

Pertumbuhan dan Dinamika Populasi *Daphnia sp.* pada Berbagai Sumber Nutrien Fermentasi

Growth and Population Dynamics of *Daphnia sp.* on Different Fermented Nutrient Sources

Nurul Khalishah Salsabil✉, Irfan

Program Studi Akuakultur, Fakultas Peternakan dan Perikanan, Universitas Sulawesi Barat,
Jln. Prof. Dr. Baharuddin Lopa, S.H, Talumung, Kabupaten Majene, Sulawesi Barat, 91412

²CV Gunung Mas Surya

Jln. Lintas Sape Wera, Kabupaten Bima, Nusa Tenggara Barat, 84182

✉correspondent author: nurul.khalishahsalsabil@unsulbar.ac.id

Abstrak

Kotoran ayam adalah bahan organik yang kaya akan nutrisi dan dapat difermentasi menggunakan mikroba tertentu untuk memecah senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana. Proses fermentasi ini meningkatkan ketersediaan nutrisi yang mudah diserap oleh organisme akuatik seperti *Daphnia sp.*, yang dapat memanfaatkannya untuk pertumbuhannya. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh berbagai perlakuan nutrisi terhadap pertumbuhan dan dinamika populasi *Daphnia sp.* Tiga perlakuan diuji, yaitu kotoran ayam tanpa fermentasi (A), kotoran ayam difermentasi dengan EM4 (B), dan kotoran ayam difermentasi dengan ragi tape (C), masing-masing dengan empat ulangan. Sebanyak 100 g kotoran ayam difermentasi selama 3 hari sebelum digunakan sebagai media pemeliharaan *Daphnia sp.* Pemeliharaan *Daphnia sp.* dilakukan selama 12 hari pada media air bersih sebanyak 2 liter per toples dengan kepadatan awal 50 individu/L. Parameter yang diamati adalah pertumbuhan populasi harian dan waktu pencapaian puncak populasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan B (kotoran ayam difermentasi EM4) memberikan laju pertumbuhan populasi yang lebih tinggi secara signifikan ($P < 0,05$). Sementara itu, waktu pencapaian puncak populasi *Daphnia sp.* terjadi secara bersamaan pada hari ke-9 di semua perlakuan, berdasarkan hasil pengamatan deskriptif. Populasi mulai meningkat sejak hari pertama setelah penebaran dan mencapai puncak pada hari ke-9, kemudian menurun kembali hingga hari ke-12 (akhir penelitian). Parameter kualitas air selama penelitian berada dalam kisaran layak bagi pertumbuhan *Daphnia sp.* Dengan demikian, fermentasi kotoran ayam menggunakan EM4 berpotensi meningkatkan efisiensi pertumbuhan populasi *Daphnia sp.*

Kata kunci: *Daphnia sp.*; EM4; fermentasi; kotoran ayam; pertumbuhan populasi

Abstract

Chicken manure is an organic material rich in nutrients and can be fermented using specific microbes to break down complex compounds into simpler forms. This fermentation process enhances the availability of nutrients that are more easily absorbed by aquatic organisms such as *Daphnia sp.*, supporting their growth. This study aimed to evaluate the effect of different nutrient treatments on the growth and population dynamics of *Daphnia sp.* Three treatments were tested: unfermented chicken manure (A), chicken manure fermented with EM4 (B), and chicken manure fermented with yeast (C), each with four replications. A total of 100 g of chicken manure was fermented for three days before being used as a culture medium for *Daphnia sp.* The cultivation of *Daphnia sp.* lasted for 12 days in 2 liters of clean water per container, with an initial density of 50 individuals/L. Parameters observed included daily population growth and the timing of peak population. The results showed that treatment B (chicken manure fermented with EM4) produced a significantly higher population growth rate ($P < 0.05$). Meanwhile, the peak population of *Daphnia sp.* was observed simultaneously on day 9 across all treatments, based on descriptive observations. The population began increasing from the first day after stocking, peaked on day 9, and then declined until day 12 (end of the study). Water quality parameters during the study remained within a suitable range for *Daphnia sp.* growth. Therefore, fermentation of chicken manure using EM4 has the potential to improve the efficiency of *Daphnia sp.* population growth.

