

Analisis Proksimat Pakan Benih Lobster Berbasis Ikan Rucah dengan Triptofan dan Potensinya sebagai Media Pembelajaran IPA Model PBL

Lisa Kurnia Anggraeni Damayanti^{1)*}, Sugiyanto¹⁾, Bintan Baqiyatus Solikha¹⁾

¹⁾Departemen Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang

*Corresponding Author: lisa.kurnia.2203516@students.um.ac.id

ABSTRAK

Permasalahan rendahnya tingkat kelangsungan hidup benih akibat kanibalisme masih menjadi kendala dalam budidaya lobster air tawar. Perilaku tersebut berkaitan dengan ketidaksesuaian kandungan nutrisi pakan sehingga mendorong pemanfaatan ikan rucah sebagai bahan baku lokal alternatif dalam pengembangan formulasi pakan dengan suplementasi triptofan. Selain itu, permasalahan tersebut juga berpotensi dimanfaatkan sebagai media pembelajaran IPA model PBL. Penelitian ini bertujuan (1) Mengetahui hasil analisis proksimat pakan berbasis ikan rucah dengan triptofan, (2) Mengetahui kesesuaian kandungannya terhadap standar nutrisi pakan benih lobster air tawar, dan (3) Mengetahui potensi permasalahan tersebut sebagai media pembelajaran IPA model PBL. Penelitian meliputi dua bagian, yaitu analisis proksimat pakan dan analisis potensi media pembelajaran. Analisis proksimat dilakukan terhadap kadar protein, lemak, abu, dan air menggunakan metode deskriptif komparatif. Sedangkan potensi media dianalisis melalui validasi ahli menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pakan mengandung 40,33% protein; 8,14% lemak; 13,8% abu; dan 9,85% air sebagai kandungan nutrisi utama yang memenuhi standar pakan benih lobster. Sedangkan media pembelajaran memperoleh validitas 95% aspek isi, 100% aspek tampilan, 100% aspek bahasa, dan 96,92% aspek kelayakan media, dengan rata-rata validitas 97,98% berkategori sangat valid. Dengan demikian, pakan yang dikembangkan telah memenuhi standar nutrisi dan sangat potensial digunakan sebagai media pembelajaran IPA model PBL.

Kata Kunci: Benih Lobster Air Tawar; Kanibalisme; Nutrisi Pakan; Analisis Proksimat; Media Pembelajaran; Pembelajaran IPA; *Problem Based Learning* (PBL)

This is an open access article under the CC - BY license.



PENDAHULUAN

Budidaya lobster air tawar (*Cherax quadricarinatus*) merupakan salah satu sektor unggulan dalam bidang akuakultur di wilayah pesisir Indonesia. Status ini didukung oleh kebutuhan pasar yang terus meningkat dari tahun ke tahun. Bahkan, pada tahun 2024 kebutuhan lobster air tawar di tingkat nasional mencapai hingga 6-8 ton perbulan (Miptah *et al.*, 2024). Namun, produktivitas dalam budidaya ini kerap kali menghadapi masalah, yaitu rendahnya tingkat kelangsungan hidup (*survival rate*) pada lobster air tawar (Miptah *et al.*, 2024). Faktor penyebab utamanya adalah perilaku kanibalisme. Perilaku kanibalisme pada lobster air tawar banyak terjadi pada fase benih, terutama saat proses *moulting* berlangsung. Kondisi ini tentunya menimbulkan kerugian secara kuantitatif akibat berkurangnya populasi lobster air tawar, yang pada akhirnya berdampak pada kualitas hasil panen yang menurun, sehingga produktivitas budidaya secara keseluruhan juga ikut terganggu.

Permasalahan kanibalisme dalam budidaya lobster air tawar berkaitan erat dengan kualitas dan kuantitas pakan yang diberikan. Ketidakseimbangan nutrisi dan porsi pemberian pakan yang tidak sesuai akan meningkatkan kompetisi dan agresivitas antarindividu, terutama pada fase benih. Hal ini dikarenakan pada fase benih, lobster air tawar berada pada tahap pertumbuhan cepat (*rapid growth phase*) yang ditandai dengan frekuensi *moulting* yang tinggi dengan interval 10 hari sekali, sehingga membutuhkan asupan protein, lemak, dan energi dalam jumlah yang optimal (Aminarty, 2025). Namun, selama ini benih lobster air tawar umumnya diberikan pakan komersial yang hanya disesuaikan ukuran peletnya saja tanpa diformulasikan sesuai dengan kebutuhan biologis untuk fase benih, terutama kebutuhan protein tinggi untuk menunjang pertumbuhan dan regenerasi setelah *moulting* (Aminuddin *et al.*, 2025). Kandungan protein pada pakan komersial tersebut berkisar sekitar 19%, yang mana nilainya jauh berada di bawah kebutuhan optimal protein yaitu sekitar 36% (Aminarty,

2025). Tentu nilainya relatif lebih kecil karena proporsi pada pakan komersial tersebut didominasi oleh bahan pengisi (*filler*).

