

Tersedia online di: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/ma>

KARAKTERISTIK MORFOMETRIK DAN POLA PERTUMBUHAN IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*) YANG DIBERI PAKAN MIKROKAPSUL INKLUSI BERBEDA

Rian Fintarji^{*)}, Henneke Pangkey^{**)}, Jeffrie Fredrik Mokolensang^{**)}, Hariyani Sambali^{**)}, Ockstan Jurike Kalesaran^{**)}, Novie Pankie Lukas Pangemanan^{**)}, dan Deiske Adeliene Sumilat^{***)}

^{*)} Mahasiswa Program Studi Magister Ilmu Perairan, Fakultas Pascasarjana, Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia

^{**)} Dosen Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia

^{***)} Dosen Program Studi Ilmu Perairan, Fakultas Pascasarjana, Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia

(Naskah diterima: 14 Oktober 2024, Revisi final: 12 September 2025, Disetujui publikasi: 15 September 2025)

ABSTRAK

Produksi perikanan budidaya dapat ditingkatkan melalui penyediaan pakan yang sesuai dengan kebutuhan ikan, mencakup aspek jenis, ukuran, maupun jumlahnya. Pakan mikrokapsul adalah jenis pakan buatan berukuran sangat kecil (mikron) yang dirancang khusus untuk memenuhi kebutuhan nutrisi ikan pada tahap larva dan benih. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis karakteristik morfometrik dan pola pertumbuhan ikan yang diberi pakan mikrokapsul inklusi berbeda. Penelitian ini menggunakan 1.080 ekor benih ikan nila merah berukuran 1-3 cm pada wadah akuarium. Akuarium yang digunakan berukuran 60x40x40 cm yang kemudian diisi air sebanyak 72 L dan ditebar sebanyak 1 ekor L⁻¹. Penelitian ini didesain dengan menggunakan rancangan acak lengkap dengan lima perlakuan dengan masing-masing tiga ulangan. Perlakuan satu yaitu pemberian pakan komersil (kontrol), perlakuan dua yaitu pemberian pakan mikrokapsul tepung *Tubifex* sp., perlakuan tiga yaitu pemberian pakan mikrokapsul tepung *Maggot*, perlakuan empat yaitu pemberian pakan mikrokapsul tepung *Spirulina* sp., dan perlakuan lima yaitu pemberian pakan mikrokapsul tepung *Chlorella* sp.. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik morfometrik ikan nila berbeda pada setiap perlakuan. Hasil uji regresi *linear* sederhana terhadap parameter pola pertumbuhan ikan nila pada semua perlakuan bersifat alometrik negatif, yakni pertumbuhan panjang lebih cepat daripada pertumbuhan beratnya. Hasil pengukuran kualitas air pada semua perlakuan menunjukkan hasil yang sesuai dengan baku mutu untuk pemeliharaan ikan nila dengan kisaran nilai suhu berkisar 25,1-29,6 °C, oksigen terlarut berkisar 5,1-6,8 mg L⁻¹, pH berkisar 7,42-8,14, dan amonia berkisar 0,01-0,17 mg L⁻¹.

KATA KUNCI: Mikrokapsul; morfometrik; nila; pertumbuhan

ABSTRACT : *Morphometric Characteristics and Growth Performance of Tilapia (*Oreochromis niloticus*) were fed microcapsules with the different inclusion.*

Aquaculture production can be increased by providing feed that is appropriate to the need of fish, both in terms of type, size, and quantity. Microcapsule feed is a type of artificial feed with very small sizes (microns) specifically designed to fulfil the nutritional need at the larval and fry fish stages. This study aimed to analyze the morphometric characteristics and growth patterns of fed microcapsules with different inclusions. The study was conducted using 1.080 tilapia with size of 1-3 cm in aquariums. The aquarium used was 60x40x40 cm and was then filled with 72 L of water with a stocking density of 1 fish L⁻¹. This study used a completely randomized design with five treatments and three replications each. Treatment one is the provision of commercial feed (control), treatment two is the provision of microcapsule feed with *Tubifex* sp flour; treatment three is the provision of microcapsule feed with *Maggot* flour; treatment four the provision of microcapsule feed with *Spirulina* sp flour; and treatment five is the provision of microcapsule feed with *Chlorella* sp flour. The results of the study showed that the morphometric characteristics of tilapia were different in each treatment. The results of the simple linear regression test on the parameters of tilapia growth patterns in all treatments were negative allometric, namely the growth in length was faster than the growth in weight. The results of water quality measurements in all treatments showed results that were in accordance with quality standards for tilapia with a temperature range of 25,1-29,6 °C, dissolved oxygen range of 5,1-6,8 mg L⁻¹, pH range of 7,42-8,14, and ammonia range of 0,01-0,17 mg L⁻¹.

KEYWORDS: *Growth; microcapsule; morphometric; tilapia*

#Korespondensi: Rian Fintarji.

Program Studi Magister Ilmu Perairan, Fakultas Pascasarjana, Universitas Sam Ratulangi (Unsrat), Jl. Kampus Unsrat, No. 1, Kelurahan Bahu, Kecamatan Malalayang, Kota Manado, Sulawesi Utara, 95115
E-mail: rian.fintarji@kkp.go.id

PENDAHULUAN

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) telah menjadi salah satu komoditas ikan air tawar yang populer dan diminati oleh khalayak luas dikarenakan teknik pemeliharaannya yang tidak sulit. Produktivitas budidaya nila di Indonesia, terlihat mengalami penambahan jumlah yang cukup signifikan setiap tahunnya. Kementerian Kelautan dan Perikanan (2023), total produksi ikan nila terus meningkat, yakni tahun 2019 sebesar 1.317.561 ton, menurun pada tahun 2020 sebesar 1.172.633 ton, dan terus meningkat pada tahun 2021 sebesar 1.300.529 ton, tahun 2022 sebesar 1.356.654 ton, dan tahun 2023 sebesar 1.364.436 ton. Tingginya volume permintaan pasar akan ikan nila menjadi peluang bagi para *stakeholder* untuk mengembangkan alternatif teknologi dengan tujuan mendongkrak perkembangan dan produktivitas budidaya ikan di Indonesia (Iskandar *et al.*, 2021).