Keywords: *Daphnia sp.*; EM4, fermentation; chicken manure; population growth

Pendahuluan

Pakan alami merupakan sumber nutrisi penting bagi organisme akuatik, termasuk untuk budidaya ikan dan pakan larva. Dalam ekosistem perairan, pakan alami berkembang secara alami melalui proses pemupukan dan siklus nutrisi (Masithah, 2023). Organisme akuakultur, seperti ikan, membutuhkan pakan alami yang telah dikultur untuk memenuhi kebutuhan gizi dan memastikan kelangsungan hidup mereka (Manik *et al.*, 2024). Salah satu jenis pakan alami yang sering digunakan adalah kutu air atau *Daphnia sp.*, yang dikenal karena kandungan gizi tinggi dan kemampuan untuk berkembang biak dengan cepat dalam kondisi kultur yang sesuai (Rasman *et al.*, 2024).

Daphnia sp. merupakan salah satu pakan alami yang banyak digunakan dalam kegiatan pembenihan ikan air tawar maupun ikan hias (Panggabean *et al.*, 2024; Prasetya *et al.*, 2024). Organisme ini memiliki sejumlah keunggulan, seperti kandungan protein yang tinggi (hingga 70%), komposisi asam amino esensial yang lengkap, ukuran tubuh yang sesuai dengan bukaan mulut larva ikan, serta mengandung enzim-enzim pencernaan seperti proteinase, peptidase, amilase, lipase, dan selulase (Prasetya *et al.*, 2024). Karena kandungan nilai gizinya yang tinggi, ketersediaan *Daphnia* secara berkelanjutan menjadi penting dalam sistem akuakultur (Abo-Taleb *et al.*, 2021).

Kultur *Daphnia sp.* memerlukan sumber nutrisi yang memadai untuk mendukung pertumbuhannya. Salah satu bahan organik yang berpotensi dimanfaatkan adalah kotoran ayam, karena mengandung berbagai unsur hara penting yang dibutuhkan dalam ekosistem perairan (Islama *et al.*, 2018). Kotoran ayam diketahui mengandung unsur hara makro seperti nitrogen (N) sebesar 4,75% dan fosfor (P) sebesar 3,57%, serta unsur mikro seperti kalsium (Ca) sebesar 4,80%, yang berperan dalam mendukung pertumbuhan *Daphnia* (Herawati *et al.*, 2018). Untuk meningkatkan ketersediaan nutrisi, kotoran ayam dapat difermentasi dengan bantuan mikroorganisme seperti bakteri atau ragi (Anggraeni *et al.*, 2023). Secara umum, fermentasi merupakan proses biokonversi senyawa organik oleh mikroorganisme, seperti bakteri, ragi, atau kapang, yang dapat menguraikan bahan kompleks menjadi bentuk yang lebih sederhana dan mudah dimanfaatkan oleh organisme lain (Bachruddin, 2018). Dengan demikian, kotoran ayam yang telah difermentasi berpotensi menjadi sumber nutrisi yang lebih efektif dalam mendukung pertumbuhan *Daphnia sp.*

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan bahan organik hasil fermentasi dapat meningkatkan pertumbuhan populasi *Daphnia sp.* secara signifikan. Sebagai contoh, pemberian dedak padi yang difermentasi dengan ragi tape dapat meningkatkan kepadatan

populasi *Daphnia sp.* hingga 1424,24 ind/L (Meilisa *et al.*, 2015). Selain itu, pupuk organik campuran kotoran ayam, bekatul dan bungki kedelai yang telah difermentasi dengan EM4 juga terbukti efektif dalam mempercepat laju pertumbuhan populasi *Daphnia sp.* (Izzah *et al.*, 2014). Temuan-temuan ini menunjukkan potensi bahan organik fermentasi sebagai sumber nutrisi alternatif dalam budidaya *Daphnia sp.*

Meskipun demikian, penggunaan kotoran ayam yang difermentasi dengan probiotik EM4 dan ragi tape dalam kultur *Daphnia sp.* masih belum banyak diteliti secara komparatif, khususnya terkait dengan dinamika populasi dan perbandingan efektivitas masing-masing metode fermentasi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh berbagai sumber nutrisi fermentasi terhadap pertumbuhan dan dinamika populasi *Daphnia sp.*, yang diharapkan dapat memberikan solusi untuk meningkatkan produksi *Daphnia sp.* secara efisien dalam sistem akuakultur.

