



## Reduksi nutrisi pakan maggot oleh kerang kijing (*Pilsbryconcha exilis*) pada sistem *Integrated Multi Trophic Aquaculture* (IMTA) [Reduction of maggot feed nutrients by mussel (*Pilsbryconcha exilis*) on the *Integrated Multi Trophic Aquaculture* (IMTA) system]

Asti Astuti Putri<sup>1</sup>, Arnold Kabangnga<sup>2\*</sup>, Heriansah<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa Program Studi Budidaya Perairan, Institut Teknologi dan Bisnis Maritim Balik Diwa, Jl. P. Kemerdekaan VIII No.8 Tamalanrea, Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia

<sup>2</sup> Institut Teknologi dan Bisnis Maritim Balik Diwa, Jl. P. Kemerdekaan VIII No. 8 Tamalanrea, Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia

**ABSTRACT** | Increasing the productivity of aquaculture must be supported by feed input; however, in addition to being expensive, this input can produce nutrient waste. Therefore, finding inexpensive alternative forms of feed with environmentally friendly cultivation practices is important to do simultaneously. This study aimed to determine the effect of variations in the form of maggot feed on the Nutrient Reduction Efficiency (NRE) of freshwater clams (*Pilsbryconcha exilis*) in an integrated multitrophic aquaculture (IMTA) system. This 28 day experiment used a Completely Randomized Design (CRD) with four types of feed treatments (live maggots, dried maggots, supplemented maggots, and commercial feed (control)). A total of 10 individuals of freshwater clams combined with 10 tilapia fish and freshwater lobsters respectively, as well as 4 clumps of rice were floated in a rearing tank with a volume of 50 L of fresh water. The results of analysis of variance showed that variation in feed had a significant effect ( $P < 0.05$ ) on the NRE of ammonia ( $\text{NH}_3$ ), nitrate ( $\text{NO}_3$ ), phosphate ( $\text{PO}_4$ ) by freshwater clams (*Pilsbryconcha exilis*). Tukey HSD test results indicated that the highest NRE of ammonia ( $\text{NH}_3$ ) in live maggots feed was significantly different ( $P < 0.05$ ) from dried maggot feed and supplemented maggots, but not significantly different ( $P > 0.05$ ) from commercial feed. NRE nitrate ( $\text{NO}_3$ ) was significantly different in each treatment. Meanwhile, the highest NRE phosphate ( $\text{PO}_4$ ) in live maggots feed was not significantly different ( $P > 0.05$ ) from dried maggots, but was significantly different ( $P < 0.05$ ) from supplemented maggots and commercial feed.

**Key words** | mussel *Pilsbryconcha exilis*, maggot feed, Nutrient Reduction Efficiency (RNE), IMTA

**ABSTRAK** | Peningkatan produktivitas perikanan budidaya harus didukung oleh input pakan, namun selain mahal, input tersebut dapat menghasilkan limbah nutrisi. Oleh karena itu, menemukan bentuk pakan alternatif yang murah dengan praktik budidaya ramah lingkungan penting dilakukan secara simultan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi bentuk pakan maggot terhadap Efisiensi Reduksi Nutrien (ERN) kerang kijing (*Pilsbryconcha exilis*) dalam sistem *Integrated Multi Trophic Aquaculture* (IMTA). Eksperimen selama 28 hari ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan jenis pakan (maggot hidup, maggot kering, suplementasi maggot, dan pakan komersil (kontrol)). Sebanyak 10 individu kerang kijing dikombinasikan dengan ikan nila dan lobster air tawar masing-masing 10 ekor serta 4 rumpun padi yang diapungkan pada bak pemeliharaan bervolume 50 L air tawar. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa variasi pakan berpengaruh signifikan ( $P < 0,05$ ) terhadap ERN amoniak ( $\text{NH}_3$ ), nitrat ( $\text{NO}_3$ ), fosfat ( $\text{PO}_4$ ) oleh kerang kijing (*Pilsbryconcha exilis*). Hasil uji Tukey HSD mengindikasikan bahwa ERN amoniak ( $\text{NH}_3$ ) yang tertinggi pada pakan maggot hidup berbeda signifikan ( $P < 0,05$ ) dengan pakan maggot kering dan suplementasi pakan, namun tidak berbeda signifikan ( $P > 0,05$ ) dengan pakan komersil. ERN nitrat ( $\text{NO}_3$ ) berbeda signifikan pada setiap perlakuan. Sementara itu, ERN fosfat ( $\text{PO}_4$ ) tertinggi pada pakan maggot hidup tidak berbeda signifikan ( $P > 0,05$ ) dengan maggot kering, namun berbeda signifikan ( $P < 0,05$ ) dengan pakan suplementasi maggot dan pakan komersil.

**Kata kunci** | kerang kijing (*Pilsbryconcha exilis*), pakan maggot, Efisiensi Reduksi Nutrien (ERN), IMTA

**Received** | 22 Oktober 2023, **Accepted** | 24 Oktober 2023, **Published** | 30 November 2023.

**\*Koresponden** | Arnold Kabangnga, Institut Teknologi dan Bisnis Maritim Balik Diwa, Jl. P. Kemerdekaan VIII No. 8 Tamalanrea, Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia. **Email:** arnold@itbm.ac.id

**Kutipan** | Putri, A.A., Arnold Kabangnga, A., Heriansah, H. (2023). Reduksi nutrisi pakan maggot oleh kerang kijing (*Pilsbryconcha exilis*) pada sistem *Integrated Multi Trophic Aquaculture* (IMTA). *Arwana: Jurnal Ilmiah Program Studi Perairan*, 5(2), 206-212.

