkisar 0-30 mg/L dengan rerata 15 ± 10 mg/L. Kelulusan kelangsungan hidup udang White Spot Sulawesi (*Caridina dennerli*) pada kombinasi perlakuan dan ulangan yang lain dapat disebabkan karena nilai pH-nya masih dalam batas optimal kegiatan budidaya air tawar yakni 7.94-9.13.

Kematian karena faktor lingkungan merupakan hal yang sangat krusial bagi biota akuatik endemik yang berada dalam aktivitas budidaya secara terkontrol atau kegiatan konservasi secara *ex-situ*, hal ini terjadi karena besarnya perbedaan keadaan lingkungan budidaya terkontrol dalam wadah tersebut dibandingkan dengan kondisi lingkungan asli udang White Spot Sulawesi (*Caridina dennerli*) di danau Matano. Herjayanto et al., (2019) menyatakan bahwa keberhasilan kegiatan domestikasi udang hias *Caridina* perlu memerhatikan karakteristik habitat asli, seperti keadaan substrat berpasir kasar atau lumpur berpasir, terdapat tumbuhan air, keberadaan udang ada pada pesisir dan kualitas air. Pengamatan karakteristik habitat asli ini dilakukan agar nantinya kegiatan pemeliharaan udang hias *Caridina* secara terkontrol dapat dijalankan dengan melakukan modifikasi lingkungan seperti pada habitat asli di alamnya guna keberhasilan aktivitas pemeliharaan.

Berdasarkan hasil perhitungan rumus tingkat kelangsungan hidup pada faktor A2 (shelter *Hydrilla* sp) nilai SR-nya 47,73% sedangkan pada faktor perlakuan A1

(shelter batu) nilai SR-nya 36,36%. Dapat dinyatakan bahwa tingkat kelangsungan hidup pada budidaya udang White Spot Sulawesi (*Caridina dennerli*) bisa didukung dengan pemberian tanaman air jenis *Hydrilla* sp dan shelter batu. Menurut Herjayanto dkk., (2019) modifikasi habitat pemeliharaan yang sesuai karakteristik habitat asli biota akuatik di alam dapat mendukung keberhasilan budidaya. Sejalan dengan ini Hedianto et al., (2018) menyatakan bahwa sekelompok udang endemik di danau Matano dapat ditemukan berkumpul pada beberapa jenis tanaman air dari famili *Hydrocharitaceae* seperti *Hydrilla verticillata*, *Ottelia mesenterium* dan *Ceratophyllum demersum* dari famili *Ceratophyllaceae*. Lebih lanjut Rintelen & Cai, (2009) menyatakan bahwa habitat asli udang *Caridina dennerli* di danau Matano berupa bongkahan batu, ketika terusik udang *C. dennerli* akan tetap menempelkan diri pada batu walaupun batu tersebut diangkat.

Kualitas Air

Parameter kualitas air yang di ukur selama pemeliharaan meliputi derajat keasaman (pH), suhu, TDS (*Total Dissolved Solids*), amonia, nitrit, nitrat, fosfat dan DO (*Dissolved Oxygen*). Hasil pengukuran kualitas air selama pemeliharaan udang White Spot Sulawesi (*Caridina dennerli*) yang diberi jenis pakan berbeda dan jenis shelter berbeda selama 37 hari pada faktor perlakuan S1 (bakteri starter) dan 30 hari pada faktor perlakuan S2 (pakan komersil) dapat dilihat pada Tabel 1 sampai dengan Tabel 3.

