

Nutritional content of microencapsulated feed with different protein sources for nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry

Rian Fintarji^{1*}, Henneke Pangkey², Jeffrie F. Mokolensang², Haryani Sambali², Ockstan J. Kalesaran², Novie P.L. Pangemanan²

¹ Master Program of Aquatic Science, Postgraduate Program, Sam Ratulangi University, Manado, North Sulawesi, Indonesia

² Aquaculture Study Program, Faculty of Fisheries and Marine Science, Sam Ratulangi University, Manado, North Sulawesi, Indonesia

*Corresponding author: rian.fintarji1993@gmail.com

Received: 28 February 2025 – Revised: 8 March 2025 – Accepted: 21 April 2025

ABSTRACT: The success of tilapia cultivation largely depends on feed, which is a critical factor influencing productivity. Providing feed that meets the fish's requirements in terms of size, type, and nutritional content can significantly enhance aquaculture output. This study aimed to evaluate the nutritional composition of microencapsulated feed containing different protein sources for red tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry. A proximate analysis was conducted to determine the feed's nutritional content, including moisture, ash, fat, and protein levels. The results revealed the following nutritional composition of the microencapsulated feed: moisture content (2.02–6.49%), ash content (2.82–5.69%), fat content (11.14–17.51%), and protein content (41.47–50.51%). These findings suggest that microencapsulated feed with varying protein sources can provide a nutritionally balanced diet for red tilapia fry, supporting optimal growth and cultivation efficiency.

Keywords: tilapia feed; microencapsulated feed; protein sources; proximate analysis; aquaculture nutrition

PENDAHULUAN

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan salah satu jenis ikan air tawar yang relatif digemari oleh masyarakat, karena proses budidaya yang tergolong mudah, rasa daging yang enak, dan harga yang relatif terjangkau. Budidaya ikan nila di Indonesia, secara umum, mengalami kenaikan hampir di setiap tahunnya. Faktor internal dan eksternal mempengaruhi pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan. Faktor internal termasuk jenis kelamin, genetik, keturunan, induk, dan ukurannya. Faktor eksternal, yang dapat dikontrol, termasuk kualitas air (lingkungan) dan pakan (Thaib *et al.*, 2021). Ernita *et al.* (2020) menyebutkan, bahwa pemberian pakan yang sesuai kebutuhan ikan ini erat hubungannya dengan upaya yang efektif untuk mempercepat pertumbuhan dan pembentukan karakter bentuk (morfologi) dan ukuran dari organisme. Pakan diketahui sebagai salah satu faktor penting yang berpengaruh pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan yang dibudidayakan. Pakan ikan harus mengandung nutrisi yang memenuhi kebutuhan ikan. Ikan lebih banyak menggunakan protein sebagai sumber energi utama dibanding karbohidrat sehingga pada formulasi pembuatan pakan hal utama yang harus di perhatikan adalah kandungan proteinnya (Nurulaisyah *et al.*, 2021).

Febriansyah and Retnaningdyah (2021) menyebutkan, pemberian pakan yang berlebih dapat menyebabkan kontaminasi bahan organik berlebih pada kolam. Putranti *et al.* (2015) juga menyebutkan, salah satu faktor yang dapat menghambat pertumbuhan ikan adalah kualitas pakan, yang

terkadang memiliki komposisi nutrisi yang tidak sesuai dengan kebutuhan spesifik ikan. Hal ini berpengaruh pada efisiensi pakan serta tingkat kecernaannya. Selain itu, kebutuhan energi pada ikan umumnya berkaitan erat dengan kebutuhan protein optimal di dalam pakan yang mereka konsumsi. Syahputra (2017) menyebutkan, pemberian pakan secara *ad libitum* (pemberian pakan berlebih) merupakan salah satu cara pemberian pakan yang biasa diberikan pada fase pemberian pakan untuk larva ikan sampai ukuran benih ikan pada suatu hatchery. Ukuran pakan juga berpengaruh terhadap kemampuan ikan dalam mengkonsumsi pakan yang diberikan. Oleh karena itu, penting untuk diperhatikan penggunaan pakan, baik alami maupun buatan, yang sebaiknya disesuaikan dengan bukaan mulut atau ukuran ikan sehingga tidak menimbulkan dampak atau efek negatif lainnya yang tidak diinginkan dari pemberian pakan yang tidak dilakukan dengan benar.