**p-ISSN (Media Cetak)** | 2657-0254

**e-ISSN (Media Online)** | 2797-3530



© 2023 Oleh authors. [Arwana: Jurnal Ilmiah Program Studi Perairan](#). Artikel ini bersifat open access yang didistribusikan di bawah syarat dan ketentuan [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](#).

## PENDAHULUAN

Pola budidaya yang seharusnya berada dalam koridor sistem budidaya berkelanjutan, justru telah dinilai menjadi pemicu menurunnya kualitas lingkungan perairan. Degradasi kualitas lahan pesisir akibat praktek budidaya tidak ramah lingkungan berdampak negatif terhadap ekosistem perairan (Ottinger et al., 2018). Degradasi tersebut dipicu oleh limbah organisme berupa limbah padat (organik), seperti sisa pakan dan feses yang ditemukan tersuspensi di kolom air dan mengendap di dasar perairan. Sejumlah hasil studi telah mengkuantifikasi limbah organik yang relatif tinggi. Nederlof et al. (2021) mengungkapkan 18% Nitrogen (N) dan 52% Posfor (P) dalam pakan terlepas sebagai limbah organik pada budidaya ikan. Azad et al. (2017) menyebutkan 14-53% N dan 39-67% P menjadi sisa pakan dan feses pada budidaya udang. Penelitian Mustofa et al. (2018) menunjukkan bahwa hanya sebagian kecil dari pakan yang diberikan kepada ikan yang benar-benar dikonsumsi, sementara sisanya dapat mencemari badan perairan. Limbah dari pola budidaya, khususnya sistem monokultur telah mengancam prinsip budidaya berkelanjutan (Thomas et al., 2021).

Sisi lain dari praktek budidaya adalah kebutuhan terhadap pakan komersial sebagai keniscayaan untuk meningkatkan produksi (Heriansah et al., 2022). Berbagai jenis pakan komersial tersedia di pasaran namun dengan harga yang relatif mahal bagi pembudidaya sehingga dibutuhkan alternatif sumber pakan yang potensial. Salah satu organisme yang menjadi perhatian saat ini adalah maggot atau larva dari jenis lalat *Black Soldier Fly* (BSF) *Hermetia illucens*. Kandungan nutrisi yang tinggi dan kemudahan dalam budidayanya membuat maggot menjadi alternatif yang potensial untuk menggantikan tepung ikan yang biasanya mahal harganya (Saleh, 2020). Hasil analisis proksimat Rachmawati & Samidjan (2013) menunjukkan bahwa maggot memiliki kandungan protein yang tinggi sebesar 31,42%, serta lemak, karbohidrat, abu, dan serat yang cukup seimbang. Selain itu, maggot juga mengandung asam amino, asam lemak, dan mineral yang penting bagi pertumbuhan ikan (Devic et al., 2018).

Pemanfaatan maggot sebagai pakan ikan pada sistem monokultur telah dilaporkan dan menghasilkan kinerja produksi yang baik (Alofa et al., 2023; Indriawati et al., 2021). Namun, limbah sisa pakan

dan feses tentu masih ada sebagaimana umumnya yang terjadi pada sistem monokultur. Oleh karena itu, penting rekayasa sistem budidaya ramah lingkungan yang memadukan beberapa spesies dengan tingkat trofik yang berbeda untuk memanfaatkan limbah tersebut yang dikenal dengan *Integrated Multi-Trophic Aquaculture* (IMTA). Budidaya sistem IMTA dinilai dapat meminimalisir limbah organik dan anorganik (Melendres & Largo, 2021) karena dapat dimanfaatkan oleh spesies lain berdasarkan trofik levelnya (Zhang et al., 2019). Integrasi beberapa spesies dengan tingkat trofik yang berbeda pada sistem IMTA, antara lain spesies yang diberikan pakan (ikan dan udang), spesies ekstraktif partikel organik, seperti *filter feeder* dan *deposit feeder* (kekerangan dan echinodermata), dan spesies ekstraktif partikel anorganik (rumput laut dan tanaman lainnya) (Chopin et al., 2012).

Empat spesies bernilai ekonomis penting digunakan pada studi ini, antara lain ikan nila (*Oreochromis niloticus*) sebagai spesies yang diberi pakan (*fed species*), kerang kijing (*Pilsbryconcha exilis*) sebagai penyerap nutrisi tersuspensi, lobster air tawar (*Cherax quadricarinatus*) sebagai penyerap nutrisi terdeposit, dan padi (*Oryza sativa*) sebagai penyerap nutrisi anorganik. Namun, studi ini berfokus pada kerang yang secara trofik memanfaatkan limbah yang tersuspensi di perairan, termasuk sisa pakan dan feses yang jika dibiarkan dapat menurunkan kualitas air (Lander et al., 2013). Kerang secara umum memiliki karakteristik ekologis sebagai *filter feeder* yang memungkinkannya digunakan sebagai bahan mitigasi limbah organik dan anorganik (Wulandari et al., 2019). Selain itu, kerang juga memiliki nilai ekonomis sebagai bahan pangan, sehingga selain untuk mereduksi limbah sebagai pendekatan yang berkelanjutan, juga bermanfaat secara ekonomi (Kabangnga et al., 2020).