Tabel. 1 Kualitas Air S1 (bakteri starter) Selama Penelitian

No	Parameter	Kisaran	Rata-rata
1	pH	7.94-9.13	8.65 ± 0.19
2	Suhu	26.4-28.6	27.4 ± 0.6
3	TDS	203-296	257 ± 30
4	Amonia	0	0
5	Nitrit	0	0
6	Nitrat	0-30	15 ± 10
7	Phospat	0-3	0.75 ± 0.69
8	DO	6-8.6	7 ± 0.8

Tabel. 2 Kualitas Air S2 (pakan komersil) Selama Penelitian

No	Parameter	Kisaran	Rata-rata
1	pH	8.13-8.94	8.74±0.18
2	Suhu	26.5-28.7	27.3±0.7
3	TDS	208-296	262±27
4	Amonia	0	0
5	Nitrit	0	0
6	Nitrat	0-4	1±1
7	Phospat	1-3	1.94±0.72
8	DO	6-8.5	7±0.9

Tabel. 3 Kualitas Air Semua Perlakuan Selama Penelitian

No	Parameter	Kisaran	Rata-rata
1	pH	7.94-9.13	8.69±0.19
2	Suhu	26.4-28.7	27.3±0.6
3	TDS	203-296	259±28
4	Amonia	0	0
5	Nitrit	0	0
6	Nitrat	0-30	8±10
7	Phospat	0-3	1.26±0.92
8	DO	6-8.6	7±0.9

Derajat Keasaman

Derajat keasaman atau pH merupakan salah satu parameter penting dalam kualitas air karena berpengaruh terhadap proses biologis dan kimia dalam perairan budidaya. Nilai pH dapat menjadi indikator kesuburan perairan, di mana pH di bawah 7 bersifat asam dan di atas 7 bersifat basa (Isman *et al.*, 2022). Organisme umumnya lebih toleran terhadap pH mendekati netral, sebagaimana ketentuan baku mutu pada PP Nomor 22 Tahun 2021, yaitu 6-9 (SNI 06-6989.11-2004). pH yang terlalu rendah dapat meningkatkan kelarutan logam yang bersifat toksik bagi organisme (Safitri *et al.*, 2022; Fauzia & Suseno, 2020), sementara pH yang terlalu tinggi dapat meningkatkan konsentrasi amoniak yang juga berbahaya bagi biota akuatik (Tatangindatu dkk., 2013).

Berdasarkan tabel 1, 2, dan 3, kisaran pH pada pemeliharaan udang White Spot Sulawesi (*Caridina dennerli*) selama 37 hari dengan perlakuan S1 (bakteri starter) adalah 7,94-9,13, sedangkan pada perlakuan S2 (pakan komersil) selama 30 hari berkisar antara 8,13-8,94. Secara keseluruhan, nilai pH selama pemeliharaan berada dalam rentang 7,94-9,13, yang

masih sesuai dengan standar baku mutu pH optimal untuk budidaya air tawar, yaitu 6,8-8,5 (Tatangindatu *et al.*, 2013). Hasil penelitian menunjukkan bahwa air dengan pH 7,94-9,13 dapat digunakan untuk membudidayakan udang White Spot Sulawesi, dengan kisaran pH optimal berada pada 8,13-8,94.

Suhu

Suhu merupakan faktor abiotik yang berperan penting dalam kehidupan organisme perairan dan perlu diukur untuk mengetahui karakteristik perairan. Peningkatan suhu air di atas 28°C dapat menurunkan biomassa dan keanekaragaman ikan (Koniyo, 2020), sementara suhu yang lebih tinggi dapat memperlambat metabolisme dan pertumbuhan mikroorganisme (Abrar, 2013). Selama pemeliharaan udang White Spot Sulawesi (*Caridina dennerli*), suhu pada perlakuan S1 (bakteri starter) berkisar 26,4-28,6°C, pada perlakuan S2 (pakan komersil) 26,5-28,7°C, dan secara keseluruhan 26,4-28,7°C. Menurut Utami *et al.*, (2023), suhu optimal untuk budidaya air tawar adalah 26-30°C. Dengan demikian, suhu pada semua kombinasi perlakuan S1A1, S1A2, S2A1, dan S2A2 berada

dalam standar baku mutu budidaya air tawar.