Bahan dan Metode

Waktu dan Lokasi Penelitian

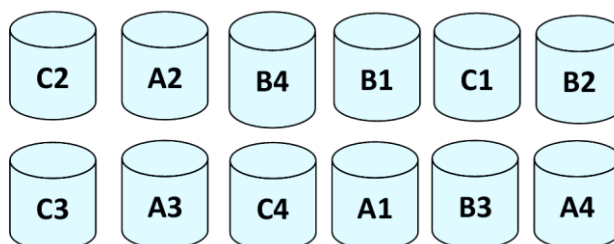
Penelitian ini dilaksanakan selama dua bulan, yaitu pada bulan September hingga Oktober 2020. Seluruh rangkaian kegiatan penelitian dilakukan di Unit Hatchery, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, yang berlokasi di Makassar, Sulawesi Selatan. Pelaksanaan penelitian dilakukan secara terkontrol dan terpusat di lokasi tersebut untuk menjaga konsistensi kondisi lingkungan dan keakuratan data yang diperoleh.

Materi dan Rancangan Penelitian

Sampel uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Daphnia sp.* berukuran ± 1 mm yang diperoleh dari panti pembenihan ikan di Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan. *Daphnia sp.* digunakan untuk mengamati respons pertumbuhan terhadap pemberian nutrisi hasil fermentasi kotoran ayam.

Media kultur sebagai sumber nutrisi dibuat menggunakan kotoran ayam kering, mengacu pada metode yang telah dikembangkan oleh Pamungkas *et al.* (2017) dan Herawati *et al.* (2018), dengan beberapa modifikasi. Sebanyak 100 gram kotoran ayam dicampur dengan 100 mL air hangat (perbandingan 1:1), kemudian difermentasi selama tiga hari dalam kantong plastik hitam yang diikat rapat dan disimpan di dalam wadah styrofoam tertutup. Penyimpanan dalam wadah tertutup bertujuan untuk mencegah kontaminasi selama proses fermentasi (Izzah *et al.*, 2014).

Penelitian ini disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga perlakuan dan empat ulangan. Perlakuan yang diuji terdiri atas: (A) kotoran ayam tanpa fermentasi (kontrol), (B) kotoran ayam yang difermentasi dengan EM4, dan (C) kotoran ayam yang difermentasi dengan ragi tape.



Gambar 1. Tata letak wadah perlakuan

Pemeliharaan *Daphnia* sp. dilakukan dalam 12 toples kaca berkapasitas 3 liter, masing-masing diisi dengan 2 liter air tawar dan dilengkapi sistem aerasi. Kepadatan awal *Daphnia* sp. ditetapkan sebanyak 50 individu/L. Hasil fermentasi diberikan sebagai pakan cair sebanyak 2,5 mL per wadah, dua kali sehari (Choi *et al.*, 2014). Selama masa pemeliharaan, dilakukan pengambilan sampel air secara berkala guna analisis parameter kualitas air. Selain itu, jumlah populasi *Daphnia* sp. diamati setiap hari untuk memantau laju pertumbuhan dan dinamika populasi.

Variabel yang Diamati

Pertumbuhan Populasi *Daphnia* sp.

Pertumbuhan populasi *Daphnia* sp. diamati setiap hari pada pagi hari dengan cara menghitung jumlah total populasi *Daphnia* sp. yang ada di dalam setiap wadah penelitian. Penghitungan dilakukan dengan menuangkan seluruh isi wadah (toples) ke dalam kontainer sambil disaring. *Daphnia* sp. yang tertampung pada saringan kemudian dipindahkan ke dalam cawan petri yang telah diberi garis kotak untuk memudahkan perhitungan. Cawan petri yang berisi *Daphnia* sp. ini kemudian diberi label sesuai dengan nomor wadah dan perlakuan. Jumlah populasi *Daphnia* sp. yang ada dalam cawan petri dihitung secara manual dengan menggunakan *hand counter*. Penghitungan dilakukan setiap hari mulai dari hari pertama hingga akhir penelitian.