Salah satu upaya dalam pemenuhan kebutuhan protein dan menekan perilaku kanibalisme pada benih lobster air tawar adalah dengan meningkatkan kualitas pakan melalui suplementasi asam amino triptofan (Trisnasari *et al.*, 2020). Pemilihan suplementasi asam amino triptofan dalam pakan karena triptofan berperan sebagai prekursor dalam pembentukan serotonin (Rachmawati *et al.*, 2021). Jumlah serotonin ini akan meningkat dan mereduksi aktivitas dopamine sebagai neurotransmitter yang memodulasi aktivitas dan respon perilaku benih lobster air tawar, termasuk tingkat agresivitas agar lebih terkontrol (Atmaja & Rafelia, 2022). Lebih dari itu, proses ini juga berhubungan dengan mekanisme hormonal, di mana aktivitas hormon ghrelin yang berperan dalam mengatur nafsu makan dikendalikan sehingga sinyal lapar dapat berkurang dan rasa kenyang akan bertahan lebih lama (Latar, 2025). Penelitian penggunaan triptofan dalam formulasi pakan benih lobster telah dikaji oleh Floreto *et al.* (2000) melalui pakan berbasis *soybean meal* yang disuplementasi dengan triptofan dan menunjukkan peningkatan pertumbuhan serta komposisi biokimia benih lobster. Namun, *soybean meal* sebagai bahan baku yang digunakan memiliki keterbatasan sebagai sumber protein karena mengandung faktor antinutrisi, seperti inhibitor tripsin dan oligosakarida, serta profil asam amino yang kurang seimbang apabila dibandingkan dengan sumber protein hewani (Hardy, 2010).

Salah satu bahan baku yang dapat memenuhi kebutuhan tersebut adalah ikan rucah. Ikan rucah merupakan ikan non target dari nelayan namun ikut terjaring saat proses penjaringan dan umumnya berukuran kecil. Ketersediaan ikan rucah pun begitu melimpah, yaitu mencapai 270.412 ton per tahun (Syah *et al.*, 2019). Meskipun ketersediaannya yang melimpah, ikan rucah justru tidak dimanfaatkan secara optimal, hanya ditumpuk di sekitar pelabuhan yang menyebabkan pencemaran tanah, air, dan udara. Padahal, berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Maulana (2026), ikan rucah mengandung protein kasar sebesar 57,46%, lemak kasar sebesar 6,54%, abu sebesar 24,49% dan serat kasar sebesar 1,64%. Sehingga, berdasarkan karakteristik tersebut, penelitian ini memanfaatkan ikan rucah sebagai sumber protein lokal dan triptofan sebagai suplementasi asam amino esensial untuk menghasilkan formulasi pakan yang memenuhi kebutuhan nutrisi benih lobster air tawar.

Kelayakan nutrisi pakan benih lobster air tawar tidak hanya dilihat dari kandungan bahan baku yang terukur saja, tetapi juga harus sesuai dengan standar kadar nutrisi pakan yang berlaku. Standar kadar nutrisi pakan di Indonesia untuk benih lobster air tawar telah diatur dalam SNI 7675:2013 (BSN, 2013). Berdasarkan SNI 7675:2013, pakan untuk benih lobster air tawar harus memenuhi persyaratan kadar protein minimal 36%, kadar lemak minimal 5%, kadar abu maksimal 14%, dan kadar air maksimal 12% sebagai indikator kelayakan nutrisi pakan (BSN, 2013). Oleh karena itu, evaluasi terhadap komposisi nutrisi pakan melalui parameter pengujian menjadi langkah penting untuk memastikan kesesuaiannya dengan standar yang telah ditentukan. Salah satu pengujian yang dapat dilakukan adalah analisis proksimat yang meliputi pengujian kadar protein, kadar lemak, kadar abu, dan kadar air.

Lebih lanjut, permasalahan rendahnya tingkat kelangsungan hidup benih lobster air tawar akibat perilaku kanibalisme yang dibuktikan disebabkan oleh ketidaksesuaian kandungan protein pakan berpotensi dijadikan sebagai basis masalah untuk membantu peserta didik pada jenjang Sekolah Menengah Pertama dalam mempelajari IPA. Potensi tersebut didukung oleh karakteristik pembelajaran IPA yang mengaitkan konsep-konsep ilmiah dengan fenomena nyata yang terjadi di lingkungan sekitar (Nurhaswinda. & Parisu, 2025). Sejalan dengan karakteristik tersebut, pembelajaran IPA saat ini juga menerapkan model PBL yang menjadikan permasalahan nyata sebagai titik awal pembelajaran. Menurut Arends (2012) tahapan tersebut terdiri atas lima sintaks, yaitu (1) Orientasi peserta didik terhadap masalah, (2) Mengorganisasikan peserta didik untuk belajar, (3) Membimbing penyelidikan, (4) Mengembangkan dan menyajikan hasil, serta (5) Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah. Berdasarkan lima sintaks tersebut, permasalahan ini berpotensi untuk diterapkan pada sintaks pertama, yaitu orientasi peserta didik terhadap masalah yang bertujuan memperkenalkan peserta didik pada permasalahan yang akan dikaji.