Penelitian ini menggaris bawahi betapa pentingnya sumber pakan yang diberikan kepada organisme yang menjadi fokus dalam sistem IMTA. Pemilihan jenis pakan yang sesuai untuk spesies yang diberi pakan (ikan nila) dapat berdampak langsung pada ketersediaan makanan (sisa pakan dan feses) bagi kerang kijing (*P. exilis*) sebagai *filter feeder*. Beberapa variasi bentuk pakan maggot, antara lain maggot hidup, maggot kering, dan maggot suplementasi diaplikasikan pada ikan nila. Secara umum ikan nila hanya menyerap 28-35% nutrisi dari pakan yang diberikan, sebagian besar menjadi sisa pakan dan feses (Neto & Ostrensky, 2015). Sementara

itu, kerang kijing (*P. exilis*) yang merupakan jenis kerang air tawar diketahui dapat menyerap bahan-bahan organik dan anorganik (Putra et al., 2016). Namun, saat ini belum ada informasi ilmiah yang mendukung kemampuan kerang kijing dalam memanfaatkan limbah nutrisi dari pakan maggot. Studi ini mungkin yang pertama membangun sistem seperti ini yang bertujuan untuk mengevaluasi efisiensi reduksi nutrisi kerang kijing (*P. exilis*) dari limbah pakan berbasis maggot pada sistem IMTA. Pemahaman melalui keterkaitan antara pakan yang diberikan kepada *fed species* dengan nutrisi yang tersedia bagi organisme lain diharapkan dapat menjadi informasi penting untuk merancang sistem budidaya yang lebih efisien dan berkelanjutan.

## BAHAN DAN METODE

### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni sampai Agustus 2023 dengan durasi pengujian pakan perlakuan selama 28 hari di Laboratorium Institut Akuakultur Moncongloe, Maros, Sulawesi Selatan. Pengukuran nutrisi, meliputi amoniak ( $\text{NH}_3$ ), nitrat ( $\text{NO}_3$ ), dan fosfat ( $\text{PO}_4$ ) air dilakukan di Laboratorium Kualitas Air Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene dan Kepulauan.

### Materi Penelitian

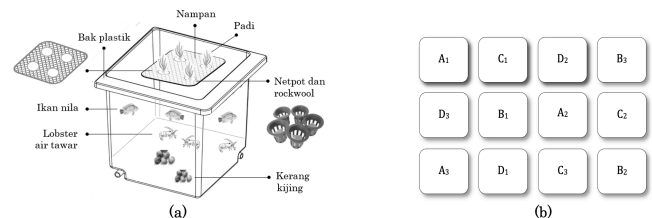
Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain bak plastik ukuran 50×50×55 cm, nampan (*tray*) ukuran 25×25 cm (dikonstruksi dari pipa 1 inci dan kasa plastik), netpot diameter 8 cm, *shelter*, blower Resun LP60, peralatan aerasi, jangka sorong digital *sigmat* 150 mm, *water quality meter* 5 in 1 AZ 86031, botol sampel PP 100 mL. Sementara itu, bahan yang digunakan meliputi kerang kijing (*P. exilis*), ikan nila (*O. niloticus*), lobster air tawar (*C. quadricarinatus*), padi (*O. sativa*), maggot, pakan komersial, *rockwool*, dan air tawar.

### Desain Penelitian

Penelitian skala laboratorium ini didesain dengan menggunakan 4 perlakuan dan 3 replikasi sebagai unit eksperimental. Perlakuan yang dievaluasi adalah variasi pakan maggot, meliputi maggot hidup (perlakuan A), maggot kering (perlakuan B), maggot suplementasi (perlakuan C), dan pakan komersial sebagai kontrol (perlakuan D). Maggot hidup dan maggot kering diperoleh secara komersial. Untuk pakan suplementasi, pembuatannya mengacu pada

metode suplementasi yang digunakan Heriansah et al. (2021). Maggot kering diblender dan diayak ukuran mesh 60 hingga berbentuk tepung, selanjutnya diaduk pada 10 mL air dan dicampurkan dengan 4 gr per 100 g pakan komersial menggunakan 2 g putih telur sebagai perekat. Sementara itu, pakan komersial menggunakan pakan khusus ikan nila MS Preo 891.

Organisme yang terlibat dalam penelitian diperoleh secara lokal dan semuanya diaklimatisasi terlebih dahulu sebelum dilakukan pengukuran awal. Bobot awal rata-rata kerang kijing (*P. exilis*) yang digunakan adalah 13,3 g, ikan nila (*O. niloticus*) 4,1 g, lobster air tawar (*C. quadricarinatus*) 1,5 g. Sementara itu, benih padi (*O. sativa*) diperoleh dari hasil semaian petani dengan ketinggian rata-rata 10 cm. Wadah pemeliharaan diisi air tawar sebanyak 50 liter dengan parameter yang dapat ditolerir oleh semua organisme. Padat tebar kerang kijing (*P. exilis*), ikan nila (*O. niloticus*), dan lobster air tawar (*C. quadricarinatus*) masing-masing 10 ekor/wadah, sedangkan padi diapungkan 4 rumpun setiap nampan pada hari ke-7 pemeliharaan. Metode riset akuakultur multi-trofik yang menggunakan wadah apung tanaman ini mengikuti panduan Heriansah et al. (2023) (Gambar 1).



**Gambar 1.** Ilustrasi desain penelitian: (a) Wadah penelitian (Heriansah et al., 2023), (b) tata letak unit percobaan

Selama 4 minggu pemeliharaan dilakukan pemberian pakan perlakuan pada ikan nila sebanyak 4 kali sehari (pukul 07.00, 11.00, 15.00 dan 19.00) dengan *feeding rate* 10%. Pemberian aerasi melalui blower pada setiap wadah dilakukan secara terus menerus selama pemeliharaan, Penyiponan dan pergantian air tidak dilakukan agar tersedia makanan dan nutrisi dari sisa pakan dan feses, namun volume air secara konsisten dijaga dengan menambahkan air dari sumber yang sama.