TDS (Total Dissolved Solids)

TDS (*Total Dissolved Solids*) adalah padatan terlarut dalam air yang terdiri dari senyawa anorganik dan organik (Triwulandari & Cahyonugroho, 2023). Nilai TDS yang tinggi dapat mengubah komposisi toksisitas ion, mengganggu keseimbangan ekosistem air, mengurangi biodiversitas, serta membahayakan spesies yang kurang toleran. Berdasarkan tabel 1, 2, dan 3, kisaran nilai TDS selama pemeliharaan udang White Spot Sulawesi (*Caridina dennerli*) berkisar antara 203-296 ppm pada perlakuan S1 (bakteri starter) dan 208-296 ppm pada perlakuan S2 (pakan komersil), dengan keseluruhan pengukuran dalam rentang 203-296 ppm. Menurut PP Nomor 22 Tahun 2021 dalam Sujono & Wahyunugroho, (2023), nilai optimal TDS untuk budidaya air tawar adalah <1000 ppm. Oleh karena itu, nilai TDS pada kombinasi perlakuan S1A1, S1A2, S2A1, dan S2A2 sesuai dengan standar baku mutu budidaya air tawar.

Ammonia (NH₄)

Amonia merupakan nitrogen anorganik yang larut dalam air dan dapat berubah menjadi amonium pada pH rendah (Connel dan Miller, 1995 dalam Putri et al., (2019). Senyawa ini bersifat toksik bagi biota dan berasal dari sisa metabolisme LAT (feses dan urine), sisa pakan yang terbuang, serta proses dekomposisi bahan organik (Novita et al., 2023). Berdasarkan tabel 1, 2, 3, selama pemeliharaan udang White Spot Sulawesi (*Caridina dennerli*), kisaran dan rata-rata nilai amonia pada perlakuan S1 (bakteri starter) selama 37 hari serta S2 (pakan komersil) selama 30 hari adalah 0 mg/L. Menurut Hasim et al., (2021), nilai optimal amonia untuk budidaya adalah < 0,1 mg/L (SNI 7550:2009). Oleh karena itu, nilai amonia pada kombinasi perlakuan S1A1, S1A2, S2A1, dan S2A2 memenuhi standar baku mutu nasional, sehingga seluruh hewan uji dapat bertahan hidup hingga akhir penelitian, meskipun tingkat kelangsungan hidupnya rendah.

Nitrite (NO₂)

Nitrit merupakan bentuk nitrogen yang sebagian teroksidasi dan tidak ditemukan dalam air limbah segar, tetapi dalam limbah yang telah lama. Senyawa ini bersifat tidak stabil dan dapat berubah menjadi amoniak atau nitrat (Emilia, 2019). Putri et al., (2019) menyatakan bahwa nitrit merupakan bentuk transisi antara amonia dan nitrat, di mana nitrit akan berubah menjadi bentuk yang lebih stabil, yaitu nitrat. Namun, nitrit bersifat toksik karena dapat bereaksi dengan hemoglobin dalam darah, menghambat pengangkutan oksigen. Berdasarkan tabel 1, 2, dan 3, kisaran dan rata-rata nilai nitrit pada wadah pemeliharaan udang White Spot Sulawesi (*Caridina dennerli*) selama 37 hari dengan perlakuan S1 (bakteri starter) dan S2 (pakan komersil) berkisar 0 mg/L. Menurut PP No. 22 Tahun 2021 dalam Novita et al., (2023), nilai optimal nitrit pada budidaya air tawar adalah < 0,06 mg/L. Oleh karena itu, nilai nitrit pada kombinasi perlakuan S1A1, S1A2, S2A1, dan S2A2 berada dalam standar baku mutu optimal untuk budidaya air tawar.