Solusi dari permasalahan tersebut adalah dengan menyediakan pakan yang berukuran kecil dengan kandungan nutrisi yang lengkap, yaitu dengan memberikan pakan mikroenkapsulasi atau biasa disebut dengan mikrokapsul. Pakan mikroenkapsulasi telah berkembang di bidang akuakultur dengan tujuan untuk mencegah vitamin atau nutrien lain yang ada di dalam pakan larut dalam air sehingga pakan lebih ekonomis dan tidak mencemari air. Pakan mikroenkapsulasi dapat dibuat dengan kandungan nutrisi yang tinggi yang bertujuan untuk meningkatkan kandungan nutrisi dalam pakan (Sukardi *et al.*, 2014). Selain itu, penggunaan pakan mikrokapsul dapat disesuaikan dengan

Table 1
Composition of raw materials for microcapsule feed 100 grams in 30 mL of water

Composition	1	2	3	Material Weight (g)
Treatments	1	2	3	4
Matrix (95%)				
Chicken Eggs (90%)	85,5	85,5	85,5	85,5
Gelatin (5%)	4,75	4,75	4,75	4,75
Fish Oil (5%)	4,75	4,75	4,75	4,75
Total (A)	95	95	95	95
Inclusions (5%)				
Protein Source (97.5%)	<i>Tubifex</i> sp. 4,875	Maggot 4,875	<i>Spirulina</i> sp. 4,875	<i>Chlorella</i> sp. 4,875
Vitamin Mix (1%)	0,05	0,05	0,05	0,05
Lysine (1.5%)	0,075	0,075	0,075	0,075
Total (B)	5	5	5	5
Sum A+B	100	100	100	100

sumber protein yang digunakan sebagai inklusi dalam pakan mikrokapsul tersebut. Beberapa sumber nutrisi protein yang berasal dari bahan alami dan biasa diberikan sebagai pakan ikan yang difokuskan pada penelitian ini adalah Cacing *Tubifex* sp., Maggot, *Spirulina* sp., dan *Chlorella* sp.

Cacing *Tubifex* sp. mempunyai kandungan yang lebih tinggi dari pada pakan pada bagian protein, berkisar antara 58-67% (Subandiyah et al., 1990 cited in Rezki et al., 2023). Sadarman et al. (2022) menyebutkan, bahwa Maggot memiliki kandungan protein tinggi 40-50%. Protein dari *Spirulina* kering dapat mencapai lebih dari 60% (Utomo et al., 2012). Rachmaniah et al. (2010) cited in Andriani et al. (2023) melaporkan, kandungan nutrisi protein yang dimiliki *Chlorella* sp. sebesar 51-58%. Teknologi mikroenkapsulasi yang menghasilkan pakan mikrokapsul telah dikembangkan dengan menggunakan isian atau inklusi dari berbagai jenis bahan alami yang mengandung nutrisi tinggi. Oleh karena itu, perlu untuk diketahui kandungan nutrisi pakan mikrokapsul dengan inklusi sumber protein berbeda yang akan diberikan pada benih ikan nila merah guna optimalisasi penggunaan pakan. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui kandungan nutrisi pakan mikrokapsul dengan inklusi sumber protein berbeda untuk benih ikan nila merah (*Oreochromis niloticus*).

MATERIAL DAN METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Balai Perikanan Budidaya Air Tawar (BPBAT) Tatelu, Kabupaten Minahasa Utara Provinsi, Sulawesi Utara, pada bulan Mei sampai dengan Juli 2024.