Ernita *et al.* (2020), menyebutkan bahwa perbedaan karakteristik habitat, pola makan, dan jenis ikan sangat berhubungan dengan variasi bentuk tubuhnya. Ikpeme *et al.* (2017), menjelaskan bahwa variasi ciri morfologi suatu spesies sering digunakan sebagai pendugaan awal terhadap perbedaan genetik yang mungkin ada dalam suatu populasi. Pengukuran karakter morfologi merupakan metode paling sederhana yang digunakan dalam identifikasi dan karakterisasi ikan. Penelitian Adibrata *et al.* (2021) menemukan bahwa ikan nila yang dibudidayakan dalam wadah keramba jaring tancap pada media kolam tanah dan diberi pakan berupa pakan komersial menunjukkan pola pertumbuhan alometrik positif.

Ernita *et al.* (2020), menyebutkan bahwa pemberian pakan yang sesuai kebutuhan erat hubungannya dengan upaya yang efektif dalam pembentukan karakter morfologi dan ukuran ikan. Zaidin *et al.* (2013), menyebutkan pakan berperan penting dalam menunjang kehidupan dan proses pertumbuhan ikan. Pakan dengan nutrisi yang seimbang sangat dibutuhkan agar pertumbuhan ikan berlangsung baik Putranti *et al.* (2015), juga menyebutkan lambatnya laju pertumbuhan ikan dapat disebabkan oleh ukuran serta kualitas pakan yang tidak sesuai dengan kebutuhan ikan.

Salah satu solusi terhadap permasalahan ukuran dan kualitas pakan ikan adalah penggunaan pakan berukuran mikro dengan ketersediaan nutrisi yang lengkap, yaitu pakan mikrokapsul. Pakan jenis ini dapat diformulasikan dengan penggunaan bahan bernutrisi tinggi guna meningkatkan kandungan nutrisinya (Sukardi *et al.*, 2014). Pakan mikrokapsul dapat diformulasikan dengan menyesuaikan jenis sumber protein yang digunakan sebagai bahan isian. Berbagai sumber protein alami juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan pakan ikan seperti *Tubifex* sp., *Spirulina* sp., *Maggot*, dan *Chlorella* sp..

Rezki *et al.* (2023), menyebutkan cacing *Tubifex* sp. diketahui memiliki kandungan protein sekitar 58–67%. Sedangkan, *Maggot* mengandung protein sebesar 40–50% (Sadarman *et al.*, 2022). Utomo *et al.* (2012), melaporkan *Spirulina* kering memiliki kadar protein lebih dari 60%. Sementara itu, *Chlorella* sp. dalam kondisi kering mengandung protein sekitar 55–60% (Syahrul & Dewita, 2016). Sehubungan dengan hal tersebut, dapat dikatakan bahwa pemilihan jenis, metode, dan kuantitas serta kualitas pakan dapat memberikan dampak positif bagi pertumbuhan dan pembentukan morfologi tubuh ikan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis karakteristik morfometrik dan pola pertumbuhan ikan nila yang diberi pakan mikrokapsul inklusi berbeda.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di Balai Perikanan Budidaya Air Tawar (BPBAT) Tatelu Kabupaten Minahasa Utara Provinsi Sulawesi Utara. Media penelitian yang digunakan berupa 15 buah akuarium berukuran 60x40x40 cm dan diisi air sebanyak 72 L pada masing-masing akuarium dan dilengkapi aerator. Organisme uji yang digunakan yaitu benih ikan nila hasil produksi BPBAT Tatelu yang memiliki ukuran berkisar 1-3 cm sebanyak 1.080 ekor dengan penerapan padat tebar 1 ekor L⁻¹ atau 72 ekor per akuarium. Peralatan pembuatan pakan meliputi kompor dan oven listrik, mixer, blender, gelas stainless, serta timbangan digital. Bahan inklusi pakan mencakup tepung cacing *Tubifex* sp., tepung *Chlorella* sp., tepung *Maggot*, tepung *Spirulina* sp., lisin, dan vitamin. Bahan matrik pakan terdiri atas minyak ikan, telur ayam, dan gelatin. Sebagai pembanding, digunakan pakan komersial berbentuk tepung dengan kadar protein 36% (kontrol).

Penelitian ini menerapkan rancangan acak lengkap dengan 5 perlakuan dan 3 kali pengulangan. Adapun perlakuan yang diaplikasikan adalah perlakuan satu berupa pakan komersil (kontrol), perlakuan dua berupa mikrokapsul *Tubifex* sp., perlakuan tiga mikrokapsul *Maggot*, perlakuan empat berupa mikrokapsul *Spirulina* sp., dan perlakuan lima berupa mikrokapsul *Chlorella* sp..

Pembuatan Pakan Mikrokapsul

Pembuatan pakan dilakukan dengan metode *suspension cross-linking* menggunakan panas. Tahapan pembuatan mikrokapsul yaitu diawali dengan tahap preparasi bahan inklusi dan matrik dengan cara menimbang dan mencampurkan bahan menggunakan *mixer* selama 1 menit sesuai komposisi yang ditentukan. Selanjutnya, dilakukan pembentukan *droplet* melalui pencampuran bahan matrik dan inklusi yang ditambahkan 30 mL air dan diaduk menggunakan *mixer* selama 6 menit. Tahap berikutnya adalah *polimer cross-*

linking yaitu memanaskan dan mengaduk hasil pembentukan *droplet* dalam suhu 60-80 °C selama 4 menit. Tahap terakhir yakni produk *recovery* dilakukan dengan cara mendinginkan pakan selama 5 menit untuk selanjutnya dikeringkan menggunakan *oven* dalam suhu 60 °C selama 6 jam. Proses terakhir adalah menghaluskan pakan menggunakan *blenders* sampai berbentuk serbuk. Rincian komposisi bahan baku pakan mikrokapsul yang digunakan disajikan pada Tabel 1.

Persiapan Wadah dan Ikan Uji

Media pemeliharaan berupa akuarium terlebih dahulu dibersihkan menggunakan sabun, lalu dibilas dengan air bersih yang selanjutnya direndam air garam selama 1 hari dengan dosis 4 g L⁻¹. Selanjutnya, akuarium dibersihkan kembali menggunakan air bersih dan diisi air hasil pengendapan selama 1 hari sebanyak 72 L per akuarium lalu dipasang sistem aerasi dan didiamkan selama 3 hari. Penebaran benih ikan nila

dilakukan dengan padat tebar 1 ekor L⁻¹ atau 72 ekor per akuarium melalui proses aklimatisasi.