Nitrat (NO₃⁻)

Menurut Saepul Miptah et al., (2024), nitrat merupakan bentuk utama nitrogen di perairan yang bersifat stabil dan mudah larut dalam air. Senyawa ini berasal dari proses oksidasi senyawa nitrogen dan dapat memengaruhi kadar oksigen terlarut jika jumlahnya berlebihan, yang berakibat pada kematian organisme perairan. Putri et al., (2021) juga menyatakan bahwa penurunan kadar oksigen terlarut dapat memicu reduksi nitrat menjadi nitrit dalam proses denitrifikasi. Berdasarkan tabel 1, 2, dan 3, perlakuan dengan jenis pakan S1 (bakteri starter) menunjukkan kisaran nilai nitrat (NO₃⁻) antara 0-30 mg/L dengan rata-rata 15±10 mg/L, sedangkan pada perlakuan S2 (pakan komersial), kisarannya lebih rendah, yakni 0-4 mg/L dengan rata-rata 1±1 mg/L. Mengacu pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021, standar baku mutu nitrat untuk budidaya biota akuatik air tawar adalah <10 mg/L. Tatangindatu et al.,

(2013) menyebutkan bahwa kadar nitrat di atas 5 mg/L menandakan adanya pencemaran, dan menurut Arnanda (2023), kadar nitrat seharusnya menurun akibat aktivitas mikroorganisme dalam air. Namun, jika kadar nitrat melebihi ambang batas, dapat terjadi pertumbuhan fitoplankton berbahaya atau Harmful Algae Blooms (HABs), yang berdampak negatif bagi makhluk hidup lainnya (Risamasu dan Budi Prayitno, 2011 dalam Arnanda, 2023).

Tingginya kisaran nitrat pada perlakuan S1 (bakteri starter) disebabkan oleh pembentukan biofilm, yang dapat menurunkan kadar amonia dan meningkatkan kadar nitrat (Azizah et al., 2017). Dalam proses nitrifikasi, amonia diubah menjadi nitrat oleh bakteri nitrifikasi. Sejalan dengan ini, Hastuti (2011) menjelaskan bahwa amonia mengalami perombakan menjadi nitrat yang lebih tidak berbahaya dalam proses nitrifikasi. Sementara itu, perlakuan S2 (pakan komersial) menghasilkan kadar nitrat lebih rendah karena jumlah pakan yang dikonsumsi lebih sedikit, sehingga limbah atau amonia yang diproses pun lebih sedikit.

Phosphat

Fosfat merupakan parameter penting bagi kehidupan perairan dan berasal dari berbagai sumber, baik alami maupun buatan, dengan bentuk mineral yang umum ditemukan pada batuan (Rumanti et al., 2014). Berdasarkan tabel 1, 2, dan 3, kisaran nilai fosfat pada pemeliharaan udang White Spot Sulawesi (*Caridina dennerli*) selama 37 hari dengan perlakuan S1 (bakteri starter) adalah 0-3 mg/L, sementara pada perlakuan S2 (pakan komersil) selama 30 hari berkisar 1-3 mg/L, dengan keseluruhan pengukuran dalam rentang 0-3 mg/L. Menurut Lembang & Kuing (2022), nilai optimal fosfat untuk budidaya air tawar adalah 0,101-0,211 mg/L, sedangkan standar baku mutu PP No. 82 Tahun 2001 menetapkan nilai optimal sebesar 0,02 mg/L. Dengan demikian, kadar fosfat pada faktor kombinasi perlakuan S1A1, S1A2, S2A1,

dan S2A2 tidak sesuai dengan standar baku mutu.

DO (Dissolved Oxygen)

Oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen/DO*) merupakan parameter kualitas air yang sangat menentukan kehidupan di perairan, dengan konsentrasi yang bersifat sementara dan berfluktuasi seiring waktu (Prahutama, 2013; Djoharam dkk., 2018). Selama pemeliharaan udang White Spot Sulawesi (*Caridina dennerli*), nilai DO pada perlakuan S1 (bakteri starter) berkisar 6-8,6 mg/L selama 37 hari, sedangkan pada perlakuan S2 (pakan komersil) berkisar 6-8,5 mg/L selama 30 hari, dengan keseluruhan pengukuran dalam rentang 6-8,6 mg/L. Menurut Lembang & Kuing (2022), nilai optimal DO untuk budidaya air tawar adalah >5 mg/L, sehingga DO pada semua kombinasi perlakuan memenuhi standar baku mutu.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian, pertumbuhan panjang mutlak udang hias White Spot Sulawesi (*Caridina dennerli*) menunjukkan perbedaan signifikan antara perlakuan jenis pakan dan shelter, di mana kombinasi pakan komersil (S2) dan shelter *Hydrilla* (A2) menghasilkan pertumbuhan panjang mutlak tertinggi, menunjukkan pengaruh positif terhadap pertumbuhan udang. Namun, pertumbuhan bobot mutlak tidak menunjukkan perbedaan signifikan secara statistik di antara perlakuan yang diuji, berdasarkan analisis deskriptif. Tingkat kelangsungan hidup (*survival rate*) udang lebih tinggi pada kombinasi perlakuan S2A2 (pakan komersil dan shelter *Hydrilla*) dengan 72,727%, sedangkan perlakuan dengan pakan bakteri starter (S1A1, S1A2) menunjukkan tingkat kelangsungan hidup lebih rendah, masing-masing 31,818% dan 22,727%, yang mengindikasikan bahwa kualitas pakan berperan penting dalam kelangsungan hidup udang White Spot Sulawesi dalam kondisi budidaya terkontrol.

Saran

Saran dari peneliti untuk penelitian berikutnya yaitu melakukan pemuliaan genetik pada udang hias White Spot Sulawesi (*Caridina dennerli*) agar benih yang dihasilkan memiliki kualitas unggul serta dapat diperdagangkan secara komersil dan dapat mencabut status dari daftar Merah IUCN (*International Union for Conservation of Nature*) pada tahun 2018 sebagai spesies A2e yang terancam punah.

DAFTAR PUSTAKA

- Abrar, M. (2013). Pengembangan Model Untuk Memprediksi Pengaruh Suhu Penyimpanan Terhadap Laju Pertumbuhan Bakteri Pada Susu Segar. *Jurnal Medika Veterinaria*, 7(2), 109–112. <https://doi.org/10.21157/J.Med.Vet..V7i2.2945>
- Anidah H, T., & Cahyonugroho, O. H. (2023). Analisis Kualitas Air Permukaan Sungai Gandong Bojonegoro. *Insologi: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 2(6), 1080–1087. <https://doi.org/10.55123/Insologi.V2i6.2829>
- Arnanda, R. (2023). Analisis Kadar Nitrat Dalam Air Sungai Dengan Menggunakan Spektrofotometer Uv-Visible. *Jurnal Kolaboratif Sains*, 6(3), 181–184. <https://doi.org/10.56338/Jks.V6i3.3357>
- Azizah, R., Riniatsih, I., Pringgenis, D., Suryono, C. A., & Suryono, S. (2017). Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Pembentuk Biofilm Dari Tambak Udang Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau Jepara Untuk Menghilangkan Amoniak. *Jurnal Kelautan Tropis*, 20(2), 154. <https://doi.org/10.14710/Jkt.V20i2.1742>
- Burns, A., & Walker, K. F. (2000). Biofilms As Food For Decapods (Atyidae , Palaemonidae) In The. *Hydrobiologia*, 437, 83–90.
- Cristescu, M. E., Adamowicz, S. J., Vaillant, J. J., & Haffner, D. G. (2010). Ancient Lakes Revisited: From The Ecology To The Genetics Of Speciation. *Molecular Ecology*, 19(22), 4837–4851. <https://doi.org/10.1111/J.1365-294x.2010.04832.X>
- Davidovich, N., Morick, D., & Carella, F. (2020). Mycobacteriosis In Aquatic Invertebrates: A Review Of Its Emergence. *Microorganisms*, 8(8), 1–20. <https://doi.org/10.3390/Microorganisms8081249>
- Fauzia, S. R., & Suseno, S. H. (2020). Resirkulasi Air Untuk Optimalisasi Kualitas Air Budidaya Ikan Nila Nirwana (*Oreochromis Niloticus*) (Water Recirculation For Optimization The Water Quality Of Tilapia (*Oreochromis Niloticus*) Cultivation). *Jurnal Pusat Inovasi Masyarakat*, 2(5), 887–892.
- Haas, H. L., Rose, K. A., Fry, B., Minello, T. J., & Rozas, L. P. (2004). Brown Shrimp On The Edge: Linking Habitat To Survival Using An Individual-Based Simulation Model. *Ecological Applications*, 14(4), 1232–1247. <https://doi.org/10.1890/03-5101>
- Hasim, H., Sunani, M. R. F. H., & Mulis, M. (2021). Interaction Of Salinity And Natural Feed On Growth And Survival Rate Of The Banggai Cardinalfish (*Pterapogon Kauderni*) For Ex-Situ Conservation Development. *Egyptian Journal Of Aquatic Biology And Fisheries*, 25(5), 241–252. <https://doi.org/10.21608/Ejabf.2021.198591>
- Hastuti, Y. P. (2011). Nitrifikasi Dan Denitrifikasi Di Tambak. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 10(1), 89–98. <https://doi.org/10.19027/Jai.10.89-98>
- Hedianto, D. A., Sentosa, A. A., & Satria, H. (2018). Aspek Reproduksi Ikan Louhan Hibrid Sebagai Ikana Singinvasif Didanau Matano, Sulawesi Selatan. *Bawal Widya Riset Perikanan Tangkap (Bawal)*, 10(2), 85–97.
- Herjayanto, M., Ndobe, S., Abdillah, A., Muamar, M., Melaty, P., Gani, A.,