Alat dan Bahan Penelitian

Alat pembuatan pakan mikrokapsul terdiri atas *blender*, *mixer*, kompor listrik, oven listrik, gelas plastik, gelas stainless, dan timbangan digital. Bahan yang digunakan dalam pembuatan pakan mikrokapsul terdiri atas bahan inklusi dan matrik. Bahan inklusi meliputi tepung *Spirulina* sp., tepung Maggot, tepung cacing *Tubifex* sp., tepung *Chlorella* sp., vitamin campuran, dan lisin; sedangkan bahan matrik terdiri atas telur ayam, gelatin, dan minyak ikan.

Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian terdiri atas Perlakuan 1 (pakan mikrokapsul inklusi tepung *Tubifex* sp.), Perlakuan 2 (pakan mikrokapsul inklusi tepung Maggot), Perlakuan 3 (pakan mikrokapsul inklusi tepung *Spirulina* sp.), dan Perlakuan 4 (pakan mikrokapsul inklusi tepung *Chlorella* sp.).

Prosedur Penelitian

Pembuatan pakan mikrokapsul dilakukan secara manual menggunakan metode Chu et al. (1987) cited in Fintarji (2017), yang menggunakan teknik *suspension cross-linking* dengan panas (*thermal cross-linking*). Alat pembuatan pakan mikrokapsul dinamakan enkapsulator, yang tersusun atas kompor listrik sebagai pemanas dan mixer sebagai pengaduk. Pembuatan mikrokapsul dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu tahap preparasi inklusi dan matrik, pembentukan droplet, polimer *cross-linking*, dan produk *recovery*. Komposisi bahan mikrokapsul yang digunakan dalam penelitian ini mengacu dan dimodifikasi dari Fintarji (2017) (Table 1).

Tahap preparasi inklusi dan matrik dilakukan dengan cara menimbang masing-masing pakan dalam wadah terpisah sesuai komposisi yang telah ditentukan (Table 1), kemudian masing-masing bahan inklusi dan matrik dicampurkan menggunakan *mixer* pada kecepatan 5 selama 1 menit. Selanjutnya, dilakukan tahap pembentukan droplet dengan cara mencampurkan bahan matrik dan inklusi dengan menggunakan *mixer* pada kecepatan 7 selama 6 menit. Kemudian, dilakukan tahap polimer *cross-linking*, yaitu memanaskan bahan pakan yang telah tercampur menggunakan kompor listrik dengan suhu 60-80°C dan dilakukan pengadukan menggunakan *mixer* pada kecepatan 5 selama 4 menit. Tahap terakhir adalah produk *recovery*, di mana pakan mikrokapsul didiamkan selama 5 menit untuk dilakukan pengamatan bentuk dan ukuran dibawah mikroskop pada perbesaran 10x10 kali. Pakan mikrokapsul yang dipakai adalah pakan yang memiliki bentuk bulat dan berukuran 50 nm-2,0 mm (Soekardi, 2007 cited in Soeprapto, 2010). Kemudian, pakan mikrokapsul dalam sediaan basah dikeringkan menggunakan oven listrik pada suhu 60°C selama 6 jam untuk kemudian dihaluskan menggunakan *blender* sampai berbentuk sediaan tepung.

