

**TINGKAT KECERNAAN IKAN BANDENG (*Chanos chanos*)
YANG DIBERI PAKAN DENGAN KOMBINASI TEPUNG KEDELAI
(*Glycine max*) DAN TEPUNG ANGGUR LAUT (*Caulerpa* sp.)**

*DIGESTIBILITY LEVEL OF MILKFISH (*Chanos chanos*) FED WITH A COMBINATION OF
SOYBEAN MEAL (*Glycine max*) AND SEAGRAPE MEAL (*Caulerpa* sp.)*

Wellem H. Muskita^{1*}, Sarna², Rizky, H. Thoyba², Agus Kurnia¹, Hamsah³

¹Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Halu Oleo,
Kendari, Indonesia.

²Alumni Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Halu
Oleo, Kendari, Indonesia.

³Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Makassar,
Indonesia.

Corresponding author*) Email: wmuskita@gmail.com

Diterima: 18 Desember 2025 ; Disetujui 30 Januari 2026

ABSTRAK

Penelitian bertujuan untuk menguji pencernaan pakan juvenil ikan bandeng ($0,8 \pm 0,1$ g) dengan substitusi tepung kedelai (TK) dan tepung *Caulerpa* sp. (TC) menggunakan RAL 4 perlakuan (0-75% TC). Parameter yang diukur mencakup tingkat pencernaan protein, pencernaan total, pertumbuhan mutlak, dan laju pertumbuhan harian. Pengumpulan feses dilakukan dengan metode penyiponan, kemudian kadar protein dan Cr_2O_3 dianalisis menggunakan spektrofotometer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Kecernaan protein optimal $69,56 \pm 2,74\%$ pada 25% TC ($P=0,002$), pencernaan total tertinggi $28,19 \pm 1,08\%$ pada 100% TK ($P=0,003$), dan pertumbuhan ikan bandeng tidak berbeda nyata ($P>0,05$). Substitusi 25% tepung *Caulerpa* dalam pakan. direkomendasikan untuk pencernaan protein optimum ikan bandeng.

Kata kunci: Kecernaan, ikan bandeng, tepung kedelai, tepung anggur laut, *Caulerpa* sp

ABSTRACT

The research aims to test the digestibility of juvenile milkfish (0.8 ± 0.1 g) feed with the substitution of soybean meal (SBM) and *Caulerpa* meal. (CM) using a completely randomized design (CRD) with 4 treatments (0-75% CM). The parameters measured include protein digestibility, total digestibility, absolute growth, and daily growth rate. Fecal collection was performed using the siphoning method, and then the protein and Cr_2O_3 levels were analyzed using a spectrophotometer. The research results show that optimal protein digestibility is $69.56 \pm 2.74\%$ at 25% CM ($P=0.002$), the highest total digestibility is $28.19 \pm 1.08\%$ at 100% SBM ($P=0.003$), and the growth of milkfish is not significantly different ($P>0.05$). Substitution of 25% *Caulerpa* meal in diet is recommended for optimal protein digestibility in milkfish.

Keywords: Digestibility, milkfish, soybean meal, seagrass meal, *Caulerpa* sp.

1. Pendahuluan

Ikan bandeng (*Chanos chanos*) adalah komoditas perikanan yang dapat hidup dengan baik di air laut maupun air payau (Yulistyaningsih *et al*, 2020). Ikan bandeng memiliki berbagai keunggulan dibandingkan jenis ikan budidaya lainnya, antara lain kemampuan beradaptasi dan tumbuh optimal pada

tambak tradisional maupun sistem polikultur, ketahanan yang tinggi terhadap serangan penyakit, serta siklus panen yang relatif singkat sehingga memungkinkan dua kali pemanenan dalam setahun. Selain itu, harga jual ikan bandeng cenderung stabil dengan tingkat penyerapan pasar yang tinggi,

sehingga memberikan prospek ekonomi yang baik bagi pembudidaya (Afwah *et al*, 2021).

Pakan yang baik memiliki kandungan protein, lemak, karbohidrat, vitamin dan mineral. Kebutuhan nutrisi tersebut digunakan oleh ikan bandeng sebagai sumber energi untuk pertumbuhan dan reproduksi. Secara alami, ikan bandeng tidak dapat mensintesis protein dan asam amino dengan sendirinya di dalam tubuh, begitu pula senyawa anorganik. Oleh karena itu, asupan protein dari luar dalam bentuk pakan buatan sangat dibutuhkan agar ikan bandeng dapat tumbuh lebih cepat dengan diberi pakan pellet dengan kadar protein 25-35% (Muneer *et al*, 2021)

Bahan pakan sumber protein yang umum digunakan adalah tepung ikan (sumber protein hewani) dan tepung kedelai (sumber protein nabati). Sampai saat ini, sumber protein nabati utama dan terbaik dalam produksi pakan ikan adalah tepung kedelai. Namun, tepung kedelai sebagai bahan pakan ini masih impor dan harganya relatif mahal.

Kedelai (*Glycine max*) merupakan komoditas strategis di Indonesia, menempati posisi penting setelah beras dan jagung. Pemerintah memberikan perhatian khusus terhadap komoditas ini dalam kebijakan pangan nasional, mengingat perannya yang signifikan sebagai sumber protein nabati. Selain itu, kedelai merupakan sumber lemak, mineral dan vitamin serta dapat diolah menjadi berbagai makanan seperti tahu, tempe, tauco, kecap dan susu (Grace, *et al*. 2021). Kadar protein biji kedelai lebih kurang 35%, karbohidrat 35%, dan lemak 15%. Selain tinggi protein, kedelai juga sebagai sumber lemak, mengandung mineral seperti fosfor (P), zat besi (Fe) dan kalsium (K), vitamin terutama A, B kompleks, dan E serta sumber isoflavon (Hapsari *et al*, 2022). Tepung kedelai memiliki kandungan protein yang tinggi, mencapai 37,7%.

Salah satu bahan nabati yang berpotensi atau minimal mengurangi penggunaan tepung kedelai adalah tepung *caulerpa* sp. Anggur laut (*Caulerpa* sp.) berpotensi sebagai bahan baku pakan karena memiliki berbagai keunggulan, diantaranya kandungan nutrisi yang tinggi dengan kadar protein 12.88-30.03%, karbohidrat 27.20-48.10% dan lemak 0.30-2.64% (Ilhamdy, 2021, Arfini *et al*, 2022; Kasmianti *et al*, 2022).