- Fadli, M., Suhendra, N., Waris, A., & Musdalifa, M. (2019). Preliminary Study Of Caridina Kaili Domestication, Endemic Shrimp To Lake Lindu, Central Sulawesi, Indonesia. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, 9(2), 165. <https://doi.org/10.33512/Jpk.V9i2.8629>
- Isman, H., Rupiwardani, I., & Sari, D. (2022). Gambaran Pencemaran Limbah Cair Industri Tambak Udang Kualitas Air Laut Di Pesisir Pantai Lombeng. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling*, 4(3), 1349–1358.
- Koniyo, Y. (2020). Analisis Kualitas Air Pada Lokasi Budidaya Ikan Air Tawar Di Kecamatan Suwawa Tengah. *Jurnal Technopreneur (Jtech)*, 8(1), 52–58. <https://doi.org/10.30869/Jtech.V8i1.527>
- Laining, A., Usman, U., Muslimin, M., & Palinggi, N. N. (2014). Performansi Pertumbuhan Dan Reproduksi Udang Windu Asal Tambak Yang Diberi Kombinasi Pakan Yang Berbeda. *Jurnal Riset Akuakultur*, 9(1), 67. <https://doi.org/10.15578/Jra.9.1.2014.67-77>
- Lembang, M. S., & Kuing, L. (2022). Efektivitas Pemanfaatan Sistem Resirkulasi Akuakultur (Ras) Terhadap Kualitas Air Dalam Budidaya Ikan Koi (Cyprinus Rubrofusus). *Jurnal Teknologi Perikanan Dan Kelautan*, 12(2), 105–112. <https://doi.org/10.24319/Jtpk.12.105-112>
- Maciaszek, R., Jabłońska, A., Prati, S., & Świderek, W. (2020). First Report Of Freshwater Atyid Shrimp, Caridina Formosae (Decapoda: Caridea) As A Host Of Ectosymbiotic Branchiobdellidan, Holtodrilus Truncatus (Annelida, Citellata). *Knowledge And Management Of Aquatic Ecosystems*, 2020-January(421). <https://doi.org/10.1051/Kmae/2020027>
- Mamuaya, J., Mingkid, W. M., Kalesaran, O. J., Sinjal, H. J., Tumbol, R. A., & Tombokan, J. L. (2019). Sintasan Hidup Dan Pertumbuhan Juvenil Lobster Air Tawar (Cherax Quadricarinatus) Dengan Shelter Berbeda. *Jurnal Ilmiah Platax*, 7(2), 427–431.
- Novita, M., Nurbaeti, N., Miptah, S., Yahya, D. M., Ramadhan, G., & Barat, J. (2023). Efektivitas Pakan Moist Berbasis Singkong Dan Keong Pada Budidaya Lobster Air Tawar (Cherax Quadricarinatus) Effectiveness Of Cassava And Snail Based Pasta Feed In Cultivating Crayfish (Cherax Quadricarinatus) Program Studi Akuakultur, Universitas Mu. 13, 96–106.
- Nurmalasari, N., Rusyani, E., Chandra, I., Anwar, S., & Fitriyanti, R. (2020). Laju Pertumbuhan Spesifik Diaphanosoma Sp. Dengan Pakan Chaetoceros Sp., Nannochloropsis Sp., Porphyridium Sp., Dan Tetraselmis Sp. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perikanan Dan Budidaya Perairan*, 15(1), 21–27. <https://doi.org/10.31851/Jipbp.V15i1.4382>
- Pakaya, D., Tuiyo, R., & Lamadi, A. (2022). Pengaruh Pemberian Probiotik Pada Pakan Terhadap Pertumbuhan Benih Udang Vaname (Litopenaeus Vannamei). *Jurnal Vokasi Sains Dan Teknologi*, 2(1), 13–20. <https://doi.org/10.56190/Jvst.V2i1.16>
- Park, K. Y., Park, H. G., & Kwon, O. N. (2015). Effects Of Stocking Density And Shelter Type On The Growth And Survival Of Pandalid Shrimp (Pandalopsis Japonica Balss, 1914) Juveniles. *Crustaceana*, 88(2), 144–151. <https://doi.org/10.1163/15685403-00003407>
- Putri, W. A. E., Purwiyanto, A. I. S., Fauziyah, ., Agustriani, F., & Suteja, Y. (2019). Kondisi Nitrat, Nitrit, Amonia, Fosfat Dan Bod Di Muara Sungai Banyuasin, Sumatera