Table 2
Nutritional content of microcapsule feed

Parameters	1	2	3	4	Quality Standard SNI 01-7242-2006
Water content (%)	3,99	2,02	3,59	6,49	Maximum 12
Ash Content (%)	3,31	5,69	3,50	2,82	Maximum 13
Fat Content (%)	12,92	17,51	12,02	11,14	Minimum 5
Protein Content (%)	44,10	41,47	50,51	49,79	Minimum 30

Pengukuran proksimat pakan mikrokapsul terdiri atas parameter kadar air, kadar abu, kadar lemak, dan kadar protein. Pengukuran kadar air, kadar abu, dan kadar lemak pakan dilakukan di Laboratorium BBAT Tatelu, Sulawesi Utara, dan pengujian kadar protein pakan mikrokapsul dilakukan oleh Lab. Nutrisi dan Residu Balai Besar Perikanan Budidaya Air Tawar Sukabumi, Jawa Barat, sesuai dengan standar pengujian yang ditetapkan. Analisis kadar abu mengacu pada SNI-01-2354.1-2006, analisis kadar air mengacu pada SNI-01-2354.2-2006, analisis kadar lemak mengacu pada SNI-01-2354.3-2006, dan analisis kadar protein menggunakan ISO 16634-1:2008.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan nutrisi pakan diketahui dapat meningkatkan produktivitas hasil pembudidayaan ikan. Pembuatan pakan ikan sebaiknya didasarkan pada kebutuhan nutrisi pada ikan yang dipelihara dengan memperhatikan kandungan gizi dari bahan baku yang akan digunakan. Hasil pengukuran kandungan nutrisi pakan mikrokapsul pada setiap perlakuan ditampilkan dalam Table 2, dan hasil pengamatan pakan mikrokapsul menggunakan mikroskop ditampilkan pada Gambar 1.

Nilai kadar air pakan mikrokapsul berkisar antara 2,02-6,49% (Table 2). Kandungan nutrisi untuk parameter kadar air pada Perlakuan 1 (mikrokapsul *Tubifex* sp.) sebesar 3,99%, Perlakuan 2 (mikrokapsul Maggot) sebesar 2,02%, Perlakuan 3 (mikrokapsul *Spirulina* sp.) sebesar 3,59%, dan Perlakuan 3 (mikrokapsul *Chlorella* sp.) 6,49%. Hasil tersebut di atas telah sesuai dengan SNI 01-7242-2006 tentang pakan buatan untuk ikan nila di mana ditetapkan syarat mutu pakan ikan nila pada jenis pengujian kadar abu maksimal sebesar 13%.

Kadar air yang terdapat dalam suatu bahan pangan memiliki peranan yang sangat tinggi seperti mempengaruhi tingkat kesegaran, stabilitas, keawetan, kemungkinan terjadinya reaksi kimia, dan pertumbuhan mikroba, sehingga semakin rendah kadar air maka akan mempengaruhi kualitas mutu suatu bahan pangan akan semakin baik dan masa penyimpanan akan semakin lama (Falah and Sa'diyah, 2024). Kadar air yang terlalu tinggi dapat mempengaruhi kualitas pakan dan lama waktu penyimpanannya. Semakin tinggi kadar air dalam pakan, maka kualitasnya cenderung menurun, lebih mudah rusak, dan memiliki masa penyimpanan yang lebih singkat (Kinayungan and Helmiati, 2021).

Penelitian terdahulu terkait uji proksimat pada pakan ikan nila telah masif dilakukan, di antaranya, Julia *et al.* (2020), yang meneliti pemanfaatan tepung daun mengkudu terfermentasi dalam pakan benih ikan nila merah, memperoleh hasil kadar air sebesar 9,20-11,64%.

[Kinayungan and Helmiati \(2021\)](#) memperoleh nilai kadar air sebesar 10,95-12,61% pada pakan ikan benih nila merah yang diberi substitusi tepung kedelai dengan tepung lemna terfermentasi. [Andriani and Muchdar \(2021\)](#), yang juga meneliti terkait substitusi pakan buatan dengan tepung rumput laut untuk pakan benih ikan nila merah, menghasilkan nilai kadar air sebesar 13,24-18,98%. Penelitian lainnya, seperti yang dilakukan oleh [Alorang *et al.* \(2023\)](#) mengenai substitusi tepung ikan dengan maggot untuk pakan benih ikan nila, memperoleh nilai kandungan air sebesar 4,49-6,13%. Berdasarkan beberapa pernyataan tersebut di atas, maka dapat dikatakan bahwa kadar air pakan mikrokapsul pada semua perlakuan sesuai dengan kebutuhan nutrisi pakan untuk benih ikan nila merah (*O. niloticus*).