Selain memiliki kandungan nutrisi yang cukup tinggi, rumput laut *caulerpa* sp. juga mempunyai senyawa metabolit sekunder yang cukup banyak. Metabolit sekunder yang dihasilkan dari *caulerpa* sp. adalah glycolipid dan kelompok enol. Kandungan lainnya adalah α -1-gliceryl-D-mannoside-4-amonium yang digunakan sebagai antihelmintic (zat pembunuh cacing) dan alkaloid yang digunakan sebagai penurun tekanan darah Rumput laut *Caulerpa* sp. merupakan bahan pangan yang kaya akan protein dan asam amino seperti L-Glutamic acid, L-

Asparagine, L-Serine, L-Glycine, L-Threonine, L-Alanine, L-Leucine, L-Valine, dan L-Lysine; kaya serat larut maupun tidak larut serta rendah lemak (Ilhamdy, 2021, Arfini *et al*, 2022; Kasmianti *et al*, 2022; Yoga *et al*, 2022).

Beberapa penelitian terkait dengan pemanfaatan rumput laut *Caulerpa* sp. sebagai bahan baku pakan diantaranya adalah penggunaan *caulerpa* pada pakan ikan nila, yang menunjukkan bahwa dengan penambahan tepung *caulerpa* hingga 20% dalam pakan memberikan hasil yang tidak berbeda nyata dengan kontrol terhadap pertumbuhan (Putri, 2017). Samsudin *et al*. (2016) melaporkan bahwa ikan gurame mampu mencerna pakan dengan bahan baku *caulerpa* sp. lebih tinggi dibandingkan jenis rumput lain seperti *E. spinosum*, *E. cottonii* dan *Sargassum* sp. dengan nilai pencernaan total, protein, lemak dan energi masing-masing sebesar 73.26%, 75.26%, 78.52% dan 74.21%.

Selain kandungan nutrisi, kualitas pakan sangat ditentukan pada nilai pencernaan oleh organisme budidaya. Semakin tinggi nilai pencernaan bahan pakan (pencernaan protein dan pencernaan total) oleh ikan maka semakin tinggi kualitas pakan tersebut, pencernaan yang tinggi dari pakan yang diberikan kepada ikan maka mengakibatkan dua keuntungan sekaligus. Pertama, ikan dapat memanfaatkan dan menyerap pakan yang lebih banyak untuk digunakan sebagai energi untuk mempercepat pertumbuhannya. Kedua, pakan yang dicerna lebih banyak di dalam tubuh mengakibatkan buangan ke lingkungan perairan budidaya berupa sisa metabolisme (feses dan urin) yang mengandung amoniak menjadi lebih sedikit. Hal ini berakibat pada keamanan lingkungan perairan dari polutan sisa metabolisme.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat pencernaan ikan bandeng (*Chanos chanos*) yang diberi pakan dengan kombinasi tepung kedelai (*Glycine max*) dengan tepung anggur laut (*Caulerpa* sp.).

2. Metode Penelitian

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama 45 hari (Juli - Agustus 2023) di Laboratorium Unit Pembenihan dan Produksi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan (FPIK) Universitas Halu Oleo (UHO). Analisis proksimat dan kadar protein feses dilakukan di Laboratorium Produktivitas Lingkungan Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Halu Oleo, Kendari. Sedangkan analisis kadar Cr_2O_3 dilakukan di Laboratorium Nutrisi FKIP, IPB Bogor.

Hewan Uji

Hewan uji yang digunakan dalam penelitian ini yaitu nener bandeng (*Chanos chanos*) yang diperoleh

dari petani tambak di Desa Ranooha Raya, Kecamatan Moramo Kabupaten Konawe Selatan, Sulawesi Tenggara. Bobot awal diupayakan sama yakni $0,80 \pm 0,1$ g dengan kepadatan 7 ekor/wadah.

Pakan Uji

Pakan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah pakan buatan berbentuk pelet dengan protein target 35%. Formulasi pakan uji disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Formulasi Pakan Uji yang digunakan dalam Penelitian.

Bahan baku	Berat bahan yang digunakan (g) pada setiap perlakuan			
	A	B	C	D
Tepung Ikan Tembang	22	22	22	22
Tepung Kepala Udang	22	22	22	22
Tepung Kedelai	25	18,75	12,5	6,25
Tepung <i>Caulerpa</i> sp.	0	6,25	12,5	18,75
Tepung Jagung	11	11	11	11
Tepung Dedak Halus	11	11	11	11
Tepung Tapioka	4,5	4,5	4,5	4,5
Tepung Sagu	3	3	3	3
Minyak Ikan	0,5	0,5	0,5	0,5
Minyak Cumi	0,5	0,5	0,5	0,5
Cr ₂ O ₃	0,5	0,5	0,5	0,5
Top Mix*	0,5	0,5	0,5	0,5
Total	100,5	100,5	100,5	100,5

Pemeliharaan Hewan Uji dan Pemberian Pakan

Pemeliharaan ikan dilakukan selama 45 hari. Ikan dimasukkan kedalam bak fiber untuk proses adaptasi selama seminggu, selanjutnya ikan uji dimasukkan ke dalam 12 akuarium dengan kepadatan 7 ekor per akuarium. Selama pemeliharaan ikan diberi pakan 3 kali sehari yakni pada pukul 08.00, 13.00 dan 17.00 WITA secara *satiation* (sampai kenyang). Penyiponan dilakukan setiap hari agar sisa pakan maupun sisa metabolisme dapat dikeluarkan. Setelah proses penyiponan kemudian ditambahkan air laut baru dengan sejumlah air yang terbuang sewaktu penyiponan. Penimbangan bobot hewan uji dilakukan sebanyak 3 kali dalam 15 hari sekali yaitu diawal, pertengahan dan diakhir penelitian. Sehari sebelum penimbangan ikan uji dipuaskan terlebih dahulu agar bobot ikan yang ditimbang adalah tanpa pakan di dalam tubuhnya. Selanjutnya ikan ditimbang satu persatu dan dijadikan sebagai bobot awal ikan uji.