Pelaksanaan Penelitian

Sebelum diberi pakan sesuai perlakuan, benih ikan nila dipuasakan terlebih dahulu selama 2 hari yang selanjutnya dipelihara selama 30 hari. Pakan diberikan dua kali sehari yakni, pagi dan sore dengan dosis 5% dari biomassa ikan. Selama masa pemeliharaan, dilakukan pembersihan kotoran yang ada di akuarium (penyiponan) dan dilakukan penambahan air hingga volume air kembali mencapai 76 L.

Pengukuran karakteristik morfometrik dan pola pertumbuhan ikan nila dilakukan setelah periode pemeliharaan berakhir. Metode pengambilan sampel menggunakan *random sampling*, yaitu benih ikan diambil acak. Jumlah ikan yang diukur ditentukan berdasarkan tingkat kelangsungan hidupnya, yaitu

Tabel 1. Komposisi bahan baku pakan mikrokapsul 100 g
Table 1. The composition of raw material microcapsule 100 g

Komposisi (Composition)	Berat Bahan (g) (Material Weight) (g)			
	Mikrokapsul <i>Tubifex</i> sp. <i>Microcapsule</i> <i>Tubifex</i> sp.	Mikrokapsul <i>Maggot</i> <i>Microcapsule</i> <i>Maggot</i>	Mikrokapsul <i>Spirulina</i> sp. <i>Microcapsule</i> <i>Spirulin</i> sp.	Mikrokapsul <i>Chlorella</i> sp. <i>Microcapsule</i> <i>Chlorella</i> sp.
Matrik (95%) (Matrix) (95%)				
Telur Ayam (90%) (Chicken Eggs) (90%)	85,5	85,5	85,5	85,5
Gelatin (5%) (Gelatin) (5%)	4,75	4,75	4,75	4,75
Minyak Ikan (5%) (Fish Oil) (5%)	4,75	4,75	4,75	4,75
Inklusi (5%) (Inclusion) (5%)				
Tepung <i>Tubifex</i> sp. (97,5%) (<i>Tubifex</i> Flour) (97,5%)	4,875	-	-	-
Tepung <i>Maggot</i> (97,5%) (<i>Maggot</i> Flour) (97,5%)	-	4,875	-	-
Tepung <i>Spirulina</i> sp. (97,5%) (<i>Spirulina</i> Flour) (97,5%)	-	-	4,875	-
Tepung <i>Chlorella</i> sp. (97,5%) (<i>Chlorella</i> Flour) (97,5%)	-	-	-	4,875
Vitamin (1%) <i>Vitamin</i> (1%)	0,05	0,05	0,05	0,05
Lisin (1,5%) (<i>Lysine</i>) (1,5%)	0,075	0,075	0,075	0,075

sebanyak 50% dari populasi ikan yang hidup (untuk tingkat kelangsungan hidup > 75%), sebanyak 75% dari populasi ikan yang hidup (untuk tingkat kelangsungan hidup 50-75%) dan 100% dari populasi ikan yang hidup (untuk tingkat kelangsungan hidup < 50%).

Parameter Pengamatan

Karakteristik morfometrik

Karakteristik morfometrik ikan nila diukur menggunakan aplikasi *ImageJ-2*. Pengukuran karakteristik morfometrik ini mengacu pada skema pengukuran yang dapat dilihat pada Gambar 1.

Hasil pengukuran karakter morfometrik dirata-ratakan pada setiap perlakuan untuk selanjutnya ditransformasikan menggunakan analisis *traditional morfometric* dengan mengacu pada persamaan Schindler dan Schmidt (2006):

$$M_{trans} = \frac{M}{TL} \times 100$$

Keterangan:

M_{trans} = Hasil transformasi data pengukuran (%)

M = Hasil pengukuran (mm)

TL = Panjang total ikan (mm)

Pola pertumbuhan

Penentuan pola pertumbuhan ikan nila dihitung dengan mengacu pada rumus persamaan *Linear Allometric Model* menurut Effendie (2002):

$$W = aL^b$$

Keterangan:

W = Bobot Ikan (g)

L = Panjang Total Ikan (cm)

a dan b = konstanta

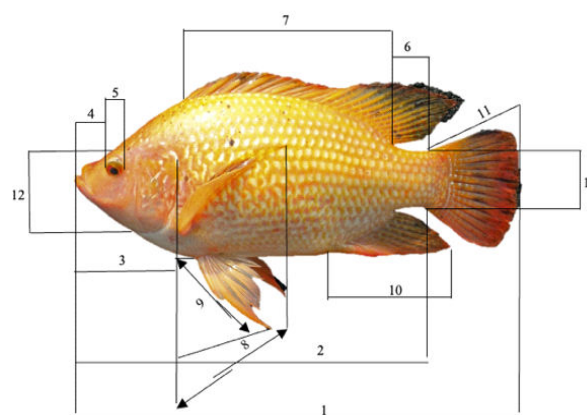
Selanjutnya, melalui uji regresi *linear* sederhana terhadap panjang dan bobot ikan nila didapatkan nilai b. Nilai b pada persamaan digunakan sebagai penduga pola pertumbuhan hubungan panjang dan bobot ikan nila dengan kriteria menurut Effendi (2002), untuk nilai b = 3 maka pola pertumbuhan ikan isometrik yaitu penambahan berat setara atau sama dengan penambahan panjang, nilai b > 3 maka pola pertumbuhan ikan alometrik positif, yaitu penambahan berat lebih cepat dibandingkan dengan penambahan panjang, dan nilai b < 3 maka pola pertumbuhan ikan alometrik negatif, yaitu penambahan panjang lebih cepat dibandingkan dengan penambahan berat.

Pengukuran Kualitas Air

Pengukuran kualitas air dilakukan 2 kali sehari yakni, pada pagi (07.30-08.00 WITA) dan sore (15.30-16.00 WITA) meliputi parameter pH, suhu, oksigen terlarut, dan amonia yang diukur pada hari ke-0, ke-15, dan ke-30. Oksigen terlarut, suhu, dan pH diukur menggunakan alat multiparameter *water quality test* digital. Adapun amonia diukur dengan metode *colorimetri* menggunakan alat *colorimeter*.