Nilai kadar abu pakan mikrokapsul pada penelitian ini berkisar antara 2,82-5,69% (Table 2). Kandungan nutrisi untuk parameter kadar abu pada Perlakuan 1 sebesar 3,11%, Perlakuan 2 sebesar 5,69%, Perlakuan 3 sebesar 3,50%, dan Perlakuan 4 sebesar 2,82%. Hasil tersebut telah sesuai dengan SNI 01-7242-2006 tentang pakan buatan untuk ikan nila di mana ditetapkan syarat mutu pakan ikan nila pada jenis pengujian kadar abu maksimal sebesar 13%.

Kadar abu merupakan kandungan zat anorganik dan mineral yang tersisa setelah proses pembakaran suatu bahan pangan, yang dipengaruhi oleh jenis bahan serta metode pembakarannya. Pengukuran kadar abu bertujuan untuk mengetahui kandungan komponen anorganik atau garam mineral dalam sampel setelah senyawa organiknya terbakar dan menghilang. Selain itu, pengukuran ini juga membantu menilai kualitas proses pengolahan serta nilai gizi suatu bahan. Semakin rendah kadar abu dalam sampel, maka semakin tinggi tingkat kemurniannya (Falah and Sa'diyah, 2024).

Penelitian terdahulu terkait uji proksimat pada pakan ikan nila telah banyak dilakukan, diantaranya, Julia *et al.* (2020), yang memperoleh hasil kadar abu sebesar 10,68-12,79%; [Kinayungan and Helmiati \(2021\)](#), yang memperoleh nilai kadar abu sebesar 11,57-13,18%; [Andriani and Muchdar \(2021\)](#), yang menghasilkan nilai kadar abu sebesar 11,10-14,49%; dan [Alorang *et al.* \(2023\)](#), yang memperoleh nilai kandungan abu sebesar 9,93-10,91%. Berdasarkan beberapa pernyataan tersebut di atas, maka dapat dikatakan kadar abu pakan mikrokapsul pada semua perlakuan sesuai dengan kebutuhan nutrisi pakan untuk benih ikan nila merah (*O. niloticus*).

Nilai kadar lemak pakan mikrokapsul pada penelitian ini berkisar antara 11,14-17,51% (Table 2). Kandungan nutrisi untuk parameter kadar lemak pada Perlakuan 1 sebesar 12,92%, Perlakuan 2 sebesar 17,51%, Perlakuan 3 sebesar 12,02%, dan Perlakuan 4 sebesar 11,14%. Hasil ini sesuai dengan SNI 01-7242-2006 tentang pakan buatan untuk ikan