Sistem pemeliharaan dilakukan secara resirkulasi pada wadah akuarium dengan pengontrolan pada penampungan air. Pengukuran kualitas air meliputi suhu air menggunakan termometer dan salinitas menggunakan hand refraktometer. Pengukuran suhu, pH, salinitas dilakukan tiap hari, sedangkan DO dilakukan pada awal, tengah dan akhir penelitian.

Metode Pengumpulan Feses

Selama penelitian, ikan uji diberi pakan perlakuan 3 kali sehari dengan metode *ad satiation* (sekenyang-kenyangnya). Pengambilan feses ikan uji dimulai pada hari ke 3 dengan cara disipon menggunakan selang aerasi dan ditampung dalam wadah baskom berukuran sedang dan berwarna cerah. Feses yang diperoleh dimasukkan dalam botol film dan disimpan dalam freezer. Pengambilan feses dilakukan setiap 2 jam setelah pemberian pakan guna untuk mendapatkan feses dalam keadaan baik, untuk menghindari terbuangnya kandungan protein ataupun kandungan Cr₂O₃ dalam feses. Pengambilan feses dilakukan selama 20 hari hingga mendapatkan sampel yang mencukupi.

Sampel feses yang telah didapat dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 60°C selama 24 jam, bertujuan untuk menghilangkan kadar air pada feses dan menjaga kandungan protein dalam feses tidak rusak. Selanjutnya dilakukan analisis Cr₂O₃ pada feses menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 350 nm (Takeuchi, 1988). Pengukuran kandungan protein pada feses dan Cr₂O₃ menggunakan metode Takeuchi.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini didesain menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan yang diterapkan yakni dosis tepung kedelai (TK) dan tepung *Caulerpa* sp. (TC) pada pakan, yaitu:

Perlakuan A: 100% TK dan 0% TC

Perlakuan B: 75% TK dan 25% TC

Perlakuan C: 50% TK dan 50% TC

Perlakuan D: 25% TK dan 75% TC

Variabel yang Diamati

• Kecernaan

Kecernaan yang diukur adalah nilai kecernaan protein dan kecernaan total, dihitung menggunakan rumus (Watanabe, 1988; Ningsih et al., 2024) :

$$\text{Kecernaan nutrien} = 100 - \left(100 \frac{\sum(a \times b')}{\sum(a' \times b)} \right)$$

$$\text{Kecernaan total} = 100 - \left(100 \times \frac{a}{a'} \right)$$

Keterangan:

a = % Cr₂O₃ dalam pakan

a' = % Cr₂O₃ dalam feses

b = % Nutrien (Protein) dalam pakan

b' = % Nutrien (Protein) dalam feses

• **Pertumbuhan Mutlak**

Pertumbuhan mutlak dihitung berdasarkan bobot tubuh menggunakan rumus

$$PM = Wt - W_0$$

Keterangan :

PM : Pertumbuhan mutlak (g)

Wt : Biomassa ikan pada waktu t (g)

W₀ : Biomassa ikan pada awal penelitian (g)

• **Kualitas Pakan Uji**

Kualitas pakan uji dianalisa secara kimiawi meliputi analisis proksimat, kadar protein feses dan analisis kadar kromium oksida (Cr₂O₃).

Analisis Data

Keseluruhan data kecuali data kualitas air dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) pada taraf kepercayaan 95% dengan bantuan program SPSS For Windows Versi 16,0. Jika menunjukkan pengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji Duncan. Sementara data kualitas air dianalisis secara deskriptif.

3. Hasil dan Pembahasan

Analisis Proksimat Pakan Uji

Hasil analisis proksimat pakan kombinasi tepung kedelai dan tepung Caulerpa disajikan pada Tabel 2.

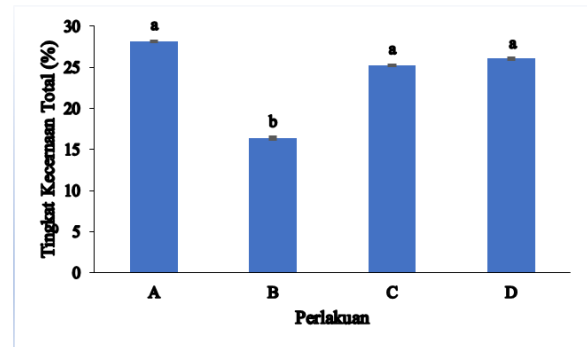
Tabel 2. Hasil Analisa Proksimat Pakan Uji

Parameter (%)	Perlakuan			
	A	B	C	D
Kadar Air	10,47	10,99	9,45	11,33
Protein	28,28	26,99	19,8	18,74
Lemak	9,1	7,92	7,17	5,9
BETN	43,66	45,01	54,22	54,43
Serat Kasar	6,69	3,96	11,07	8,91
Kadar Abu	8,49	9,09	9,36	9,61

Berdasarkan hasil analisis proksimat (Tabel 2), terlihat bahwa kadar protein tertinggi diperoleh pada perlakuan A sebesar 28,28% dan kadar protein semakin menurun seiring dengan meningkatnya penambahan tepung Caulerpa. Sebaliknya, BETN terendah diperoleh pada perlakuan A sebesar 43,66% dan BETN semakin meningkat seiring dengan meningkatnya penambahan tepung Caulerpa.

Tingkat Kecernaan Total

Hasil pengukuran tingkat kecernaan total ikan bandeng yang diberi pakan kombinasi tepung kedelai dan tepung Caulerpa selama 45 hari disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Tingkat Kecernaan Total Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) selama penelitian. A (100% TK); B (75% TK dan 25% TC); C (50% TK dan 50% TC); D (25% TK dan 75% TC). Huruf yang berbeda diatas histogram menunjukkan adanya perbedaan yang nyata antar perlakuan ($P < 0,05$).

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa pemberian pakan uji berpengaruh nyata terhadap tingkat kecernaan total ikan bandeng ($\text{sig} = 0,003 < 0,05$). Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa perlakuan A tidak berbeda nyata dengan perlakuan C dan D namun ketiganya berbeda nyata dengan perlakuan B. Tingkat kecernaan total ikan bandeng (*Chanos chanos*) tertinggi didapatkan pada perlakuan A yaitu sebesar 28,19±1,08%, diikuti oleh perlakuan D yaitu 26,09±2,26%, kemudian perlakuan C yaitu 25,24±2,12% dan terendah didapatkan pada perlakuan B yaitu 16,39±4,35%.