Analisis Data

Pola pertumbuhan dianalisis secara statistik menggunakan uji regresi *linear* sederhana, sedangkan karakteristik morfometrik dan kualitas air dianalisis secara deskriptif. Pengujian regresi linear sederhana dan perhitungan untuk analisis deskriptif dilakukan menggunakan *Microsoft Excel 365* versi 16.



Gambar 1. Skema pengukuran morfometrik ikan nila
Figure 1. Scheme for morphometric measurements of tilapia

Keterangan : 1. Panjang Total (PT); 2. Panjang Standar (PS); 3. Panjang Kepala (PK); 4. Panjang Moncong (PM); 5. Diameter Mata (DM); 6. Panjang Batang Ekor (PBE); 7. Panjang Dasar Sirip Punggung (PDSP); 8. Panjang Sirip Dada (PSD); 9. Panjang Sirip Punggung (PSP); 10. Panjang Sirip Anal (PSA); 11. Panjang Sirip Ekor (PSE); 12. Tinggi Kepala (TK); 13. Tinggi Batang Ekor (TBE)

Description: 1. Total Length (PT); 2. Standard Length (PS); 3. Head Length (PK); 4. Snout Length (PM); 5. Eye Diameter (DM); 6. Tail Stem Length (PBE); 7. Dorsal Fin Base Length (PDSP); 8. Pectoral Fin Length (PSD); 9. Dorsal Fin Length (PSP); 10. Anal Fin Length (PSA); 11. Tail Fin Length (PSE); 12. Head Height (TK); 13. Tail Stem Height (TBE)

HASIL DAN BAHASAN

Karakteristik Morfometrik

Pengukuran karakteristik morfometrik ikan nila (*O. niloticus*) dan transformasinya dilakukan pada akhir masa pemeliharaan. Hasil analisis *traditional morfometric* terhadap karakteristik morfometrik ikan nila diketahui menunjukkan hasil yang bervariasi. Secara rinci hasil transformasi karakteristik morfometrik ikan nila dapat dilihat pada Tabel 2.

Terlihat pada hasil transformasi pada Tabel 2 diatas, yang mana masing-masing karakteristik morfometrik dibandingkan dengan panjang total ini menghasilkan nilai yang bervariasi. Karakter panjang standar tertinggi ditunjukkan pada perlakuan 4 ($81,40 \pm 0,40\%$) dan terendah ditunjukkan pada perlakuan 3 ($78,39 \pm 0,45\%$). Karakter panjang kepala tertinggi ditunjukkan pada perlakuan 1 ($30,61 \pm 0,21\%$) dan terendah ditunjukkan pada perlakuan 3 ($28,87 \pm 0,05\%$). Karakter panjang moncong tertinggi ditunjukkan pada perlakuan 1 ($8,81 \pm 0,17\%$) dan terendah ditunjukkan pada perlakuan 5 ($7,44 \pm 0,32\%$). Karakter diameter mata tertinggi ditunjukkan pada perlakuan 5 ($8,94 \pm 0,22\%$) dan terendah ditunjukkan pada perlakuan 2 ($8,26 \pm 0,07\%$). Karakter panjang batang ekor tertinggi ditunjukkan pada perlakuan 4 ($8,29 \pm 0,88\%$) dan terendah pada perlakuan 5 ($6,77 \pm 0,41\%$). Karakter panjang dasar sirip punggung

tertinggi ditunjukkan pada perlakuan 4 ($42,15 \pm 0,56\%$) dan terendah pada perlakuan 3 ($38,23 \pm 0,71\%$).

Karakter panjang sirip dada tertinggi terlihat pada perlakuan 2 ($22,25 \pm 0,60\%$) dan terendah pada perlakuan 4 ($17,77 \pm 1,52\%$). Karakter panjang sirip perut tertinggi terlihat pada perlakuan 1 ($17,67 \pm 0,89\%$) dan terendah pada perlakuan 4 ($8,34 \pm 0,47\%$). Karakter panjang sirip anal tertinggi terlihat pada perlakuan 5 ($17,05 \pm 0,40\%$) dan terendah pada perlakuan 3 ($15,90 \pm 0,12\%$). Karakter panjang sirip ekor tertinggi terlihat pada perlakuan 3 ($22,12 \pm 0,66\%$) dan terendah pada perlakuan 4 ($18,94 \pm 0,59\%$). Karakter tinggi kepala tertinggi terlihat pada perlakuan 1 ($22,94 \pm 0,27\%$) dan terendah pada perlakuan 2 ($22,33 \pm 0,25\%$). Sedangkan, untuk karakteristik tinggi batang ekor tertinggi terlihat pada perlakuan 5 ($11,51 \pm 0,16\%$) dan terendah pada perlakuan 2 dan 3 ($10,28 \pm 0,09\%$).

Pada Tabel 2 terlihat adanya perbedaan ukuran dari masing-masing karakter morfometrik benih ikan nila. Hal ini diduga diakibatkan oleh komposisi pakan pada setiap perlakuan yang berbeda. Pakan mikrokapsul yang dikonsumsi diindikasikan mempengaruhi pembentukan biologis morfometrik ikan nila yang dipelihara. Hal tersebut sependapat dengan pernyataan dari Nederlof *et al.* (2022) yang menegaskan bahwa pembentukan faktor biologis pada ikan turut dipengaruhi oleh respon fisiologisnya terhadap pakan yang dikonsumsi.