### Pengukuran Efisiensi Reduksi Nutrien (ERN)

Data yang dikumpulkan untuk mengukur ERN adalah konsentrasi amoniak ( $\text{NH}_3$ ), nitrat ( $\text{NO}_3$ ), dan fosfat ( $\text{PO}_4$ ). Pengukuran dilakukan hari ke-3 dan

hari ke-7 pemeliharaan (sebelum padi ditebar). ERN dihitung dengan mengacu rumus Azad et al. (2017) sebagai berikut :

$$ERN = [(Mt - Mo) / Mo] \times 100\%$$

Keterangan: Mo = Konsentrasi nutrisi awal; Mt = Konsentrasi nutrisi akhir

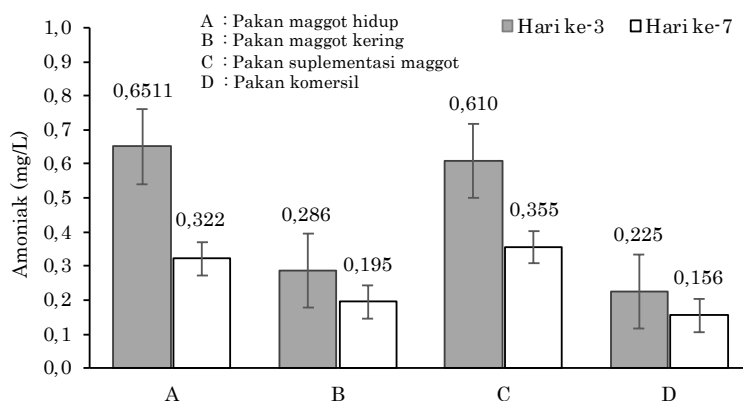
### Analisis Data

Data setelah diuji Shapiro-Wilk test dan Levene test memenuhi asumsi statistik parametrik ( $p > 0,05$ ). Analisis ragam selanjutnya digunakan untuk mengetahui pengaruh perlakuan pakan terhadap ERN kerang kijing (*P. exilis*). Pengaruh yang

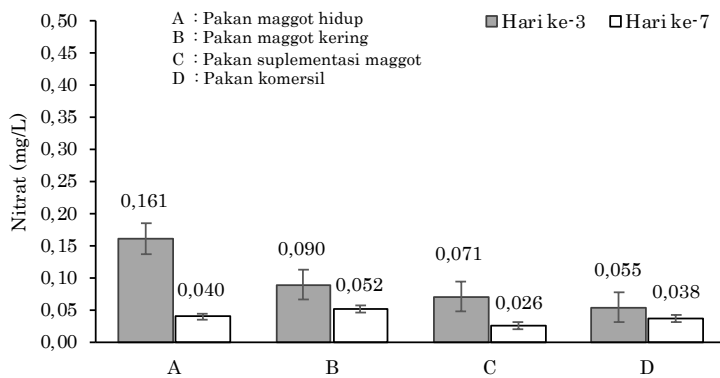
signifikan dibandingkan dengan uji HSD Tukey. Semua uji statistik ini dikonfirmasi pada tingkat signifikansi 95% ( $p < 0,05$ ) menggunakan perangkat IBM SPSS Statistik 25.

## HASIL

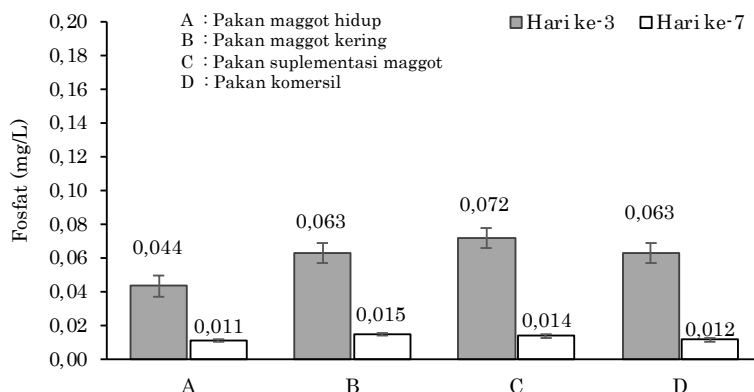
Konsentrasi nutrisi pada perairan sangat penting bagi kerang sebagai organisme yang bersifat *filter feeder*. Hasil pengukuran konsentrasi amoniak ( $\text{NH}_3$ ), nitrat ( $\text{NO}_3$ ), dan fosfat ( $\text{PO}_4$ ) di hari ke-3 dan hari ke-7 tersaji pada Gambar 2, Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 2. Konsentrasi amoniak ( $\text{NH}_3$ ) hari ke-3 dan hari ke-7



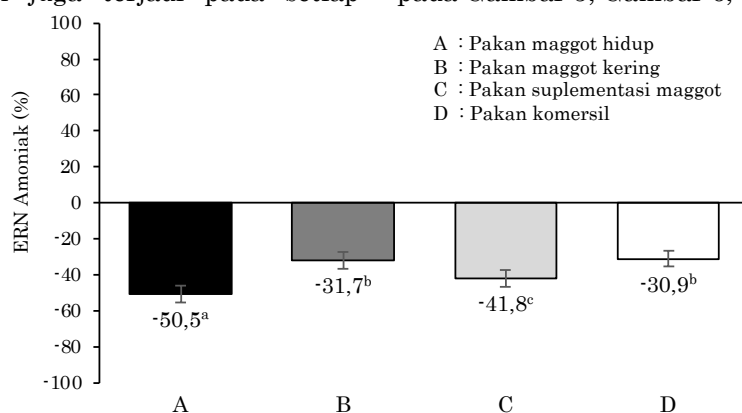
Gambar 3. Konsentrasi nitrat ( $\text{NO}_3$ ) hari ke-3 dan hari ke-7