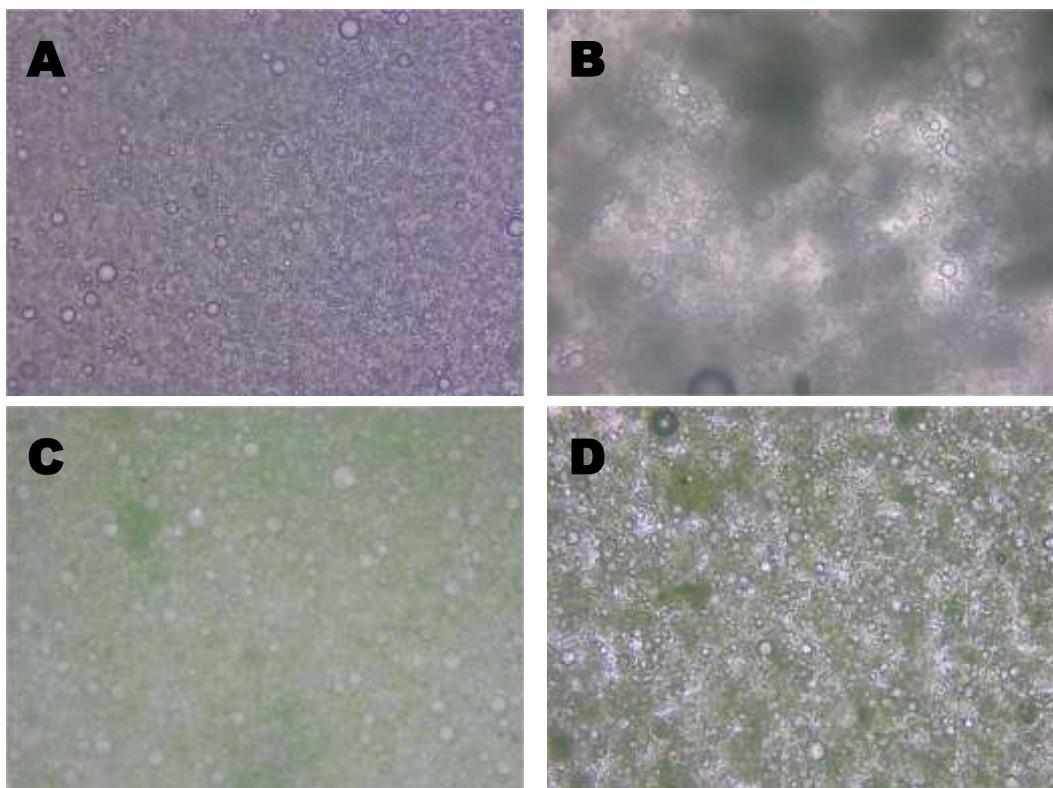


Figure 1. Microcapsule feed observed using a microscope with 100x magnification (A: *Tubifex* sp. flour inclusion; B: Maggot flour inclusion; C: *Spirulina* sp. flour inclusion; and D: *Chlorella* sp. flour inclusion)

nila di mana ditetapkan syarat mutu pakan ikan nila pada jenis pengujian kadar lemak minimal sebesar 5%. Menurut [Julia *et al.* \(2020\)](#), lemak merupakan salah satu kandungan nutrisi dalam pakan yang dapat dijadikan sumber energi untuk mendukung aktivitas ikan. Hal ini sejalan dengan pendapat dari [Alorang *et al.* \(2023\)](#), yang menyebutkan lemak menjadi komponen penting untuk pertumbuhan benih ikan nila, karena lemak adalah salah satu zat pakan utama yang dibutuhkan untuk pertumbuhan. Lemak memiliki kandungan energi yang tinggi sehingga dapat digunakan sebagai cadangan energi bagi proses metabolisme ikan.

Penelitian terdahulu mengenai kadar lemak, di antaranya, [Julia *et al.* \(2020\)](#), memperoleh hasil kadar lemak sebesar 4,96-6,96%; [Kinayungan and Helmiati \(2021\)](#) memperoleh nilai kadar lemak sebesar 5,42-5,96%; [Andriani and Muchdar \(2021\)](#) memperoleh nilai kadar lemak sebesar 8,29-20,92%; dan [Alorang *et al.* \(2023\)](#) memperoleh nilai kandungan lemak sebesar 7,62-20,80%. Dapat disimpulkan, bahwa kadar lemak pakan mikrokapsul pada semua perlakuan sesuai dengan kebutuhan nutrisi pakan untuk benih ikan nila merah (*O. niloticus*).