Tabel 2. Hasil transformasi karakteristik morfometrik ikan nila

Table 2. Transformation results of morphometric characteristics tilapia

Karakter Morfometrik (Morphogenetic Characters)	Perlakuan (Treatment)				
	1	2	3	4	5
PT (%)	100±0,00	100±0,00	100±0,00	100±0,00	100±0,00
PS (%)	78,72±0,10	78,77±0,81	78,39±0,45	81,40±0,40	81,37±0,72
PK (%)	30,61±0,21	29,03±0,26	28,87±0,05	29,13±0,07	29,44±0,94
PM (%)	8,81±0,17	8,00±0,31	7,69±0,17	7,86±0,27	7,44±0,32
DM (%)	8,90±0,12	8,26±0,07	8,41±0,09	8,77±0,07	8,94±0,22
PBE (%)	7,77±0,16	7,59±0,23	7,68±0,14	8,29±0,88	6,77±0,41
PDSP (%)	39,25±0,45	38,69±1,10	38,23±0,71	42,15±0,56	41,02±0,49
PSD (%)	21,75±0,91	22,25±0,60	22,10±0,95	17,77±1,52	19,52±0,48
PSP (%)	17,67±0,89	17,40±0,39	16,94±0,56	8,34±0,47	13,75±2,06
PSA (%)	16,41±0,80	16,49±0,45	15,90±0,12	16,62±1,06	17,05±0,40
PSE (%)	21,47±0,50	21,74±0,64	22,12±0,66	18,94±0,59	20,01±0,62
TK (%)	22,94±0,27	22,33±0,25	22,65±0,39	22,66±0,18	22,54±0,68
TBE (%)	10,90±0,10	10,28±0,09	10,28±0,09	10,71±0,41	11,51±0,16

Keterangan : Panjang Total (PT); Panjang Standar (PS); Panjang Kepala (PK); Panjang Moncong (PM); Diameter Mata (DM); Panjang Batang Ekor (PBE); Panjang Dasar Sirip Punggung (PDSP); Panjang Sirip Dada (PSD); Panjang Sirip Punggung (PSP); Panjang Sirip Anal (PSA); Panjang Sirip Ekor (PSE); Tinggi Kepala (TK) dan Tinggi Batang Ekor (TBE)

Description: 1. Total Length (PT); 2. Standard Length (PS); 3. Head Length (PK); 4. Snout Length (PM); 5. Eye Diameter (DM); 6. Tail Stem Length (PBE); 7. Dorsal Fin Base Length (PDSP); 8. Pectoral Fin Length (PSD); 9. Dorsal Fin Length (PSP); 10. Anal Fin Length (PSA); 11. Tail Fin Length (PSE); 12. Head Height (TK); 13. Tail Stem Height (TBE)

Soeprapto *et al.* (2020), menyatakan bahwa penggunaan pakan mikrokapsul dapat meningkatkan pertumbuhan ikan karena kandungan proteinnya dapat dicerna secara optimal. Setyabudi *et al.* (2020), juga menegaskan bahwa penerapan metode enkapsulasi probiotik pada pakan mampu memberikan peningkatan signifikan terhadap performa pertumbuhan ikan dibandingkan pakan tanpa enkapsulasi. Selanjutnya, Heriansah *et al.* (2023), menjelaskan bahwa morfologi ikan dipengaruhi pula oleh faktor lingkungan. Agustina *et al.* (2023), mengungkapkan bahwa akumulasi perubahan kondisi lingkungan yang masuk ke dalam tubuh ikan dapat memengaruhi ukuran dan bentuk tubuh, mulai dari tinggi badan hingga panjang sirip.

Beberapa penelitian mengenai pengukuran morfometrik ikan nila hasil budidaya umumnya dilakukan pada ikan berukuran besar. Penelitian Ariyanto *et al.* (2011), yang melihat morfometrik pada beberapa varietas ikan nila (*O. niloticus*) yang merupakan koleksi dari masyarakat pembudidaya dengan ukuran panjang berkisar antara 6-10 cm menyimpulkan bahwa tingkat kekerabatan atau kemiripan antar varietas dapat dilihat melalui bentuk tubuh ikan. Penelitian Ikpeme *et al.* (2017), yang melakukan penilaian variasi morfologi populasi ikan nila liar dan hasil budidaya dalam kategori matang gonad berhasil mengungkap adanya variasi morfologi. Penelitian Makeche *et al.* (2022), yang melakukan penilaian pengukuran morfometrik pada sampel ikan nila hasil budidaya memiliki indeks kemiripan dan tingkat keberagaman yang cukup tinggi. Sedangkan, penelitian Kwikiriza *et al.* (2023), melihat variasi morfometrik ikan nila lokal dengan kategori matang gonad yang dikoleksi dari tempat budidaya yang berbeda didapatkan hasil bahwa terlihat adanya variasi morfologi pada populasi ikan nila berdasarkan pengukuran terhadap karakter morfometrik.

Pola Pertumbuhan

Hasil pengukuran pola pertumbuhan ikan nila menunjukkan bahwa seluruh perlakuan menghasilkan pola pertumbuhan alometrik negatif, yang berarti pertambahan panjang ikan lebih cepat dibandingkan pertambahan beratnya, dengan nilai b berada pada kisaran 1,2850-1,7662 (Gambar 2).

Hasil di atas mengindikasikan pemberian pakan mikrokapsul memberikan pengaruh sama terhadap pola pertumbuhan ikan nila, yaitu alometrik negatif. Hal tersebut berkaitan dengan jenis pakan yang diberikan yakni mikrokapsul dapat tercerna baik ke dalam tubuh ikan nila. Karimah *et al.* (2018), mengemukakan jenis serta kualitas pakan yang diberikan merupakan salah satu faktor yang memengaruhi pertumbuhan ikan. Ransum pakan dengan keseimbangan energi dan protein yang sesuai dapat mendukung pertumbuhan ikan secara