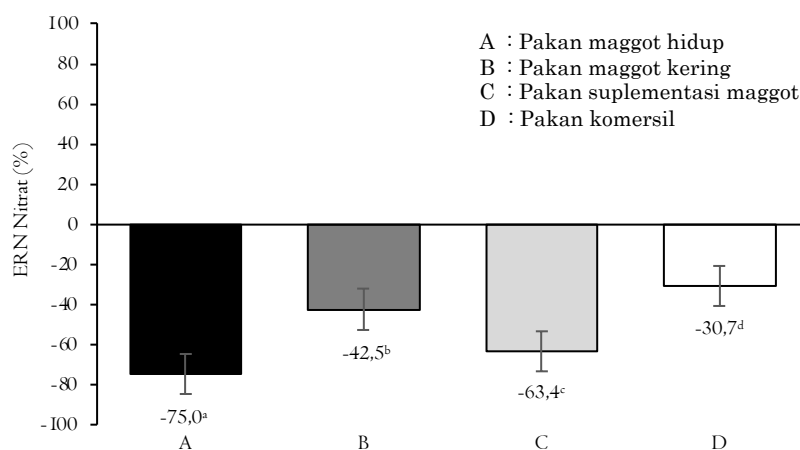
Gambar 4. Konsentrasi fosfat ( $\text{PO}_4$ ) hari ke-3 dan hari ke-7

Gambar 1, Gambar 2, dan Gambar 3 menunjukkan penurunan konsentrasi amoniak ( $\text{NH}_3$ ), nitrat ( $\text{NO}_3$ ), dan fosfat ( $\text{PO}_4$ ) nutrisi dari hari ke-3 ke hari ke-7. Variasi penurunan juga terjadi pada setiap

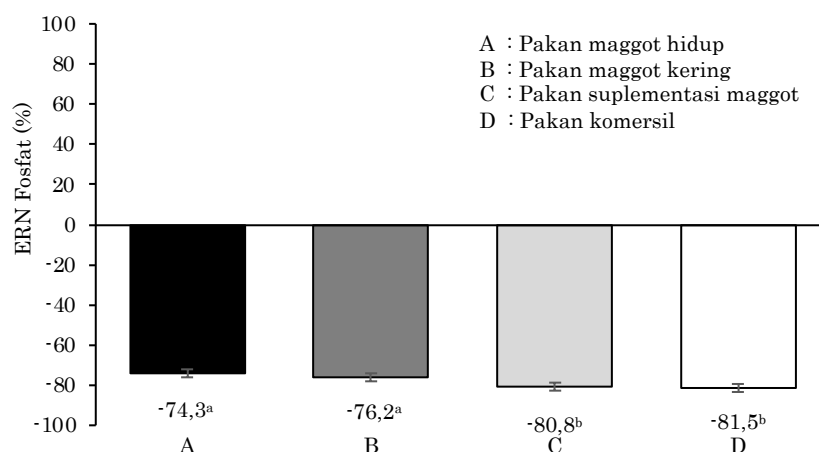
perlakuan pakan, baik maggot hidup, maggot kering, suplementasi maggot, maupun pakan komersil. Hasil perhitungan ERN masing-masing nutrisi tersaji pada Gambar 5, Gambar 6, dan Gambar 7.



Gambar 5. ERN amoniak ( $\text{NH}_3$ ) kerang kijing (*P. exilis*)



Gambar 6. ERN nitrat ( $\text{NO}_3$ ) kerang kijing (*P. exilis*)



Gambar 7. ERN fosfat ( $\text{PO}_4$ ) kerang kijing (*P. exilis*)

Gambar 5, Gambar 6, dan Gambar 7 menunjukkan variasi ERN pada setiap senyawa nutrisi dan setiap perlakuan pakan berdasarkan waktu pengukuran. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa variasi pakan berpengaruh signifikan ( $P < 0,05$ ) terhadap ERN amoniak ( $\text{NH}_3$ ), nitrat ( $\text{NO}_3$ ), fosfat ( $\text{PO}_4$ ) oleh kerang kijing (*P. exilis*). Selanjutnya, hasil

uji Tukey HSD mengindikasikan bahwa ERN amoniak ( $\text{NH}_3$ ) yang tertinggi pada pakan maggot hidup berbeda signifikan ( $P < 0,05$ ) dengan pakan maggot kering dan suplementasi pakan, namun tidak berbeda signifikan ( $P > 0,05$ ) dengan pakan komersil. ERN nitrat ( $\text{NO}_3$ ) berbeda signifikan pada setiap perlakuan. Sementara itu, ERN fosfat ( $\text{PO}_4$ )



tertinggi pada pakan maggot hidup tidak berbeda signifikan ( $P>0,05$ ) dengan maggot kering, namun berbeda signifikan ( $P<0,05$ ) dengan pakan suplementasi maggot dan pakan komersil.

## PEMBAHASAN

Senyawa nitrogen (N) dan fosfor (P), seperti amoniak ( $\text{NH}_3$ ), nitrat ( $\text{NO}_3$ ), dan fosfat ( $\text{PO}_4$ ) merupakan nutrisi anorganik dari limbah budidaya yang jika terakumulasi dapat menurunkan kualitas air (Nicholaus et al., 2019). Secara umum, konsentrasi amoniak ( $\text{NH}_3$ ), nitrat ( $\text{NO}_3$ ), dan fosfat ( $\text{PO}_4$ ) pada semua perlakuan (maggot hidup, maggot kering, suplementasi maggot, dan pakan komersil) yang terukur di hari ke-3 lebih tinggi dibandingkan pada hari ke-7. Dinamika konsentrasi dari ketiga nutrisi ini dapat dikaitkan dengan kuantifikasi pelepasan dan pemanfaatan nitrogen (N) dan fosfor (P) pakan oleh organisme budidaya. Sebagaimana diketahui bahwa sumber utama N dan P pada media budidaya adalah pakan melalui proses metabolisme yang menghasilkan feses dan urine serta sisa pakan yang tidak dikonsumsi (Supono, 2018).