Nilai kadar protein pakan mikrokapsul pada penelitian ini berkisar antara 41,47-50,51% (Table 2). Kandungan nutrisi untuk parameter kadar protein pada Perlakuan 1 sebesar 44,10%, Perlakuan 2 sebesar 41,47%, Perlakuan 3 sebesar 50,51%, dan Perlakuan 4 sebesar 49,79%. Hasil tersebut sesuai dengan SNI 01-7242-2006 di mana ditetapkan syarat mutu pakan ikan nila pada jenis pengujian kadar protein minimal 30%. Protein berperan penting untuk pertumbuhan karena mengandung asam amino dan merupakan sumber energi utama pada ikan. Jika kebutuhan protein tidak

tercukupi maka pertumbuhan ikan akan terhambat. Keseimbangan protein pada formulasi menjadi hal yang penting untuk diperhatikan; tidak hanya kecukupan dalam kuantitas dan kualitasnya saja, mengatur keseimbangan dengan bahan energi lainnya juga perlu diperkirakan dengan baik ([Andriani and Muchdar, 2021](#)). [Alorang *et al.* \(2023\)](#) menyebutkan, kebutuhan protein untuk benih ikan nila berkisar antara 20-60%.

Penelitian terdahulu tentang kadar protein, di antaranya, [Julia *et al.* \(2020\)](#) memperoleh hasil kadar protein sebesar 26,27-30,02%; [Kinayungan and Helmiati \(2021\)](#) sebesar 27,25-30,87%; [Andriani and Muchdar \(2021\)](#) sebesar 50,89-60,05%, dan [Alorang *et al.* \(2023\)](#) sebesar 18,06-22,14%. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa kadar protein pakan mikrokapsul pada semua perlakuan sesuai dengan kebutuhan nutrisi pakan untuk benih ikan nila merah (*O. niloticus*).

KESIMPULAN

Kandungan nutrisi pakan mikrokapsul pada penelitian ini sesuai dengan standar baku mutu SNI 01-7242-2006 tentang pakan buatan untuk ikan nila dengan kadar air sebesar 2,02-6,49%, kadar abu sebesar 2,82-5,69%, kadar lemak sebesar 11,14-17,51%, dan kadar protein sebesar 41,47-50,51%. Pakan mikrokapsul dengan inklusi berbagai macam sumber protein pada penelitian ini dapat direkomendasikan untuk dijadikan pakan benih ikan nila (*O. niloticus*).

Ucapan terima kasih. Terima kasih diucapkan kepada Ch.M. Eman, S.IK, M.Sc., selaku Kepala BPBAT Tatelu beserta jajaran, atas semangat dan dukungannya. "Kami menyatakan bahwa tidak ada konflik kepentingan dengan organisasi manapun mengenai bahan yang didiskusikan dalam naskah ini."