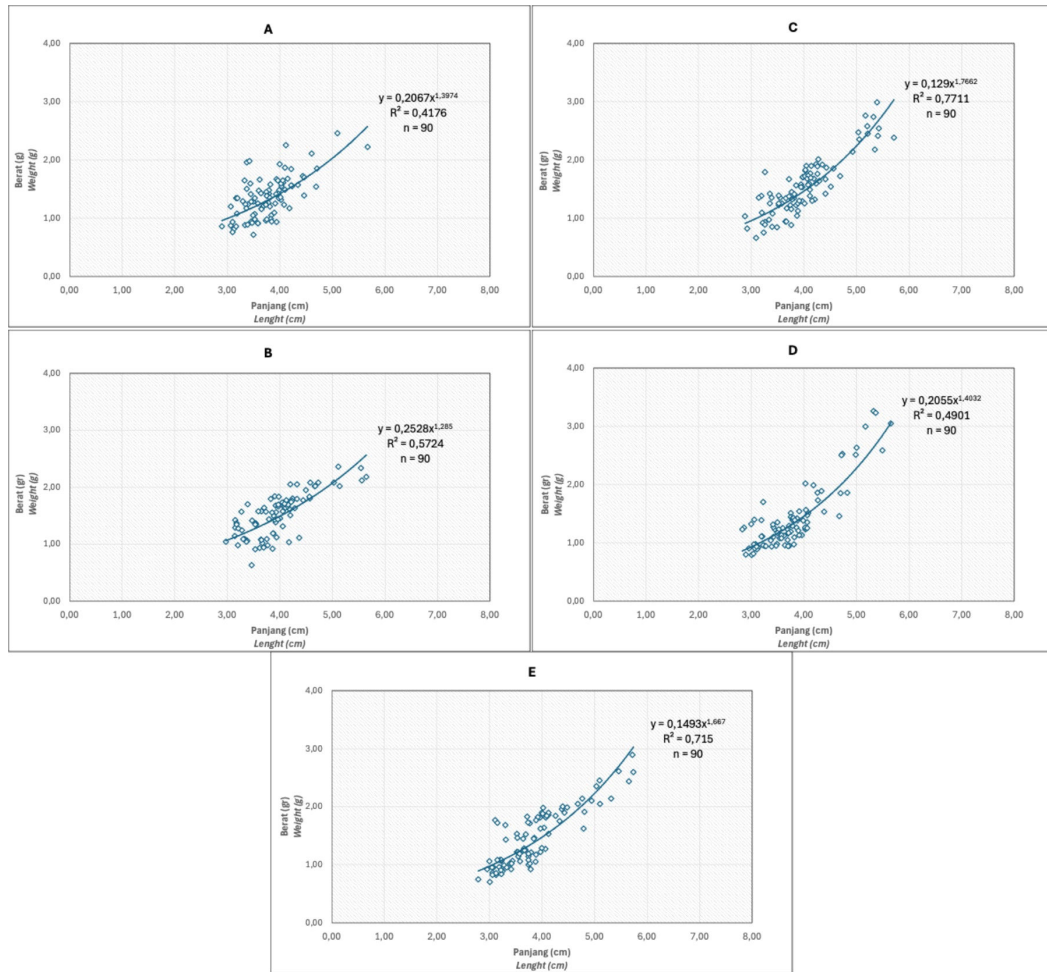
optimal. Alisha *et al.* (2024), berpendapat bahwa kandungan nutrisi pakan dan jumlah pakan yang dikonsumsi akan memengaruhi pertumbuhan. Dalam penelitian ini, jenis inklusi sumber protein yang digunakan terdiri atas hewani dan nabati, yang mana keduanya memberikan pengaruh yang sama dalam pembentukan pola pertumbuhan ikan nila.

Taqwdasbriliani *et al.* (2013), menyebutkan bahwa pakan berbahan nabati umumnya kurang mudah dicerna dibandingkan pakan berbahan hewani, karena kandungan serat kasarnya yang tinggi serta dinding selnya yang kuat dan sulit diuraikan. Munaeni *et al.* (2014), juga menyebutkan penerapan mikroenkapsulasi pada pakan diketahui dapat meningkatkan kelangsungan hidup, pertumbuhan dan imunitas. Sejalan dengan pendapat tersebut diatas, menurut Soeprapto *et al.* (2022), menunjukkan hasil penelitian pemberian pakan mikrokapsul dengan frekuensi berbeda dapat meningkatkan pertumbuhan ikan nila.

Yulia *et al.* (2023), menjelaskan terkait cacing *Tubifex* diketahui mudah dicerna dan diserap oleh dinding usus ikan. Fahmi *et al.* (2009), menjelaskan bahwa *Maggot* baik digunakan sebagai pakan bagi ikan pada tahap benih dikarenakan memiliki kandungan nutrisi yang cukup tinggi. Rosid *et al.* (2019), *Spirulina* dapat memberikan rangsangan nafsu makan sehingga dapat memengaruhi percepatan pertumbuhan pada ikan. Begitu pula yang disampaikan oleh Yulita (2015), bahwa *Chlorella* memberikan nutrisi yang cukup untuk perkembangan dan pertumbuhan dari ikan.

Penelitian yang dilakukan oleh Adi dan Suryana (2023), mendapatkan hasil pola pertumbuhan ikan nila pada fase pendederan bernilai alometrik negatif. Lebih lanjut dijelaskan pola pertumbuhan ikan juga dipengaruhi ketersediaan pakan selama pemeliharaan. Hal tersebut berkaitan juga dengan jumlah pemberian pakan dan energi yang dikeluarkan ikan untuk pertumbuhan dan mobilitas. Liswahyuni *et al.* (2021), dari hasil penelitiannya menunjukkan pola pertumbuhan ikan lele yang dipelihara pada sistem budidaya ikan dalam ember (budikdamber) memiliki kategori alometrik negatif. Hal serupa juga dilakukan oleh Faqihudin *et al.* (2020), menyebutkan bahwa ikan nila hasil tangkapan menunjukkan pola pertumbuhan alometrik negatif pada semua titik lokasi penangkapan.

Menurut Panca *et al.* (2023), pakan berperan sebagai sumber energi sekaligus kebutuhan utama dalam kegiatan budidaya, yang sangat memengaruhi laju pertumbuhan ikan. Namun, hanya sekitar 25% dari pakan yang dapat dikonversi menjadi hasil produksi, sementara sisanya terbuang sebagai limbah. Oleh karena itu, pemberian pakan mikrokapsul diduga menjadi salah satu faktor yang



Gambar 2. Pola pertumbuhan ikan nila setiap perlakuan; (A) Pola pertumbuhan perlakuan 1, (B) Pola pertumbuhan perlakuan 2, (C) Pola pertumbuhan perlakuan 3, (D) Pola pertumbuhan perlakuan 4, dan (E) Pola pertumbuhan perlakuan 5

Figure 2. Growth patterns of tilapia for each treatment; A) Growth pattern of treatment 1, (B) Growth pattern of treatment 2, (C) Growth pattern of treatment 3, (D) Growth pattern of treatment 4, and (E) Growth pattern of treatment 5