Tingginya kecernaan total pada perlakuan A (100% TK) disebabkan tidak adanya tepung Caulerpa dalam pakan sehingga tidak ada interaksi negatif dengan bahan pakan lain. Enzim pencernaan dapat bekerja secara langsung pada nutrisi tepung kedelai. Tepung kedelai memiliki serat kasar yang rendah, sehingga tidak memperlambat proses pencernaan atau menghalangi kerja enzim. Hal ini sesuai dengan pernyataan Adhitya et al. (2020), bahwa serat kasar rendah mempersingkat waktu transit pakan di saluran pencernaan, sehingga enzim lebih efektif memecah nutrisi. Hasil proksimat pakan (Tabel 2) juga terlihat kandungan karbohidrat (BETN) terendah diperoleh pada perlakuan A yaitu sebesar 43,66%. Sel tanaman Caulerpa memiliki dinding sel dari selulosa yang sulit untuk dicerna (Usman et al, 2019). Hal ini yang memungkinkan kecernaan total pada perlakuan B, C dan D lebih rendah dibandingkan perlakuan A karena adanya penambahan tepung caulerpa dalam pakan uji diketiga perlakuan tersebut.

Nilai kecernaan total yang diperoleh dalam penelitian ini lebih rendah dibandingkan dengan penelitian sebelumnya. Hamzah et al. (2021) yang menggunakan tepung daun kelor dalam pakan ikan bandeng melaporkan tingkat kecernaan total berkisar

antara 56,36–62,19%. Penelitian lain oleh Syam et al. (2021) yang menggunakan pakan berbasis tepung ampas biji kapuk pada juvenil ikan bandeng menunjukkan tingkat pencernaan total yang lebih tinggi, yaitu 90,49–92,48%. Selain itu, studi yang dilakukan oleh Ningsih et al. (2024) dengan menggunakan tepung ikan sapu-sapu (*Pterygoplichthys* sp.) sebagai bahan pakan memperoleh tingkat pencernaan total dalam rentang 42,29–45,93%.

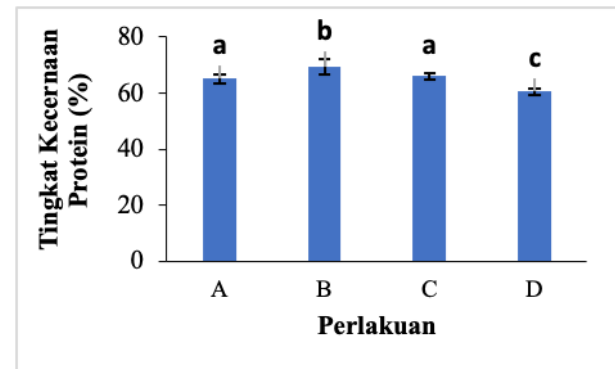
Rendahnya tingkat pencernaan total yang diperoleh pada penelitian ini diduga karena adanya tambahan kandungan serat yang tinggi yang terkandung dalam pakan, yang memperlambat proses pencernaan. Polisakarida kompleks seperti alginat dari rumput laut dapat meningkatkan viskositas pakan dalam saluran pencernaan, menghambat penyerapan protein dan lemak. Proporsi 75% tepung kedelai masih memberikan protein tinggi, tetapi serat dan senyawa aktif dari rumput laut dapat mengganggu penyerapan nutrisi optimal. Pakan yang berasal dari bahan nabati memiliki serat kasar yang sulit untuk dicerna karena memiliki dinding sel yang sulit untuk lisis dalam pencernaan ikan sehingga akan lebih sedikit dicerna dibandingkan dengan bahan hewani. Suryaningrum & Widiyanti (2018), menyatakan bahwa rumput laut jumlah kecil mungkin tidak cukup memberikan manfaat fungsional untuk mendukung pencernaan tetapi cukup untuk meningkatkan kompleksitas serat.

Kecernaan merupakan suatu evaluasi kuantitatif dari pemanfaatan pakan maupun komponen nutrisi serta cerminan dari tinggi rendahnya nilai manfaat dari bahan pakan. Kecernaan pakan merupakan jumlah bahan pakan yang dicerna oleh saluran pencernaan ikan (Nurhalisa et al., 2022). Kecernaan suatu pakan menggambarkan berapa persen nutrisi yang diserap oleh saluran pencernaan ikan. Semakin tinggi nilai pencernaan pakan maka semakin banyak nutrisi pakan yang dimanfaatkan oleh ikan tersebut (Syam et al. 2021). Tingkat pencernaan terhadap suatu jenis pakan bergantung pada kualitas pakan, komposisi bahan pakan, kandungan gizi pakan, jenis serta aktivitas enzim-enzim pencernaan pada sistem pencernaan ikan, ukuran dan umur ikan serta sifat fisik dan kimia perairan (Anggani et al. 2021).

Kecernaan suatu pakan menggambarkan berapa persen nutrisi yang dapat diserap oleh saluran pencernaan tubuh ikan, semakin besar nilai pencernaan suatu pakan maka semakin banyak nutrisi pakan yang dapat dimanfaatkan oleh ikan tersebut. Nilai nutrisi yang dapat diserap oleh tubuh dipengaruhi oleh berbagai hal seperti kualitas pakan dan jumlah pakan yang dikonsumsi, bila kualitas suatu pakan baik dan dikonsumsi dalam jumlah banyak maka semakin banyak nutrisi yang dapat diserap oleh saluran pencernaan ikan (Lestari et al, 2022).

Tingkat Kecernaan Protein

Hasil pengukuran tingkat pencernaan protein ikan bandeng yang diberi pakan kombinasi tepung kedelai dan tepung *Caulerpa* selama 45 hari disajikan pada Gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Grafik Tingkat Kecernaan Protein Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) selama penelitian. A (100% TK); B (75% TK dan 25% TC); C (50% TK dan 50% TC); D (25% TK dan 75% TC). Huruf yang berbeda diatas histogram menunjukkan adanya perbedaan yang nyata antar perlakuan ($P < 0,05$).