Input pakan harian sebanyak 10% dari biomassa sebanyak 4 kali sehari ke ikan nila nampaknya berkontribusi terhadap relatif tingginya konsentrasi amoniak ( $\text{NH}_3$ ), nitrat ( $\text{NO}_3$ ), dan fosfat ( $\text{PO}_4$ ) pada hari ke-3. Konsentrasi yang relatif tinggi tersebut merupakan respon air terhadap akumulasi sisa pakan, feses, dan ekskresi metabolik (urine) dari setiap organisme yang semuanya mengandung senyawa N dan P. Beberapa hasil penelitian sebelumnya melaporkan kuantifikasi pemanfaatan pakan oleh ikan nila. Kurniawan et al. (2023) melaporkan penggunaan pakan pada akuakultur ikan nila menghasilkan limbah sebanyak 15% sisa pakan dan 20% dalam bentuk feses. Sementara itu, Sri-uam et al. (2016) menyebutkan bahwa asimilasi nutrisi pakan oleh ikan nila hanya 38% N dan 31% P, selebihnya terbuang sebagai limbah. Hasil penelitian Neto & Ostrensky (2015) menunjukkan bahwa ikan nila hanya menyerap 28-35% nutrisi dari pakan yang diberikan, sisanya dilepaskan sebagai feses, urine, dan sisa pakan yang dapat terakumulasi dalam perairan dan berdampak negatif terhadap kualitas air.

Selain faktor akumulasi limbah pakan, kinerja filtrasi kerang kijing (*P. exilis*) diduga belum optimal sehingga laju akumulasi limbah pakan lebih tinggi dibandingkan dengan laju filtrasi kerang. Hal ini

terindikasi dari konsentrasi nutrisi yang terukur di air pada hari ke-3 penelitian. Hasil yang sama dilaporkan Retnosari et al. (2019) bahwa kandungan bahan organik pada awal penelitian meningkat dan laju filtrasi masih rendah meskipun kerang melakukan penyerapan secara aktif selama 24 jam. Selain itu, kecepatan filtrasi kerang dipengaruhi oleh pola adaptasi kerang yang memiliki fase tertentu selama filtrasi. Saat konsentrasi bahan organik meningkat, kerang cenderung mengurangi filtrasi, sebaliknya pada konsentrasi rendah akan diiringi dengan meningkatnya filtrasi (Putra et al., 2018). Tingginya konsentrasi bahan organik dapat menyebabkan terjadinya penumpukan partikel di *labial palp* sehingga kerang mengurangi penyerapan partikel. Penumpukan partikel selanjutnya dapat menyebabkan kejenuhan di dalam insang sehingga akan keluar kembali menjadi *pseudofeces* (Kusumawati et al., 2015).

Konsentrasi amoniak ( $\text{NH}_3$ ), nitrat ( $\text{NO}_3$ ), dan fosfat ( $\text{PO}_4$ ) di hari ke-7 menurun pada setiap perlakuan. Penurunan konsentrasi ini dapat dikaitkan dengan kinerja kerang kijing yang diduga telah optimal dalam menyerap bahan organik dan anorganik. Limbah nutrisi yang diserap oleh kerang pada penelitian ini dimulai dari ikan nila yang diberi pakan. Limbah berupa sisa pakan dan feses yang tersuspensi di kolom perairan diserap oleh kerang sebagai *suspension feeder* (Chopin et al., 2012). Sara et al. (2019) mengemukakan bahwa kerang dapat memanfaatkan partikel organik yang berasal dari limbah budidaya untuk pertumbuhannya. Kinerja baik dari kerang kijing dalam penyerapan nutrisi juga telah diselidiki diberbagai sistem akuakultur. Penambahan kijing air tawar sebagai biofilter dalam sistem resirkulasi budidaya ikan lele mengurangi kadar amoniak secara signifikan (Putra et al., 2016). Introduksi kerang kijing ke dalam sistem budidaya ikan nila tertutup dapat menurunkan partikulat nitrogen dan partikulat fosfor (Wedsuwan et al., 2016). Penggunaan kijing air tawar cukup efektif dalam menurunkan nilai total padatan tersuspensi (Yulianto et al., 2019).

Meskipun bekerja dengan cara menyaring partikel-partikel secara non selektif (Palinusa, 2010), hasil penelitian menunjukkan bahwa reduksi nutrisi kerang kijing (*P. exilis*) melalui proses filtrasi dipengaruhi secara signifikan oleh jenis pakan. Hal ini dapat dikaitkan dengan karakteristik dari masing-masing pakan perlakuan. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa maggot hidup agresif bergerak

dan tenggelam sehingga kurang dikonsumsi oleh ikan nila. Selain itu, jenis pakan ini cepat tenggelam dan bergerak ke dasar perairan. Kondisi ini menyebabkan pakan maggot hidup lebih cepat dan lebih banyak yang tersaring oleh kerang. Sementara itu, pakan maggot kering, maggot supelementasi, dan pakan komersil lebih lama mengapung di permukaan air sehingga lebih banyak yang dikonsumsi oleh ikan nila sebagai pemakan makanan di permukaan dibandingkan maggot hidup. Sebagaimana diketahui bahwa kijing menyaring air disekitarnya yang mengandung beberapa material tersuspensi (Nicholaus et al., 2019). Penjelasan ini mungkin relevan dengan tingginya ERN amoniak (NH<sub>3</sub>) dan nitrat (NO<sub>3</sub>) oleh kerang kijing yang diberikan maggot hidup dibandingkan jenis pakan lainnya.