Untuk menghitung laju pertumbuhan populasi *Daphnia* sp., dihitung menggunakan rumus modifikasi Becker (1994) yang digunakan oleh Suci *et al.* (2016):

$$\mu = \frac{\ln N_t - \ln N_o}{t} \times 100 \%$$

Keterangan: μ yaitu laju pertumbuhan populasi *Daphnia* sp. (% per hari), N_o yaitu jumlah *Daphnia* sp. pada awal pemeliharaan (ind./L), N_t yaitu jumlah *Daphnia* sp. pada saat pengamatan (ind./L), dan t yaitu lama pemeliharaan (hari).

Waktu Pencapaian Puncak Populasi

Penentuan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai puncak populasi *Daphnia* sp. dilakukan dengan mengacu pada grafik pertumbuhan populasi. Waktu puncak populasi ditandai dengan penurunan kepadatan populasi pada hari berikutnya setelah mencapai nilai tertinggi. Pengamatan waktu (hari) yang dibutuhkan untuk mencapai puncak populasi *Daphnia* sp. dilakukan pada setiap wadah penelitian. Menurut Meilisa et al. (2015), waktu yang dibutuhkan untuk mencapai puncak populasi adalah jumlah hari yang diperlukan untuk mencapai kepadatan populasi tertinggi selama pemeliharaan.

Kualitas Air

Pengukuran kualitas air meliputi parameter suhu, pH, oksigen terlarut (DO), dan konsentrasi amoniak. Suhu dan DO diukur menggunakan DO meter, pH menggunakan pH meter, sedangkan konsentrasi amoniak dianalisis menggunakan spektrofotometer. Pengukuran suhu, pH, dan DO dilakukan dua kali sehari, pada pagi dan sore hari, untuk memantau kondisi lingkungan media secara berkala. Sementara itu, amoniak hanya diukur dua kali, yaitu pada awal dan akhir masa pemeliharaan.

Analisis Data

Data laju pertumbuhan dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA). Hasil analisis ragam (ANOVA) yang berpengaruh nyata dilanjutkan dengan uji W-Tuckey menggunakan SPSS versi 22. Dinamika populasi berdasarkan waktu pencapaian puncak populasi dianalisis secara deskriptif menggunakan grafik pertumbuhan yang dibuat dengan Microsoft Excel. Parameter kualitas air dianalisis secara deskriptif.

Hasil dan Pembahasan

Rata-rata laju pertumbuhan populasi *Daphnia* sp. selama pemeliharaan 12 hari dengan pemberian sumber nutrisi yang berbeda ditampilkan pada Tabel 1. Secara umum, laju pertumbuhan populasi menunjukkan peningkatan dari hari ke hari pada

seluruh perlakuan, yaitu perlakuan A (kotoran ayam tanpa fermentasi), perlakuan B (kotoran ayam difermentasi dengan EM4), dan perlakuan C (kotoran ayam difermentasi dengan ragi tape).

Tabel 1. Rata-rata laju pertumbuhan populasi *Daphnia* sp. (%/hari) selama pemeliharaan

Perlakuan	Rata-rata Laju Pertumbuhan Populasi <i>Daphnia</i> sp. (%/hari)
A (Kotoran Ayam)	14,67 ± 1,02a
B (Kotoran Ayam + EM4)	17,85 ± 1,61b
C (Kotoran + ragi tape)	14,23 ± 0,76a

Keterangan: Huruf superskrip yang berbeda pada nilai rata-rata laju pertumbuhan populasi *Daphnia* sp. (%/hari) menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan ($P < 0,05$).

Hasil analisis ragam (ANOVA) pada Tabel 1 menunjukkan bahwa perlakuan sumber nutrisi memberikan pengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan populasi *Daphnia* sp. selama masa pemeliharaan ($P < 0,05$). Uji lanjut memperlihatkan bahwa perlakuan B (kotoran ayam difermentasi dengan EM4) berbeda nyata ($P < 0,05$) dibandingkan dengan perlakuan A (tanpa fermentasi) dan perlakuan C (difermentasi dengan ragi tape), sedangkan perlakuan A dan C tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P > 0,05$). Rata-rata laju pertumbuhan populasi tertinggi diperoleh pada perlakuan B sebesar $17,85 \pm 1,61\%$ /hari, disusul perlakuan A sebesar $14,67 \pm 1,02\%$ /hari, dan yang terendah adalah perlakuan C sebesar $14,23 \pm 0,76\%$ /hari.