REFERENSI

- ALORANG, I.G., MOKOLENSANG, J.F., WATUNG, J.C., SINJAL, H.J., MONIJUNG, R.D. and MUDENG, J.D. (2023) Substitusi tepung ikan dengan maggot (*Hermetia illucens*) terhadap pertumbuhan dan efisiensi ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Budidaya Perairan*, 11(2), pp. 198-212.
- ANDRIANI, R. and MUCHDAR, F. (2021) Substitusi pakan buatan dengan tepung rumput laut (*Gracilaria* sp.) terhadap pertumbuhan ikan nila merah (*Oreochromis* sp.). *Jurnal Agribisnis Perikanan*, 14(2), pp. 438-444.
- ANDRIANI, Y., SHIYAM, D.F., HASAN, Z. and PRATIWY, F.M. (2023) Penggunaan berbagai pupuk alami dalam budidaya *Chlorella* sp. *Jurnal Agroqua*, 21(1), pp. 33-45.
- ERNITA, MUNAWIR, FAUMI, R., AKMAL, Y., MULIARI and ZULFAHMI, I. (2020) Perbandingan secara anatomi insang ikan keureling (*Tor tambroides*), ikan mas (*Cyprinus carpio*) dan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Veteriner*, 21(2), pp. 234-246.
- FALAH, M.N.A. and SA'DIYAH, K. (2024) Pengaruh rasio ampas tahu terhadap kualitas produk pakan ikan nila. *Jurnal Teknologi Separasi*, 10(1), pp. 170-179.
- FEBRIANSYAH, S.C. and RETNANINGDYAH, C. (2021) Evaluasi pengaruh umur budidaya ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) terhadap perubahan kualitas air kolam dengan plankton sebagai bioindikator Di Desa Gondosuli, Kabupaten Tulungagung. *Journal of Tropical Biology*, 9(2), pp. 144-152.
- FINTARJI, R. (2017) Pertumbuhan dan ekspresi gen EGR-3 ikan bandeng (*Chanos Chanos* F.) yang diberi pakan mikrokapsul dengan inklusi *Spirulina Platensis* serta diperkaya dosis lisin berbeda. Unpublished thesis, Universitas Jenderal Soedirman.
- JULIA, SUHARMAN, I. and ADELINA (2020) Pemanfaatan tepung daun mengkudu (*Morinda citrifolia* L) yang difermentasi menggunakan *Rhyzopus* sp. dalam pakan terhadap pertumbuhan benih ikan nila merah. *Jurnal Akuakultur SEBATIN*, 1(1), pp. 21-29.
- KINAYUNGAN, P.P. and HELMIATI, S. (2021) Pengaruh substitusi tepung kedelai dengan tepung *lemon* terfermentasi terhadap pertumbuhan nila merah (*Oreochromis* sp.). *Journal of Fish Nutrition*, 1(2), pp. 136-145.
- NURUL AISYAH, A., SETYOWATI, D.N. and ASTRIANA, B.H. (2021) Potensi pemanfaatan daun singkong (*Manihot utilissima*) terfermentasi sebagai bahan pakan untuk meningkatkan pertumbuhan ikan mas (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Perikanan*, 11(1), pp. 13-25.
- PUTRANTI, G.P., SUBANDIYONO and PINANDOYO (2015) Pengaruh protein dan energi yang berbeda pada pakan buatan terhadap efisiensi pemanfaatan pakan dan pertumbuhan ikan mas (*Cyprinus carpio*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 4(3), pp. 38-45.
- REZKI, W.Y., ISTYADJI, M. and YULINDA, R. (2023) Perbandingan frekuensi pakan ikan berbahan dasar pelet dan cacing sutra (*Tubifex* Sp) secara *ad libitum* terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan patin siam (*Pangasius hypophthalmus*). *Jurnal Pendidikan, Sanis dan Teknologi*, 2(3), pp. 714-719.
- SADARMAN, IRAWATI, E., HIDAYATI, BAHAUD-DYIN, PANDRA, A., QOMARIYAH, N., WAHYONO, T., ADLI, D.N., IRAWAN, A., RAHMAN and ADE-GBEYE, M.J. (2022) Effect of Commercial Feed Substitution with BSF Maggot Flour (*Hermetia Illucens*) on Laying Quail Production Performance. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Tropis*, 9(3), pp. 591-598.
- SUKARDI, P., WINANTO, T., HARTOYO, PRAMONO, T.B. and WIBOWO, E.S. (2014) Mikroenkapsulasi protein sel tunggal dari berbagai jenis mikroalga. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 13(2), pp. 115-119.
- SYAHPUTRA, D.A. (2017) *Landasan teori 2.1. pemberian pakan ikan*. Available from https://repository.dinamika.ac.id/id/eprint/2640/4/BAB_II.pdf.
- THAIB, A., WATI, E., HANDAYANI, L. and NURHAYATI (2021) Pengaruh pemberian adsorben cangkang langkitang (*Faunus ater*) untuk mereduksi kadar amonia pada media budidaya benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Tilapia*, 3(1), pp. 1-7.
- UTOMO, N.B.P., RAHMATIA, F. and METIAWATI, S. (2012) Penggunaan *Spirulina platensis* sebagai suplemen bahan baku pakan ikan nila *Oreochromis niloticus*. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 11(1), pp. 49-53.