Tabel 3. Kualitas air akuarium pemeliharaan

Table 3. Aquarium water quality

Parameter (Parameter)	Perlakuan (Treatment)					Baku Mutu (Quality Standard)
	1	2	3	4	5	
Suhu (°C) (Temperature) (°C)	25,1-29,6	25,1-29,5	25,2-29,6	25,3-29,4	25,3-29,5	25-30 (SNI 6141:2009)
DO (mg L ⁻¹) DO (mg L ⁻¹)	5,1-6,7	5,1-6,8	5,1-6,7	5,2-6,8	5,1-6,7	> 5 (SNI 6141:2009)
pH (pH)	7,42-8,14	7,52-8,10	7,51-8,07	7,46-8,11	7,45-8,09	6,5-8,5 (SNI 6141:2009)
Amonia (mg L ⁻¹) (Ammonia) (mg L ⁻¹)	0,01-0,12	0,01-0,10	0,01-0,16	0,01-0,14	0,01-0,17	≤ 2 (PP No. 22 Tahun 2021)

mendorong pertambahan panjang lebih cepat dibandingkan pertambahan berat pada proses pertumbuhan benih ikan nila. Kondisi tersebut diduga terkait dengan kandungan protein pada pakan tiap perlakuan, yang berpengaruh terhadap proses pertumbuhan dan lebih menstimulasi pertambahan panjang benih ikan nila dibandingkan peningkatan beratnya. Pendapat tersebut sesuai dengan pandangan dari Nurhayati *et al.* (2016), bahwa perubahan bobot serta morfologi ikan selama fase pertumbuhan umumnya menghasilkan pola pertumbuhan non-isometrik, yang ditandai dengan laju pertambahan panjang lebih cepat atau sebaliknya bobot yang meningkat lebih pesat.

Kualitas Air Media Pemeliharaan

Hasil pengukuran parameter kualitas air pada media pemeliharaan ikan nila disajikan pada Tabel 3. Seluruh parameter kualitas air yang diamati memenuhi standar baku mutu, yaitu SNI Nomor 6141:2009 untuk suhu, oksigen terlarut, dan pH, serta PP No. 22 Tahun 2021 untuk amonia. Dengan demikian, kualitas air selama pemeliharaan dapat dikategorikan optimal dan sesuai untuk kegiatan budidaya ikan nila..

KESIMPULAN

Karakteristik morfometrik ikan nila yang diberi pakan mikrokapsul inklusi berbeda menunjukkan hasil transformasi yang bervariasi. Uji regresi linear sederhana menunjukkan hasil pola pertumbuhan ikan nila pada semua perlakuan bersifat alometrik negatif yang berarti pertambahan panjang lebih cepat dibandingkan dengan pertambahan berat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada Christian Maikel Eman, S.IK., M.Sc. selaku Kepala BPBAT Tatelu beserta jajaran atas izin, semangat dan dukungannya.

DAFTAR ACUAN

Adi, C. P., & A. Sunarya (2023). Pola pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) di fase pendederan. *Knowledge: Jurnal Inovasi Hasil Penelitian dan Pengembangan*, 3(2), 147-158.

Adibrata, S., A. Gustomi, A., & A. F. Syarif. (2021). Pola pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada keramba jaring tancap kolam tanah dengan pemberian pakan berupa pellet di Desa Balunujuk, Bangka Belitung. *Jurnal Pelagius*, 2(3), 157-166.

Agustina, D., E. Nursaadah., & A. Ruyani, A. (2023). Morfometrik ikan cere (*Gambusia affinis*) dan ikan putian (*Rasbora argyroteaeni*) yang terpapar merkuri di Sungai Tambang Saweak Kabupaten Lebong. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 11(1), 551-560.

Alisha, A. Z., E. Nursaadah., Nirwana., A. P. Yani., L. Hakim, L., & Sutarno. (2024). Pengaruh pakan limbah jeroan ikan nila dan limbah tomat terhadap pertumbuhan serta kadar protein maggot BSF (*Hermetia illucens*). *BIOEDUSAINS: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*, 7(1), 91-102. DOI : 10.31539/bioedusains.v7i1.9542.

Ariyanto, D., N. Listiyowati, N., & Imron. (2011). Analisis truss morfimetrik beberapa varietas ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Riset Akuakultur*, 6(2), 187-196.

Badan Standardisasi Nasional. (2009). Standar Nasional Indonesia Nomor 6141-2009 tentang produksi benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*) kelas benih tebar. BSSN. Jakarta.

Effendie, M. I. (2002). *Biologi Perikanan*. Yogyakarta: Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta.

Ernita., Munawir., R. Faumi., Y. Akmal., Muliari., & I. Zulfahmi, I. (2020). Perbandingan secara anatomi insang ikan keureling (*Tor tambroides*), ikan mas (*Cyprinus carpio*) dan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Veteriner*, 21(2): 234-246.

Fahmi, M. R., S. Hem, S., & I W. Subamia, I. W. (2009). Potensi maggot untuk peningkatan pertumbuhan dan status kesehatan ikan. *Jurnal Riset Akuakultur*, 4(2), 221-232.

Faqihudin, M. S., Aditio., & J. M. Abdillah, J. M. (2020). Nisbah kelamin dan pola pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dan ikan sepat rawa (*Trichopodus trichopterus*) berdasarkan hasil tangkapan di Sungai Elo, Magelang. *Prosiding Seminar Nasional MIPA Kolaborasi*, 2(1), 144-148.

Heriansah., A. Kabangnga, A., N. F. Nursida, N. F., Renal., & M. I. Alfarifdi, M. I. (2023). Coculture of aquatic animals and paddy in brackish water: Evaluation of the growth of daily growth and morphometrics of tilapia (*Oreochromis niloticus*) as a fed species. *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 10(3), 226-234.

Ikpeme, E. V., E. E. Ekerette., E. E., O. U. Udensi., O. U., & M. O. Ozoje, M. O. (2017). Assessment of morphological variation in wild and cultured populations of tilapia fish (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Advances in Biology & Biotechnology*, 13(2), 1-10.

Iskandar, A., R. S. Islamay, R.S., & Y. Kasmono, Y. (2021). Optimalisasi pembenihan ikan nila merah nilasa *Oreochromis* sp. di UKBAT Cangkringan, Yogyakarta. *Jurnal Ilmu Perikanan*, 12(1), 29-37.