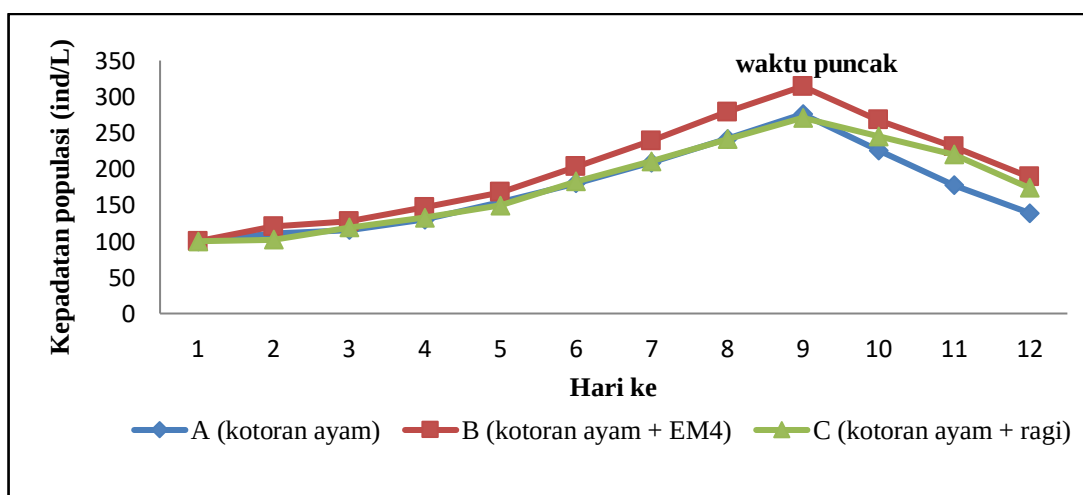
Laju pertumbuhan populasi tertinggi pada perlakuan B mengindikasikan bahwa fermentasi kotoran ayam menggunakan EM4 berperan penting dalam meningkatkan ketersediaan nutrisi yang lebih mudah diserap oleh *Daphnia* sp.. Menurut Sari *et al.* (2022), proses fermentasi ini dapat mempercepat penguraian senyawa organik kompleks menjadi bentuk yang lebih sederhana, memungkinkan nutrisi dalam kotoran ayam lebih mudah diserap dan dimanfaatkan oleh organisme akuatik secara lebih efisien. Selain meningkatkan ketersediaan nutrisi, fermentasi juga dapat menurunkan kadar senyawa berbahaya seperti amonia dan senyawa toksik lainnya yang berpotensi mengganggu kualitas media budidaya (Dirgahayu *et al.*, 2024). Probiotik EM4 sendiri mengandung berbagai mikroorganisme bermanfaat seperti *Lactobacillus* sp., *Bacillus* sp., *Saccharomyces* sp., dan *Actinomyces* yang berperan dalam proses dekomposisi dan sintesis senyawa bioaktif yang dapat menunjang pertumbuhan biota akuatik (Wardoyo & Nasmia, 2021; Daeng *et al.*, 2023). Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Telaumbanua *et al.* (2023), yang melaporkan bahwa pemberian pakan hasil fermentasi dengan EM4 tidak hanya meningkatkan daya serap nutrisi, tetapi juga mampu menekan stres oksidatif, sehingga mendukung pertumbuhan dan kesehatan organisme akuatik

secara menyeluruh.

Dinamika populasi *Daphnia* sp. selama pemeliharaan tercermin dalam waktu yang dibutuhkan untuk mencapai puncak populasi, yang tercatat pada hari ke-9 pada ketiga perlakuan (Gambar 2). Pola pertumbuhan ini mencerminkan fase-fase populasi yang khas, yaitu aklimatisasi, eksponensial, stasioner, dan kematian. Fase eksponensial terlihat jelas pada hari ke-4, 6, dan 8, menunjukkan laju reproduksi yang tinggi akibat tersedianya nutrisi yang cukup, terutama pada perlakuan B yang menggunakan fermentasi kotoran ayam dengan EM4.