Keberadaan kerang sebagai *suspension feeder* yang diintegrasikan pada kegiatan budidaya ikan pada penelitian ini berdampak positif terhadap penurunan nutrisi melalui proses reduksi limbah nutrisi. Hal ini menguatkan konsep IMTA menurut Lander et al. (2013) bahwa pembentukan sistem IMTA harus memasukkan organisme *suspension feeder* untuk mendapatkan manfaat dari efek peningkatan bahan tersuspensi dalam wadah budidaya. Kerang merupakan komponen ekstraktif utama yang digunakan pada sistem IMTA untuk menyerap limbah organik partikel, baik yang berada di kolom maupun dekat dasar perairan (Cranford et al., 2013). Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini menegaskan bahwa menggabungkan penggunaan pakan alternatif (maggot) yang murah dengan sistem akuakultur (IMTA) yang ramah lingkungan dapat menjadi solusi untuk budidaya berkelanjutan di masa depan.

## KESIMPULAN

Variasi pakan maggot berpengaruh signifikan terhadap Efisiensi Reduksi Nutrien (ERN) kerang kijing (*P. exilis*) pada budidaya sistem IMTA. Kekhawatiran terhadap limbah dari pakan maggot (sisa pakan dan feses) nampaknya dapat diatasi dengan mengintegrasikan kerang kijing (*P. exilis*) pada budidaya sistem IMTA. Namun perlu penelitian lanjutan dengan durasi pemeliharaan yang lama untuk lebih memastikan filtrasi kerang kijing (*P. exilis*) terhadap pakan berbasis maggot.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Institut Akuakultur Moncongloe yang telah memfasilitasi proses penelitian ini. Penulis juga mengapresiasi seluruh pihak yang telah berkontribusi pada penyusunan dan publikasi artikel ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alofa, C. S., Olodo, I. Y., Chabi Kpéra Orou Nari, M., & Abou, Y. (2023). Effects of the fresh and dried housefly (*Musca domestica*) larvae in the diets of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758): growth, feed utilization efficiency, body composition and biological indices. *Aquatic Research*, 6(1), 1–10. doi:10.3153/ar23001.
- Azad, A. S., Estim, A., Mustafa, S., & Sumbing, M. V. (2017). Assessment of nutrients in seaweed tank from land based integrated multitrophic aquaculture module. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 05(08), 137–147. doi: 10.4236/gep.2017.58012
- Chopin, T., Cooper, J. A., Reid, G., Cross, S., & Moore, C. (2012). Open-water integrated multi-trophic aquaculture: Environmental biomitigation and economic diversification of fed aquaculture by extractive aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, 4(4), 209–220. doi: 10.1111/j.1753-5131.2012.01074.x
- Cranford, P. J., Reid, G. K., & Robinson, S. M. C. (2013). Open water integrated multi-trophic aquaculture: Constraints on the effectiveness of mussels as an organic extractive component. *Aquaculture Environment Interactions*, 4(2), 163–173. doi: 10.3354/aei00081
- Devic, E., Leschen, W., Murray, F., & Little, D. C. (2018). Growth performance, feed utilization and body composition of advanced nursing Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed diets containing Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) larvae meal. *Aquaculture Nutrition*, 24(1), 416–423. doi: 10.1111/anu.12573
- Heriansah, Kabangnga, A., & Nursida, N. F. (2023). *Panduan pembuatan dan penggunaan wadah apung tanaman untuk riset akuakultur multi-trofik*. Hak Cipta Nomor Pencatatan: 000443037. Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia
- Heriansah, Nursyahrhan, Fathuddin, Alifia, F., Rifal, M., Anzar, A., & Reza, M. F. (2022). Signifikansi daya cerna dan rasio konversi pakan yang dilapisi tepung kopepoda (*Oithona* sp.) pada udang vaname (*Litopenaeus vannamei*): Suatu aplikasi praktis. *Prosiding Semnas Politani Pangkep*, 3(September). doi: 10.51978/proppnp.v3i1.269
- Heriansah, Nursyahrhan, Nursidi, Nursida, N., & Najamuddin. (2021). Practical application of sea urchin shell flour supplementation as a stimulant moulting in vannamei shrimp. *Depik Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*, 10(2), 107–114. doi: 10.13170/depik.10.2.19456
- Indriawati, V., Rahardja, B. S., & Prayogo. (2021). The effectiveness combination of maggot (*Hermetia illucens*) flour with commercial feed on growth rate, feed conversion ratio, and feed efficiency of tilapia (*Oreochromis niloticus*). *IOP Conference Series*:

- Earth and Environmental Science*, 679(1). doi: 10.1088/1755-1315/679/1/012054
- Kabangnga, A., Zulkhairiyah, & Rumambo, C. T. T. (2020). Monitoring dan mitigasi gas H<sub>2</sub>S limbah organik tambak intensif dengan menggunakan biomarker sederhana. *Jurnal Airaha*, 9(1), 1–6. doi: 10.15578/ja.v9i01.146
- Kurniawan, A., Gani, A., Muhammad, E., Numberi, G.M., Papare, E.Y., & Sada, O. (2023). Characteristics of using feed impact on tilapia (*Oreochromis niloticus*) culture using a dynamics system approach. *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 12(3), 322–333. doi: 10.20473/jafh.v12i3.43348
- Kusumawati, L. A., Haeruddin, & Suprpto, D. (2015). Filtration rate kerang darah dan kerang hijau dalam memfiltrasi bahan organik tersuspensi limbah tambak udang intensif. *Diponegoro Journal of Maquares*, 4(1), 131–137.
- Lander, T. R., Robinson, S. M. C., MacDonald, B. A., & Martin, J. D. (2013). Characterization of the suspended organic particles released from salmon farms and their potential as a food supply for the suspension feeder, *Mytilus edulis* in Integrated Multi-Trophic Aquaculture (IMTA) systems. *Aquaculture*, 406–407, 160–171. doi: 10.1016/j.aquaculture.2013.05.001
- Melendres, A. R., & Largo, D. B. (2021). Integrated culture of *Eucaema denticulatum*, *Perna viridis*, and *Crassostrea* sp. in Carcar Bay, Cebu, Philippines. *Aquaculture Reports*, 20, 100683. doi: 10.1016/j.aqrep.2021.100683
- Mustofa, A., Hastuti, S., & Rachmawati, D. (2018). Pengaruh periode pemuasaan terhadap efisiensi pemanfaatan pakan, pertumbuhan dan kelulushidupan ikan mas (*Cyprinus Carpio*). *Journal of Aquaculture Management and Technology* 7(1), 18–27.
- Nederlof, M. A. J., Verdegem, M. C. J., Smaal, A. C., & Jansen, H. M. (2021). Nutrient retention efficiencies in integrated multi-trophic aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, October, 1–19. doi: 10.1111/raq.12645
- Neto, R. M., & Ostrensky, A. (2015). Nutrient load estimation in the waste of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L.) reared in cages in tropical climate conditions. *Aquaculture Research*, 46(6), 1309–1322. doi: 10.1111/are.12280
- Nicholaus, R., Lukwambe, B., Zhao, L., Yang, W., Zhu, J., & Zheng, Z. (2019). Bioturbation of blood clam *Tegillarca granosa* on benthic nutrient fluxes and microbial community in an aquaculture wastewater treatment system. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 142(818), 73–82. doi: 10.1016/j.ibiod.2019.05.004
- Ottinger, M., Clauss, K., & Kuenzer, C. (2018). Opportunities and challenges for the estimation of aquaculture production based on earth observation data. *Remote Sensing*, 10(7), 1–24. doi: 10.3390/rs10071076
- Palinusa, E. M. (2010). Pemanfaatan kijing taiwan (*Anadonta woodiana*, Lea) sebagai biofilter pada sistem budidaya ikan mas. *Tesis*. Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.
- Putra, Arianto, A., Efendi, E., Hasani, Q., & Yulianto, H. (2016). Efektifitas kijing air tawar (*Pilsbryconcha exilis*) sebagai biofilter dalam sistem resirkulasi terhadap laju penyerapan amoniak dan pertumbuhan ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*). *E-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, 03(02), 148–159.
- Putra, M. M., Cokrowati, N., & Rusdani, M. M. (2018). Analisis kecepatan filtrasi dengan jenis pakan yang berbeda terhadap kelangsungan hidup spat kerang mutiara (*Pinctada maxima*). *Jurnal Perikanan Unram*, 8(1), 23–31. doi: 10.29303/jp.v8i1.74
- Rachmawati, D., & Samidjan, I. (2013). Efektivitas substitusi tepung ikan dengan tepung maggot dalam pakan buatan terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan ikan patin. *Jurnal Saintek Perikanan*, 9(1), 62–67. doi: 10.14710/ijfst.9.1.62-67.
- Retnosari, D., Rejeki, S., Susilowati, T., & Ariyati, R. W. (2019). Filtration rate of organic matter by green mussel (*Perna viridis*) as a biofilter and the impact on growth and survival rate of tiger shrimp (*Penaeus monodon*). *Jurnal Sains Akuakultur Tropis*, 3(1), 36–46. doi: 10.14710/sat.v3i1.4031
- Saleh, H. H. E. (2020). Review on using of housefly maggots (*Musca domestica*) in fish diets. *Journal of Zoological Research*, 2(4), 39–46. doi: 10.30564/jzr.v2i4.2190.
- Sara, G. A., Dan, Z., & Tomasello, A. (2019). Growth of *Mytilus galloprovincialis* (Mollusca, Bivalvia) close to fish farms: A case of Integrated Multi-Trophic Aquaculture Within the Tyrrhenian Sea. *Hydrobiologia*, 636(129–136). doi: 10.1007/s10750-009-9942-2
- Sri-uam, P., Donnuea, S., Powtongsook, S., and Pavasant, P. (2016). Integrated multi-trophic recirculating aquaculture system for nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Sustainability*, 8(592), 1–15. doi: 10.3390/su8070592
- Supono. (2018). *Manajemen Kualitas Air Untuk Budidaya Udang*. Aura, Lampung.
- Thomas, M., Pasquet, A., Aubin, J., Nahon, S., & Lecocq, T. (2021). When more is more: taking advantage of species diversity to move towards sustainable aquaculture. *Biological Reviews*, 96(2), 767–784. doi: 10.1111/brv.12677
- Wedsuwan, T., Musig, W., & Musig, Y. (2016). Water quality control in tilapia closed cultured system using filter feeding fresh water clam (*Pilsbryconcha exilis* Compressa). *Kasetsart University Fisheries Research Bulletin*, 40(1), 52–65.
- Wulandari, Cokrowati, N., Astriana, B. H., & Diniarti, N. (2019). Penurunan nilai padatan tersuspensi pada limbah tambak udang intensif menggunakan kerang darah (*Anadara granosa*). *Jurnal Kelautan*, 12(2), 123–130. doi: 10.21107/jk.v12i2.6346
- Yulianto, H., Delis, P. C., Damai, A. A., Diantari, R., Suparmono, Penmau, D. E., & Febriani, S. (2019). Effect of *Pilsbryconcha exilis* as organic matter removal in the aquaponic system. *Aquasains*, 7(2), 725–734.
- Zhang, Zhang, S., Kitazawa, D., Zhou, J., Park, S., Gao, S., & Shen, & Y. (2019). Bio-mitigation based on Integrated Multi-Trophic Aquaculture in temperate coastal waters: Practice, assessment, and challenges. *Journal of Aquatic Research*, 47(2). doi: 10.3856/vol47-issue2-fulltext-1