- Selatan. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 11(1), 65–74. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v11i1.18861>
- Rimalia, A., & Kisworo, Y. (2021). Efektivitas Shelter Pada Pengangkutan sistem Tertutup Induk Udang Galah (*Macrobrachium rosenbergii* De Man). *Fish Scientiae*, 11(1), 1–14. http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/Red2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isallowed=Y%0ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regs-ciurbeco.2008.06.005%0ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_Sistem_Pembetulan_Terpusat_Strategi_Melestari
- Rumanti, M., Rudiyaniti, S., & Nitisupardjo, M. (2014). Hubungan Antara Kandungan Nitrat Dan Fosfat Dengan Kelimpahan Fitoplankton Di Sungai Bremi Kabupaten Pekalongan. *Management Of Aquatic Resources Journal (Maquares)*, 3(1), 168–176. <https://doi.org/10.14710/Marj.V3i1.4434>
- Saepul Miptah, Novita Mz, & Arif Supendi. (2024). Pertumbuhan Lobster Air Tawar (*Cherax quadricarinatus*) Yang Diberi Pakan Pasta Berupa Campuran Pelet, Keong, Dan Singkong. *Manfish: Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Peternakan*, 2(2), 166–178. <https://doi.org/10.62951/Manfish.V2i2.67>
- Safitri, R. N., Ningtyas, S. R. A., Hermawan, W. G., Pramitasari, T. A., & Rachmawati, S. (2022). Dampak Kualitas Air Pada Kawasan Keramba Budidaya Ikan Air Tawar Di Waduk Cengklik, Boyolali. *Envoist Journal*, 2(2), 84–91. <https://e-journal.ivet.ac.id/index.php/Envoist/Article/Download/2187/1584xsxxxxxx>
- Shovitri, M., & Marjayandari, L. (2015). Potensi Bakteri *Bacillus* sp. dalam Mendegradasi Plastik. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 4(2), 2337–3520. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.12962/j23373520.v4i2.13387>
- Slavík, O., Maciak, M., & Horký, P. (2012). Shelter Use Of Familiar And Unfamiliar Groups Of Juvenile European Catfish *Silurus glanis*. *Applied Animal Behaviour Science*, 142(1–2), 116–123. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2012.09.005>
- Subamia, W., & Himawan, Y. (2014). Performa Udang Hias Red Cherry (*Neocaridina heteropoda*) Pada Fase Pembesaran Melalui Aplikasi Warna Wadah Berbeda. *Al-Kauniyah: Jurnal Biologi*, 7(1), 35–39.
- Sujono, S., & Wahyunugroho, S. N. (2023). Rancang Bangun Monitoring Kualitas Air Budidaya Ikan Air Tawar Berbasis Mikrokontroler. *Exact Papers In Compilation (Epic)*, 5(4), 19–25. <https://doi.org/10.32764/Epic.V5i4.994>
- Suryaningtyas, I. T. (2017). Aplikasi Bioteknologi Molekuler Dalam Budaya Perairan. *Oseana*, 42(4), 13–24. <https://doi.org/10.14203/Oseana.2017.Vol.42no.4.70>
- Tatangindatu, F., Kalesaran, O., & Rompas, R. (2013). Studi Parameter Fisika Kimia Air Pada Areal Budidaya Ikan Di Danau Tondano, Desa Paleloan, Kabupaten Minahasa. *E-Journal Budidaya Perairan*, 1(2), 8–19. <https://doi.org/10.35800/Bdp.1.2.2013.1911>
- Utami, R. S., Roslidar, Mufti, A., & Rizki, M. (2023). Sistem Kendali Dan Pemantau Kualitas Air Tambak Udang Berbasis Salinitas, Suhu, Dan Ph Air. *Jurnal Komputer, Informasi Teknologi, Dan Elektro*, 8(1), 43–48.
- Von Rintelen, K., & Cai, Y. (2009). Radiation Of Endemic Species Flocks In Ancient Lakes: Systematic Revision Of The Freshwater Shrimp *Caridina* H. Milne Edwards, 1837 (Crustacea: Decapoda: Atyidae) From The Ancient Lakes Of Sulawesi, Indonesia, With The Description Of Eight New Species. *Raffles Bulletin*