Hasil pengukuran tingkat pencernaan protein ikan bandeng (Gambar 2) tertinggi diperoleh pada perlakuan B yaitu sebesar $69,56 \pm 2,74\%$, diikuti oleh perlakuan C yaitu sebesar $66,04 \pm 1,21\%$, kemudian perlakuan A yaitu sebesar $65,12 \pm 1,68\%$, dan terendah didapatkan pada perlakuan D yaitu sebesar $60,54 \pm 1,15\%$. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa pemberian pakan uji berpengaruh nyata terhadap tingkat pencernaan protein ikan bandeng (*Chanos chanos*) dengan nilai signifikansi ($\text{sig} = 0,002 < 0,05$). Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa perlakuan B berbeda nyata dengan tiga perlakuan lainnya, demikian pula dengan perlakuan D, sementara perlakuan A dan C tidak berbeda nyata.

Tingginya tingkat pencernaan protein pada ikan bandeng yang diberi pakan dengan kombinasi 75% TK dan 25% TC (perlakuan B) sangat mungkin dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu proporsi tepung kedelai yang lebih dominan dengan kandungan protein yang tinggi (44–48%) sehingga mendukung ketersediaan protein dalam pakan. Tambahan rumput laut dalam jumlah sedang (25%) dapat menyediakan serat larut (alginat) yang membantu meningkatkan efisiensi pencernaan tanpa mengurangi kadar protein secara signifikan. Menurut Yulianti et al. (2018), bahwa serat larut seperti alginat dari rumput laut dapat memperbaiki viskositas makanan di saluran pencernaan, sehingga meningkatkan efisiensi enzim protease.

Rendahnya tingkat pencernaan protein pada perlakuan C dan D dibandingkan perlakuan B disebabkan proporsi protein dari tepung kedelai pada

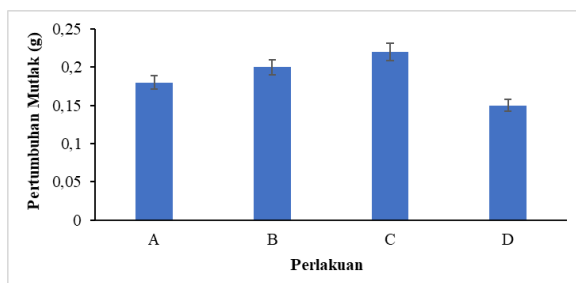
perlakuan C dan D lebih rendah dibanding perlakuan B yaitu masing-masing 50% dan 25%. Sementara rendahnya tingkat kecernaan protein pada perlakuan A (100% TK) dibandingkan perlakuan B, diduga disebabkan oleh dominasi senyawa antinutrisi dalam tepung kedelai tanpa adanya serat larut yang dapat menetralkan efek negatif tersebut. Hal ini sejalan dengan temuan Suhartini et al. (2020), yang menyatakan bahwa ketiadaan komponen serat larut dapat mengurangi dukungan bagi aktivitas mikroflora dalam saluran pencernaan ikan.

Nilai kecernaan protein yang diperoleh dalam penelitian ini (60,54-69,56%) lebih rendah dibandingkan dengan penelitian sebelumnya. Hamzah et al. (2021) melaporkan tingkat kecernaan protein ikan bandeng yang diberi pakan dengan penambahan tepung daun kelor berkisar 82,41-86,81%. Tingkat kecernaan protein juvenil ikan bandeng yang diberi pakan berbasis tepung ampas biji kapuk berkisar 57,42-73,06% (Syam et al. 2021).

Selain komposisi pakan, terdapat beberapa faktor lain yang berkontribusi terhadap tingkat kecernaan protein pada ikan, di antaranya spesies ikan, perlakuan yang diberikan, keberadaan senyawa antinutrisi seperti tripsin inhibitor, ukuran tubuh, serta tahapan pertumbuhan ikan (Yadav et al, 2024; Zhang et al, 2025). Dalam penelitian ini, ikan uji memiliki bobot awal $0,80 \pm 0,1$ g, yang masih tergolong dalam tahap juvenil. Syam et al. (2021) juga menyatakan bahwa ikan dengan ukuran relatif kecil memiliki tingkat penyerapan nutrisi yang lebih rendah akibat produksi enzim pencernaan yang belum optimal. Sebaliknya, ikan berukuran lebih besar memiliki sistem pencernaan yang lebih berkembang, sehingga proses penyerapan nutrisi dari pakan dapat berlangsung lebih efisien.

Pertumbuhan Mutlak

Hasil pengukuran pertumbuhan mutlak ikan bandeng (*Chanos chanos*) yang diberi pakan kombinasi tepung kedelai dan tepung caulerpa selama 45 hari pemeliharaan disajikan pada Gambar 3 dibawah ini.



Gambar 3. Grafik Rata-Rata Pertumbuhan Mutlak Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) selama penelitian. A (100% TK); B (75% TK dan 25% TC); C (50% TK dan 50% TC); D (25% TK dan 75% TC).

Rata-rata pertumbuhan mutlak ikan bandeng menunjukkan variasi antar perlakuan (Gambar 3). Rata-rata pertumbuhan mutlak pada perlakuan A (100% TK) yaitu $0,18 \pm 0,16$ g, perlakuan B (75% TK dan 25% TC) yaitu $0,19 \pm 0,10$ g, perlakuan C (50% TK dan 50% TC) yaitu $0,23 \pm 0,04$ g, dan perlakuan D (25% TK dan 75% TC) yaitu $0,15 \pm 0,09$ g. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pakan uji yang diberikan tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap pertumbuhan mutlak ikan bandeng ($P > 0,05$).

Perbedaan nilai pertumbuhan ikan bandeng yang diperoleh dapat dipengaruhi oleh komposisi nutrisi dalam pakan, terutama kandungan protein dan keseimbangan antara energi dan nutrisi esensial yang dibutuhkan ikan untuk proses anabolisme. Menurut Nugraha, (2020), salah satu faktor yang dapat mempengaruhi terhambatnya pertumbuhan adalah kualitas pakan yang memiliki komposisi nutrisi tidak sesuai dengan kebutuhan ikan mas, sehingga menentukan kecernaan pakan. Menurut Nurhalisa et al. (2022), kecernaan suatu bahan pakan merupakan pencerminan dari tinggi rendahnya nilai manfaat dari bahan pakan tersebut. Nilai kecernaan yang rendah, menunjukkan nilai manfaat yang rendah pula, sebaliknya apabila kecernaannya tinggi maka nilai manfaat nya juga tinggi.