Kepadatan populasi tertinggi pada perlakuan B mengindikasikan bahwa fermentasi kotoran ayam dengan EM4 berperan dalam meningkatkan ketersediaan nutrisi yang lebih mudah diserap oleh *Daphnia* sp., sehingga mendukung pertumbuhan dan reproduksi yang lebih cepat. Hal ini sejalan dengan hasil Zahidah *et al.* (2012) dan Islama *et al.* (2018) yang juga menemukan pola peningkatan populasi bertahap sebelum mencapai puncak. Setelah hari ke-9, terjadi penurunan populasi yang menandai awal fase kematian, diduga akibat penurunan kualitas media dan kompetisi antar individu terhadap nutrisi yang semakin terbatas.

Penurunan populasi tersebut memperkuat konsep bahwa dinamika populasi *Daphnia* sp. sangat dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi dan daya dukung lingkungan. Ketidakseimbangan antara kebutuhan nutrisi dan kapasitas dukung media pemeliharaan dapat memicu penurunan kualitas lingkungan, yang pada akhirnya berdampak negatif terhadap kelangsungan populasi (Daeng *et al.*, 2023; Dasra *et al.*, 2023). Oleh karena itu, kestabilan populasi dalam budidaya sangat bergantung pada kualitas sumber nutrisi dan pengelolaan media yang tepat selama fase pemeliharaan.



Gambar 2. Dinamika populasi *Daphnia* sp. (ind/L) berdasarkan waktu pencapaian puncak populasi *Daphnia* sp. selama 12 hari pada berbagai perlakuan sumber nutrisi

Selama masa pemeliharaan, parameter kualitas air seperti suhu, pH, oksigen terlarut (DO), dan kadar amonia diukur dan disajikan pada Tabel 2. Nilai-nilai yang dicatat berada dalam kisaran optimal bagi pertumbuhan *Daphnia* sp., yang mendukung keberhasilan kultur ini. Kualitas air yang optimal ini mendukung metabolisme *Daphnia* sp., yang pada gilirannya berkontribusi pada laju pertumbuhannya yang lebih cepat (Nailulmuna *et al.*, 2017; Dasra *et al.*, 2023).

Tabel 2. Hasil pengukuran kualitas air *Daphnia* sp. selama pemeliharaan.

Parameter	Nilai Kisaran perlakuan			Referensi
	A	B	C	
Suhu (°C)	25-28	25-28	25-28	25-30 (Mubarak <i>et al.</i> , 2009)
DO (ppm)	4,2-6,8	4,2-6,8	4,2-6,8	>3 mg/L(Nailulmuna <i>et al.</i> , 2017)
pH	7,5-7,6	7,5-7,6	7,5-7,6	6,9-9,5 (Islama <i>et al.</i> , 2018)
Amoniak (ppm)	0,0009-0,0012	0,0013-0,0014	0,0011-0,0012	<0,2 (Mokoginta, 2003)

Kualitas air yang berada dalam rentang optimal mendukung pertumbuhan dan reproduksi *Daphnia* sp. (Nailulmuna *et al.*, 2017; Daeng *et al.*, 2023). Parameter suhu yang stabil dan oksigen terlarut yang mencukupi sangat penting untuk metabolisme dan laju pertumbuhan organisme akuatik ini. pH yang netral dan kadar amonia yang rendah mengurangi potensi stres yang dapat mempengaruhi kelangsungan hidup populasi *Daphnia* sp. (Sreevidya *et al.*, 2025).

Simpulan

Penelitian ini menyimpulkan bahwa kotoran ayam yang difermentasi dengan EM4 paling efektif meningkatkan pertumbuhan dan dinamika populasi *Daphnia* sp. Oleh karena itu, kotoran ayam yang difermentasi dengan EM4 direkomendasikan sebagai sumber nutrisi alternatif dalam budidaya *Daphnia* sp. untuk mendukung ketersediaan pakan alami dan efisiensi produksi benih ikan.