- Of Zoology, 57(2), 343–452.
- Wijaya, R., Maulana, M. I., Setyawan, A. C., & Kusuma, B. (2023). Effect Of Market Vegetable Waste Fermented Feeding On The Growth Of Red Cherry Ornamental Shrimp (Neocaridina Davidi). *Barakuda* 45: Jurnal Ilmu Perikanan Dan Kelautan, 5(1), 102–113. <https://doi.org/10.47685/Barakuda45.V5i1.332>
- Wahyudi, D., & Soetarto, E. S. (2021). Pembentukan Biofilm *Pseudomonas aeruginosa* pada Beberapa Media Cair. *Jurnal Farmasi (Journal of Pharmacy)*, 10(2), 35–40. <https://doi.org/10.37013/jf.v10i2.142>
- Yam, R. S. W., & Dudgeon, D. (2005). Inter- And Intraspecific Differences In The Life History And Growth Of *Caridina* Spp. (Decapoda: Atyidae) In Hong Kong Streams. *Freshwater Biology*, 50(12), 2114–2128. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2427.2005.01464.X>
- Zaky, K. A., Rahim, A. R., & Aminin, A. (2020). Jenis Shelter Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Dan Sintasan Lobster Air Tawar Red Claw (*Cherax Quadricarinatus*). *Jurnal Perikanan Pantura (Jpp)*, 3(1), 23. <https://doi.org/10.30587/Jpp.V3i1.1403>