Faktor yang mampu mempengaruhi kecernaan protein pada pakan adalah kandungan kadar abu yang terdapat dalam pakan (Nurhalisa et al., 2022). Penurunan pertumbuhan yang terjadi setelah dilakukan penambahan tepung Caulerpa pada perlakuan C (50% TC) dan perlakuan D (75% TC) disebabkan karena meningkatnya kadar abu pada pakan seiring dengan bertambahnya konsentrasi tepung Caulerpa (Tabel 2). Menurut Manik dan Arleston (2021) bahwa konsumsi pakan dengan kadar abu tinggi akan menyebabkan penurunan penyerapan nutrisi yang berakibat pada penurunan pertumbuhan. Hal ini sesuai dengan nilai kecernaan protein yang didapatkan (Gambar 2) bahwa perlakuan D yang memiliki nilai kecernaan protein yang terendah memiliki nilai pertumbuhan yang rendah pula.

Kualitas Air

Hasil pengukuran parameter kualitas air pemeliharaan ikan bandeng (*Chanos chanos*) selama 45 hari pemeliharaan disajikan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Kualitas Air selama 45 hari pemeliharaan Ikan Bandeng (*Chanos chanos*).

Parameter	Perlakuan			
	A	B	C	D
Suhu (°C)	26,0-29,6	26,2-29,0	26,3-29,2	26,0-29,1
Salinitas (ppt)	24-31	24-31	24-31	28-31
pH	7,5-7,9	7,5-7,9	7,5-7,9	7,0-8,5
Oksigen Terlarut (mg/L)	4,3-4,4	4,3-4,4	4,3-4,4	4,3-4,4

Kualitas air merupakan uraian karakteristik air yang menjadi salah satu faktor penting untuk diketahui karena dapat menjadi indikator kesehatan ekosistem air dan biota yang hidup didalamnya (Yusal et al., 2022). Kualitas air dalam bidang pengelolaan budidaya harus sesuai dengan kisaran optimal untuk menunjang pertumbuhan dan keberlangsungan hidup organisme uji. Pengukuran kualitas air yang dilakukan pada penelitian ini selama 45 hari pemeliharaan ikan bandeng (*Chanos chanos*) yaitu suhu kisaran 26,0 – 29,6 °C, pH berada di kisaran 7,0 – 8,5, salinitas berada di kisaran 24 – 31 ppt, dan DO berada di kisaran 4,3 – 4,4 mg/L.

Nilai suhu yang terukur sedikit lebih rendah dari standar baku mutu untuk pemeliharaan nener ikan bandeng, yaitu berkisar antara 28–32 °C. Namun, suhu tersebut masih dalam rentang yang sesuai untuk pemeliharaan nener ikan bandeng. Menurut Beltran et al. (2020), suhu optimal untuk pemeliharaan ikan bandeng adalah 22–35 °C. Girgibo et al, (2023) menyebutkan bahwa perubahan suhu perairan dipengaruhi oleh faktor seperti radiasi matahari, suhu udara, cuaca, dan iklim.

Kadar pH selama penelitian berada pada kisaran 7–8,5, sesuai dengan baku mutu untuk pemeliharaan nener ikan bandeng. Aris et al. (2021) menyatakan bahwa kisaran pH yang dianjurkan untuk pemeliharaan nener ikan bandeng adalah 7,7–8,7. pH merupakan faktor penting dalam pemeliharaan ikan karena memengaruhi laju reaksi metabolisme dalam tubuh ikan. Menurut Beltran et al. (2020), pH optimal untuk ikan bandeng berada di rentang 6,8–8,7. Kandungan pH kurang dari batas optimum pada suatu perairan akan menyebabkan ikan stress dan mengalami gangguan fisiologis bahkan dapat menyebabkan kematian (Hardi, 2023). Selain itu, perubahan pH dapat menimbulkan stres pada ikan, yang ditandai dengan produksi lendir berlebih, penurunan nafsu makan, perubahan warna kulit menjadi keputihan, dan kerentanan terhadap infeksi bakteri.

Salinitas yang terukur selama penelitian berkisar antara 24–31 ppt, sedikit lebih rendah dari standar baku mutu, yaitu 28–35 ppt. Salinitas berhubungan erat dengan kemampuan biota perairan dalam menyesuaikan tekanan osmotik. Ikan bandeng (*Chanos chanos*) merupakan ikan euryhaline yang dapat beradaptasi dengan rentang salinitas yang luas, termasuk salinitas rendah atau perairan payau (Nur, 2024). Larasati et al. (2022) juga menyatakan bahwa ikan bandeng dapat tumbuh dengan baik pada salinitas 10–25 ppt.

Selama penelitian, kadar oksigen terlarut (DO) berada di bawah standar baku mutu untuk pemeliharaan larva ikan patin, yaitu >5 ppm (SNI 01.6148.1999). Namun, kadar DO ini masih dalam kisaran toleransi untuk pemeliharaan nener ikan bandeng, yaitu >3 ppm (Beltran et al., 2020). Menurut Pratama et al. (2022), oksigen sangat penting bagi ikan karena diperlukan dalam proses pembakaran untuk menghasilkan energi yang mendukung pertumbuhan dan reproduksi.

Berdasarkan Tabel 2, kualitas air selama penelitian masih berada dalam ambang batas yang disarankan oleh SNI 01.6148.1999. Meskipun suhu dan DO sedikit lebih rendah, nilainya masih wajar untuk menopang kelangsungan hidup nener ikan bandeng. Kualitas suatu perairan merupakan syarat penting yang dapat mempengaruhi kelangsungan hidup perkembangan, pertumbuhan, dan tingkat produksi ikan (Fauzia et al., 2020).