Daftar Pustaka

- Abo-Taleb, H. A., Ashour, M., Elokaby, M. A., Mabrouk, M. M., El-Feky, M. M., Abdelzaher, O. F., Gaber, A., Alsanie, W.F., & Mansour, A. T. (2021). Effect of A New Feed *Daphnia magna* (Straus, 1820), as A Fish Meal Substitute on Growth, Feed Utilization, Histological Status, and Economic Revenue of Grey Mullet, *Mugil cephalus* (Linnaeus 1758). *Sustainability*, 13(13), 7093. <https://doi.org/10.3390/su13137093>.
- Anggraeni, A. F. D., Sinaga, S., & Ramdani, D. (2023). Pengaruh Fermentasi Feses Ayam Layer Sebagai Media Tumbuh Maggot Terhadap Pertumbuhan dan Waktu Mencapai Prepupa. *JANHUS: Jurnal Ilmu Peternakan Journal of Animal Husbandry Science*, 8(1), 1-8.
- Bachruddin, Z. (2018). *Teknologi Fermentasi pada Industri Peternakan*. UGM PRESS.

- Choi, J. Y., Kim, S. K., Chang, K. H., Kim, M. C., La, G. H., Joo, G. J., & Jeong, K. S. (2014). Population Growth of the Cladoceran, *Daphnia Magna*: A Quantitative Analysis of the Effects of Different Algal Food. *PloS one*, 9(4), e95591.
- Daeng, W., Hasim, H., & Lamadi, A. (2023). Pengaruh Penambahan Dedak Padi dengan Fermentasi Probiotik EM4 terhadap Peningkatan Populasi *Daphnia magna*. *The NIKe Journal*, 11(3), 135-143. <https://doi.org/10.37905/nj.v11i3.21988>
- Dasra, M. R., Putri, I. W., & Laheng, S. (2023). Pertumbuhan *Daphnia magna* yang diberi Kombinasi Pakan Yang Berbeda. *Arborescent Journal*, 1(1), 15–20. <https://doi.org/10.56630/arj.v1i1.520>
- Dirgahayu, M., Hefnita, H., Chaerudin, C., Firdausi, C. A., Iqbal, M., & Fatmawati, F. (2024). Pengaruh Eco-Enzyme Dalam Menurunkan Polutan Air Limbah Cair di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) RSUP Dr. Hasan Sadikin Bandung. *Jurnal Promotif Preventif*, 7(6), 1275-1287. <https://doi.org/10.47650/jpp.v7i6.1575>
- Herawati, V. E., Nugroho, R. A., Darmanto, Y. S., & Hutabarat, J. (2018). The Effect of Fermentation Time With Probiotic Bacteria on Organic Fertilizer as *Daphnia magna* Cultured Medium Towards Nutrient Quality, Biomass Production and Growth Performance Enhancement. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 116(1), 012089. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/116/1/012089>.
- Islama, D., Nurhatijah, N., Muntadhar, M., & Fadhli, M. 2018. Pengaruh Pemberian Sumber Nutrien Berbeda Pada Media Kultur Terhadap Kepadatan Populasi Dan Laju Pertumbuhan *Daphnia* sp. *Jurnal Akuakultura Universitas Teuku Umar*, 2 (2). <https://doi.org/10.35308/ja.v2i2.1591>
- Izzah, N., Suminto, & Herawati, V. E. (2014). Pengaruh Bahan Organik Kotoran Ayam, Bekatul, Dan Bungkil Kelapa Melalui Proses Fermentasi Bakteri Probiotik Terhadap Pola Pertumbuhan Dan Produksi Biomassa *Daphnia* sp. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 3(2), 44-52.
- Manik, R. R. D. S., Setyono, B. D. H., Diamahesa, W. A., Dwiyantri, S., Affandi, R. I., Diniariwisani, D., Rahmadani, T. B. C., Mulyani, L. F., Wulan, W. O. S., Sumsanto, M., Basir, A.P., & Rumondang, A. 2024. Budidaya Pakan Alami. Tohar Media.
- Masithah, E. D. 2023. Buku Ajar Planktonologi. Airlangga University Press.
- Meilisa, R.D., Yulisman dan F.H Taqwa. 2015. Pertumbuhan Populasi *Daphnia* sp. Yang diberi Sari Dedak Terfermentasi Menggunakan Ragi Tape. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 3(2) :48-54
- Mubarak, A. S., L. Sulmartiwi, dan D.T.R. Tias. 2009. Pemberian Dolomit Pada Kultur *Daphnia* spp. Sistem Daily Feeding Pada Populasi *Daphnia* spp. dan Kestabilan Kualitas Air. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 1(1), 67-72.
- Nailulmuna, Z., Pinandoyo, P., & Herawati, V. E. (2017). Pengaruh Pemberian Fermentasi Kotoran Ayam Roti Afkir Dan Ampas Tahu Dalam Media Kultur Massal Terhadap Pertumbuhan Dan Kandungan Nutrisi *Daphnia* sp. *Pena Akuatika: Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 16(1). <https://doi.org/10.31941/penaakuatika.v16i1.523>
- Pamungkas, E. C., Hutabarat, J., & Herawati, V. E. (2017). Pengaruh Waktu Fermentasi Bahan Organik (Kotoran Ayam, Ampas Tahu dan Roti Afkir) Sebagai Pupuk untuk Pertumbuhan dan Kandungan Protein *Daphnia* sp. *Pena Akuatika: Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 16(1).