Karimah, U., I. Samidjan., I., & Pinandoyo. (2018). Performa pertumbuhan dan kelulushidupan ikan nila gift (*Oreochromis niloticus*) yang diberi jumlah

- pakan yang berbeda. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 7(1), 128-135.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2023. *Laporan Kinerja Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya Tahun 2023*. KKP. Jakarta.
- Kwikiriza, G., M. J. Yegon., M. J., N. Byamugisha, N., A. Beingana, A., F. Atukwatse, F., A. Barekye., A., J. K. Nattabi, J. K., & H. Meimberg, H. (2023). Morphometric variations of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) (Linnaeus, 1758) local strains collected from different fish farms in South Western Highland Agro-Ecological Zone (SWHAZ), Uganda: Screening Strains for Aquaculture. *Journal of Fishes*, 8(4), 217.
- Liswahyuni, A., Mapparimeng., & Q. Ayyun, Q. (2021). Tingkat kelangsungan hidup dan pola pertumbuhan bibit ikan lele (*Clarias gariepinus*) dalam kepadatan yang berbeda pada sistem budikdamber. *Tarjih Fisheries and Aquatic Studies*, 1(2), 051-059.
- Makeche, M. C., T. Nhiwatiwa, T., J. Ndebe, J., M. Mulavu, M., C. S. Khumalo., C. S., E. Simulundu, E., K. Changula, K., S. Chitanga, S., B. Mumemba, B., & W. Muleya, W. (2022). Characterisation of *Oreochromis niloticus* fish species of Lake Kariba, Zambia, using morphological, meristic and genetic methods. *Aquaculture, Fish and Fisheries*, 2(2), 116-129.
- Munaeni, W., M. Yuhana, M., & Widanarni. (2014). Effect of micro-encapsulated synbiotic at different frequencies for luminous vibriosis control in white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Microbiology*, 8(2), 73-80. doi: 010.5454/mi.8.2.5.
- Nederlof, M. A., M. C. Verdegem, M. C., A. C. Smaal, A. C., & H. M. Jansen, H. M. (2022). Nutrient retention efficiencies in integrated multi trophic aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, 14(3), 1194-1212.
- Nurhayati., Fauziyah., & S. M. Bernas, S. M. (2016). Hubungan panjang-berat dan pola pertumbuhan ikan di muara Sungai Musi Kabupaten Banyuasin Sumatera Selatan. *Maspari Journal*, 8(2), 111-118.
- Panca, A., & N. E. Wijayanti, N. E., & Uspar. (2023). Pola pertumbuhan ikan lele (*Clarias gariepinus*) yang dibudidayakan di kolam dengan pemberian pakan yang berbeda. *Tarjih Fisheries and Aquatic Studies*, 3(1), 10-22.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Kementerian Sekretariat Negara Republik Indonesia. Jakarta.
- Putranti, G. P., Subandiyono., & 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), 38-45.
- Rezki, W. Y., M. Istyadi, M., & R. 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), 714-719.
- Rosid, M. M., I. A. Yusanti, I. A., & D. Mutiara, D. (2019). Tingkat pertumbuhan dan kecerahan warna ikan komet (*Carassius auratus*) dengan penambahan konsentrasi tepung *Spirulina* sp pada pakan. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan*, 14(1), 37-45.
- Sadarmann., E. Irawati, Hidayati, Bahauddin., A. Pandra, A., N. Qomariyah, N., T. Wahyono., T., D. N. Adli, D. N., A. Ilrawan, I., Rahman., & M. J. Adegbeye, 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), 591-598.
- Schindler, I., & Schmidt, J. (2006). Review of the mouthbrooding Betta (*Teleostei, Osphronemidae*) from Thailand, with descriptions of two new species. *Zeitschrift fur Fischkunde*, 8, 47-69.
- Setyabudi, I. S., E. Harpeni, E., & Wardiyanto. (2020). Improvement in the growth performance of tiger grouper *Ephinepelus fuscoguttatus* (Forsskal, 1775) by probiotic microcapsules, *Bacillus* sp. D2.2. *Jurnal AQUASAINS: Ilmu Perikanan dan Sumberdaya Perairan*, 8(2), 853-860.
- Soeprapto, H., B. D. Madusari, B. D., & A. Fataray, A. (2022). Effectiveness microkapsul feed enriched maggot flour (*Hermetia illucens*) on the growth of saline tilapia (*Oreochromis niloticus*) to increase people's income. *Budapest International Research and Critics Institute-Journal*, 5(1), 5917-5924.
- Soeprapto, H., H. Pranggono, H., & F. M. Ridwan, F. M. (2020). Application of microcapsules food with different dosage to support the growth of fish cory seed (*Channa striata*). *Paper IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 755 (2021) 012053. doi:10.1088/1755-1315/755/1/012053.
- Sukardi, P., T. Winanto., T. Hartoyo., T. B. Pramono., T. B., & E. S. Wibowo, E. S. (2014). Mikroenkapsulasi protein sel tunggal dari berbagai jenis mikroalga. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 13(2), 115-119.

- Syahrul, S., & Dewita. 2016. Suplemen makanan kesehatan (*health food*) bernutrisi tinggi dari *Chlorella* dan minyak ikan patin. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 19(3): 251-255.
- Taqwadasbriliani, E. B., J. Hutabarat, J., & E. Arini, E.. (2013). Pengaruh kombinasi enzim papain dan enzim bromelin terhadap pemanfaatan pakan dan pertumbuhan ikan kerapu macan (*Epinephelus fuscugottatus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 2(3), 76-85.
- Utomo, N. B. P., F. Rahmatia, F., & S. Metiawati, S. (2012). Penggunaan *Spirulina platensis* sebagai suplemen bahan baku pakan ikan nila *Oreochromis niloticus*. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 11(1), 49-53.
- Yulia, V. E., F. Rebhung, F., & A. Y. H. Lukas, A. Y. H. (2023). Pola pertumbuhan benih ikan patin (*Pangasius* sp.) yang diberi pakan kombinasi pelet dan tepung cacing sutra (*Tubifex* sp.). *Jurnal Aquatik*, 6(1), 24-30.
- Yulita, E. (2015). Substitusi *Chlorella vulgaris* hasil isolasi dari limbah cair industri karet sebagai pakan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, 26(2), 131-138.
- Zaidin, M. Z., J. Irwan, J., Effendy., Kadir, S. (2013). Sintasan larva rajungan (*Portunus pelagicus*) stadia megalopa melalui kombinasi pakan alami *Artemia salina* dan *Brachionus plicatilis*. *Jurnal Mina Laut Indonesia*, 2(1), 112-121.