Faktor-faktor fisik kualitas air, seperti suhu, DO, pH, dan salinitas, berhubungan langsung dengan homeostasis pada ikan. Homeostasis adalah mekanisme tubuh untuk menjaga keseimbangan internal terhadap lingkungan. Penurunan kualitas air dapat memicu stres, yang berdampak pada perubahan fisik, psikologis, dan fisiologis ikan. Stres ini sering menyebabkan gangguan homeostasis, yang memunculkan respons adaptif berupa berenang tidak normal, operkulum yang membuka-menutup cepat, dan penurunan nafsu makan (Lestari & Syukriah, 2020).

Nafsu makan berkaitan erat dengan konsumsi pakan. Ketika nafsu makan menurun, jumlah pakan yang dikonsumsi juga menurun. Sebaliknya, jika nafsu makan meningkat, jumlah pakan yang dikonsumsi akan bertambah, yang berkontribusi pada peningkatan protein. Semakin tinggi protein dalam tubuh mengindikasikan bahwa ikan mampu memanfaatkan protein dalam pakan secara optimal untuk penambahan protein tubuh (Suwarsito et al., 2024).

Kesimpulan

Kombinasi tepung kedelai (TK) dan tepung Caulerpa (TC) pada pakan memberikan pengaruh nyata terhadap tingkat pencernaan protein ikan

bandeng. Tingkat pencernaan protein tertinggi diperoleh pada perlakuan B (75% TK + 25% TC) sebesar $69,56 \pm 2,74\%$. Pakan dengan kombinasi tepung kedelai dan tepung *Caulerpa* belum memberikan pengaruh nyata terhadap rata-rata pertumbuhan mutlak ikan bandeng.

Daftar Pustaka

- Afwa, R. F., & Rum, M. (2021). Efisiensi Ekonomi Usahatani Tambak Ikan Bandeng di Kecamatan Bungah Kabupaten Gresik. *Agriscience*, 2(1), 184-197.
- Anggani, D., Rusliadi, R., & Putra, I. (2021). Penambahan Enzim Phytase pada Pakan Terhadap Pertumbuhan dan Kelulushidupan Ikan Nilem (*Osteochilus hasselti*) dengan Sistem Resirkulasi. *Ilmu Perairan (Aquatic Science)*, 9(3), 207-214.
- Arfini, F., Meta Mahendradatta, Metusalach, Zainal, and Sriwatti Malle. 2022. Antioxidant and Antibacterial Activity of *Caulerpa* Flour (*Caulerpa Lentifera*) As Functional Food Raw Material". *Asian Food Science Journal* 21 (11):49–54.
- Aris, M., Syazili, A., dan Buton, A. 2021. Pertumbuhan dan kelangsungan hidup nener bandeng (*Chanos chanos*) dengan padat penebaran yang berbeda. *Jurnal Ilmu Kelautan Kepulauan*, 4(1): 332 – 349.
- Beltran J. A., Lontoc Z., Conde B., Juan S.R., and Dizon J.R., 2020. World congress on Engineering and Technology; Innovation and Its Sustainability 2018. EAI/Springer Innovations in Communication Computing. DOI: 10.1007/978-3-030-20904-9_10
- Fauzia, S. R., & Suseno, S. H. (2020). Resirkulasi air untuk optimalisasi kualitas air budidaya ikan nila nirwana (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Pusat Inovasi Masyarakat*, 2(5), 887-892.
- Girgibo, N., Lü, X., Hiltunen, E., Peura, P., & Dai, Z. (2023). The air temperature change effect on water quality in the Kvarken Archipelago area. *Science of the Total Environment*, 874, 162599.
- Grace N., Nurjannah R. & Mustika C. 2021. Analisis Faktor- faktor yang Mempengaruhi Impor Kedelai di Indonesia. *E-Journal Perdagangan Industri dan Moneter*. Vol. 9, No. 2 : 97-106.
- Hamzah, M., Muskita, W.H., & Kurnia, A. 2021. Digestibility of moringa leaf meal (*Moringa oleifera*) feed in milkfish (*Chanos chanos*). *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, 14(1), 291 – 297.
- Hardi, R. 2023. Pengaruh pH Terhadap Kelangsungan Hidup Dan Pertumbuhan Ikan Nila Salin (*Oreochromis niloticus*). Universitas Muhammadiyah Makassar. Makassar.
- Ilhamdy. A.F, Jumsurizal, Satrio Manggala Bahari, Azwinl, Ginanjar Pratama, 2021. Karakteristik Kimia Rumpuk Laut Hijau (*Caulerpa microphyta* dan *Codium*) dari Perairan Kepulauan Riau. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, Vol. 5No. 2 Mei2021, www.ejournalfpikunipa.ac.id
- Larasati, M. C. P., & Budijastuti, W. (2022). Morfometri dan meristik ikan bandeng di pertambakan sekitar mangrove Wonorejo Surabaya. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 11(3), 473-492.
- Lestari, D. F., dan Syukriah, S., 2020. Manajemen stres pada ikan untuk akuakultur berkelanjutan. *JAMI: Jurnal Ahli Muda Indonesia*, 1(1), 96-105.
- Lestari, Y. P., Diniarti, N., & Lestari, D. P. (2022). Pengaruh Penambahan Kulit Ari Kelapa Pada Pakan Untuk Pertumbuhan Dan Kelangsungan Hidup Ikan Mas (*Cyprinus Carpio*). *Journal of Fish Nutrition*, 2(1), 13-25.
- Kasmiati, K.K, S, Syahrul, Badraeni, M. Rahmi. 2022. Proximate and mineral compositions of the green seaweeds *Caulerpa lentilifera* and *Caulerpa racemosa* from South Sulawesi Coast, Indonesia. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science* 1119(1):012049
- Manik,R.R.D.S., dan Arleston,J. 2021. Nutrisi dan Pakan Ikan. Bandung : Widina Bhakti Persada.
- Muneer H, Habib Ul Hassan, Mohammad Abdul, Khalid M, , M.F.A. Abdel-Aziz d , Muhammad Y. Laghari, Naveed A. Abro, Karim Gabol, Nisar f , Saba Rizwan, Halima. 2021. Effect of varying dietary protein levels on growth performance and survival of milkfish *Chanos chanos* fingerlings reared in brackish water pond ecosystem. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, Volume 47, Issue 3, September 2021, Pages 329-334.
- Ningsih, W., Hamzah, M., Sabilu, K., & Kurnia, A. 2024. Tingkat pencernaan ikan bandeng (*Chanos chanos* F) yang diberi pakan berbahan tepung ikan sapu-sapu (*Pterygoplichthys* sp.). *Media Akuatika: Jurnal Ilmiah Jurusan Budidaya Perairan*, 9(3): 132 – 138.
- Nurhalisa, W., Lumbessy, S. Y., & Lestari, D. P. (2022). Tingkat pencernaan pakan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dengan penambahan tepung kacang gude (*Cajanus cajan*). *Acta*

- Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 9(1), 12-21.
- Nugraha, E. H. (2020). Pengaruh pakan buatan terhadap pertumbuhan benih *Clarias gariepinus* di Kelompok Budidaya Ikan Manunggal Jaya. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Sains (JPFS)*, 3(2), 59-67.
- Nur, M., Pi, S., Nur, F., & Pi, S. (2024). Analisis Kesesuaian Kualitas Air Dalam Budidaya Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) Di Muara Sungai Desa Tallu Banua (Doctoral dissertation, Universitas Sulawesi Barat).
- Nurhalisa, W., Lumbessy, S.Y., & Lestari, D.P. 2022. Tingkat pencernaan pakan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dengan penambahan tepung kacang gude (*Cajanus cajan*). *Aquatic Sciences Journal*, 9(1): 12 – 21.
- Pratama, A.R., Iskandariah, Elinah, dan Yulianati, S., 2022. Respons glukosa darah ikan brek (*Puntius orphoides*) terhadap stress padat tebar. *Barakuda* 45, 4(2): 248 – 256.
- Putri N.T. 2017. Potensi Penggunaan Rumput Laut *Caulerpa lentillifera* Sebagai Bahan Baku Pakan Ikan Nila *Oreochromis niloticus*. Tesis Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Suhartini, T., Arifin, Z., & Mulyono, H. (2020). Efek serat larut dari rumput laut terhadap pencernaan ikan air payau. *Jurnal Sains Akuatik Tropis*, 15(4), 289-298. <https://doi.org/xxxx>
- Suryaningrum, W., & Widiyanti, E. (2018). Pengaruh Dosis Mikroorganisme Mix dalam Memfermentasi Bahan Baku terhadap Kinerja Pertumbuhan, Komposisi Kimia Tubuh, dan Indeks Hepatosomatik Ikan Bandeng (*Chanos chanos*). *Jurnal Ilmu Perikanan*, 7(3), 150-160. <https://journal.unhas.ac.id/index.php/torani/article/view/4443>
- Suwarsito, S., SusyLOWATI, D., & Suyadi, A. (2024). Pengaruh Substitusi Larva Magot (*Hermetia illucens*) terhadap Efisiensi Pakan dan Pertumbuhan Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy*). *Sainteks*, 21(1), 15-23.
- Syam, R.N., Hamzah, M., Muskita, W.H., & Kurnia, A. 2021. Tingkat pencernaan juvenil ikan bandeng *Chanos chanos* yang diberi pakan berbahan tepung ampas minyak biji kapuk (*Ceiba petandra*). *Media Akuatika: Jurnal Ilmiah Jurusan Budidaya Perairan*, 6(4): 184 – 191.
- Syam R.N., Hamzah M., Muskita W.H., Kurnia A. 2021. Tingkat pencernaan nener bandeng (*Chanos-chanos*) yang diberi pakan berbahan tepung ampas minyak biji kapuk (*ceiba petandra*). *Jurnal Ilmiah Jurusan Budidaya Perairan*, 6(4): 184-191.
- Usman N., Ellen J. S., Musrifah N. 2019. Kandungan Acid Detergent Fiber dan Neutral Detergent Fiber Jerami Jagung Fermentasi dengan Menggunakan Jamur *Trichoderma Viride* dengan Lama Inkubasi Berbeda. *Jambura Journal of Animal Science*. Vol. 1 No. 2: 57-61.
- Watabane T. 1988. Fish Nutrition and Mariculture. JICA. Text Book and General Aquaculture Course. Department of Aquatic Bioscience. Tokyo University of Fisheries. 234 p.
- Watabane T. 1988. Fish Nutrition and Mariculture. JICA. The General Aquaculture Course. Dept of Agriculture Bioscience. Tokyo University.
- Yadav, N.K, Subodh Kumar Sharma and Dharmendra Kumar Meena. 2024. Exogenous papain supplementation: impacts on growth, digestibility, digestive enzyme activities and oxidative stress in *Labeo rohita* fingerlings. *Aquaculture Science and Management* (2024) 1:1
- Yulianti, R., Hartati, R., & Sari, D. (2018). Pencernaan nutrisi pada pakan berbasis bahan alami dengan tambahan rumput laut pada ikan bandeng (*Chanos chanos*). *Buletin Perikanan Budidaya*, 14(2), 122-130. <https://doi.org/xxxx>
- Yulistyaningsih A., Winarno J. & Sugihardjo. 2020. Pemberdayaan Pokdakan Tanggul Penangkis dalam Budidaya Ikan Bandeng di Desa Ujungwatu, Kecamatan Donorojo, Kabupaten Jepara. *Social Pedagogy: Journal of Social Science Education*. Vol. 1, No. 2: 115-125.
- Yoga, W. K., dan Komalasari H. 2022. Potential of Green Algae (*Caulerpa racemosa*) as a Source of Natural Antioxidants. *Jurnal Teknologi dan Mutu Pangan*, 1(1), 15-18.
- Yusal, M.S., & Hasyim, A. 2022. Kajian kualitas air berdasarkan keanekaragaman meiofauna dan parameter fisika-kimia di pesisir Losari, Makassar. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 20(1): 45 – 57.
- Zhang. Z, Qiushi Yang, Tingting Xu, Haokun Liu, Junyan Jin, Yunxia Yang, Xiaoming Zhul, Dong Han, and Shouqi Xie. 2025. Influences of dietary protein source and extrusion temperature on growth performance, tissue composition, and gut microbiota of grass carp *Ctenopharyngodon idellus*. *Aquaculture International* (2025) 33:82 <https://doi.org/10.1007/s10499-024-01768-x>