- Panggabean, D., Sapuriningsih, C. L. ., Hotman, J. ., & Saleha, E. 2024. Pengembangan Budidaya Ikan Hias di Desa Tonjong Kabupaten Bogor. *Jurnal Abdi Insani*, 11(1), 738–752. <https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v11i1.1453>.
- Prasetia, M. B., AS, A. P., & Hanisah, H. 2024. Pengaruh Pemberian *Daphnia* sp. YANG di Kultur dengan Campuran Tepung Terigu Terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Perikanan Tropis*, 11(2), 99-109. <https://doi.org/10.35308/jpt.v11i2.10708>
- Rasman, R., Patang, P., & Amirah, A. 2024. Population growth of *Daphnia* sp. with various types of organic fertilizer. *Nekton*, 4(1), 61-72. <https://doi.org/10.47767/nekton.v4i1.563>.
- Sari, S. P., Permana, I., Hutabarat, A. L. R., Sari, D., Nurtanti, I., Azis, A. R., Wijayanti, D. A., & Vertygo, S. 2022. Pengelolaan Limbah Peternakan. Get Press Indonesia.
- Sreevidya, C. P., V, A., TM, M. K., MA, A., Aliyas, A. T., Sarasan, M., SP, S., Singh, I.S.B., & Puthumana, J. (2025). Design and Optimization of A Recirculating Aquaculture System (RAS) for Live Feed Production in Aquaculture: A Case Study Using *Daphnia magna*. *Aquaculture International*, 33(3), 217. <https://doi.org/10.1007/s10499-025-01893-1>
- Suci, F., Murwani, S., Tugiyono, T., & Widiastuti, E. L. (2016). Kombinasi Kotoran Ternak (Ayam, Kambing, Dan Kuda) Sebagai Media Kultur Pertumbuhan *Daphnia* sp. *Jurnal Ilmiah Biologi Eksperimen Dan Keanekaragaman Hayati (J-BEKH)*, 3(1), 45–55. <https://doi.org/10.23960/jbekh.v3i1.71>
- Telaumbanua, B., Telaumbanua, P., Lase, N., & Dawolo, J. (2023). Penggunaan Probiotik EM4 Pada Media Budidaya Ikan: Review. TRITON: *Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan*, 19(1), 36-42. <https://doi.org/10.30598/TRITONvol19issue1page36-42>
- Wardoyo, R. W. B., & Nasmia. (2021). Addition of Probiotic EM4 in Feed on Growth and Survival of Tilapia (*Oreochromis niloticus*) in Controlled Condition: Penambahan Probiotik EM4 dalam Pakan terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dalam Wadah Terkontrol. *Jurnal Ilmiah AgriSains*, 22(1), 17–22. <https://doi.org/10.22487/jiagrisains.v22i1.2021.17-22>
- Zahidah, W. Gunawan dan U. Subhan. 2012. Pertumbuhan Populasi *Daphnia* sp. Yang Diberi Pupuk Limbah Budidaya Karamba Jaring Apung (KJA) di Waduk Cirata Yang Telah Difermentasi EM4. *Jurnal Akuatika*, III(1), 84-94.