Untuk mendukung tujuan tersebut, permasalahan dikemas dalam bentuk media pembelajaran berbasis video. Pemilihan media berbasis video sejalan dengan Teori Kognitif Pembelajaran Multimedia yang menyatakan bahwa informasi diproses melalui dua saluran, yaitu visual dan auditori yang masing-masing memiliki kapasitas terbatas sehingga dapat mengurangi beban kognitif dan meningkatkan retensi pengetahuan

peserta didik (Mayer & Fiorella, 2025). Ditambah lagi dengan integrasi antara model PBL dan media berbasis video memberikan representasi visual yang mendukung pemahaman peserta didik terhadap permasalahan yang disajikan. Media pembelajaran video tersebut relevan diterapkan dalam pembelajaran IPA pada materi Ekologi dan Keanekaragaman Hayati kelas VII serta Pertumbuhan dan Perkembangan kelas IX.

Berdasarkan uraian di atas peneliti ingin melakukan penelitian dengan judul "Analisis Proksimat Pakan Benih Lobster Berbasis Ikan Rucah dengan Triptofan dan Potensinya sebagai Media Pembelajaran IPA Model PBL". Keterkaitan dalam penelitian ini yaitu hasil analisis proksimat digunakan sebagai dasar ilmiah dalam penyusunan media pembelajaran berbasis video yang menyajikan masalah autentik pada sintaks 1 model PBL. Sehingga tujuan dari penelitian ini adalah (1) Mengetahui hasil analisis proksimat pakan berbasis ikan rucah dengan triptofan, (2) Mengetahui kesesuaian kandungannya terhadap standar nutrisi pakan benih lobster air tawar, dan (3) Mengetahui potensi permasalahan tersebut sebagai media pembelajaran IPA model PBL. Oleh karena itu, hasil penelitian ini nantinya tidak hanya berpotensi dalam mendukung perkembangan pakan yang layak untuk dikomersialisasikan, tetapi juga berpotensi dimanfaatkan sebagai media pembelajaran IPA yang kontekstual melalui penyajian media video yang dikembangkan untuk pembelajaran model PBL.

METODE

Metode Pembuatan Pakan

Formulasi Pakan

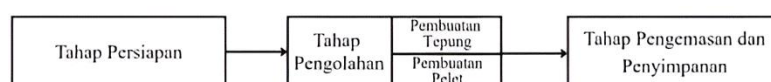
Berikut formulasi pakan benih lobster berbasis ikan rucah dengan triptofan sebagaimana tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Formulasi Pakan

Bahan Baku	As Fed (%)
Tepung Ikan Rucah	64,42
Triptofan	0,2
Tepung Dedak	24,38
Tepung Tapioka	10
Minyak Ikan	1

Pembuatan Pakan

Pembuatan pakan benih lobster berbasis ikan rucah dengan triptofan tergambar dalam diagram pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Diagram Pembuatan Pakan

Tahap Persiapan

Tahap persiapan bertujuan untuk menyediakan alat produksi dan bahan baku sebelum proses pembuatan pakan dilakukan, kegiatannya antara lain sebagai berikut

- Pembelian alat dan bahan yang dilakukan berdasarkan kebutuhan agar diperoleh alat dan bahan yang efektif dan efisien. Berikut daftar alat dan bahan yang digunakan:
 - Alat : Timbangan, blender, ayakan, baskom, alat pencetak pelet, pisau, oven, loyang, dan spatula.
 - Bahan : Ikan rucah, triptofan, tepung dedak, tepung tapioka, minyak ikan, dan air.
- Seleksi bahan baku, yaitu memilih dan memilah bahan baku yang memiliki kualitas baik.
- Penimbangan bahan baku, yaitu menimbang setiap bahan baku sesuai dengan komposisi formulasi.

Tahap Pengolahan

Tahap pengolahan bertujuan untuk mewujudkan pembuatan pakan benih lobster berbasis ikan rucah yang sesuai dengan rancangan awal. Adapun proses pembuatan pakan benih lobster sebagai berikut.

Tahap Pembuatan Tepung Ikan Rucah

- Ikan rucah dibersihkan dari sisik, insang, dan jeroan serta dicuci bersih menggunakan air mengalir.
- Ikan rucah dikukus selama 20 menit pada suhu 80°C.
- Tulang dan kulit ikan rucah dipisahkan dari daging ikan.
- Daging ikan rucah dikeringkan di dalam oven selama 6 jam pada suhu 50°C.
- Daging ikan yang telah kering diblender dan diayak sehingga didapatkan tepung ikan rucah.

Tahap Pembuatan Pelet

- Tepung ikan rucah ditimbang sesuai dengan formulasi, kemudian ditambahkan dengan tepung dedak dan minyak ikan.
- Di sisi lain, dilakukan pembuatan bahan perekat dengan memanaskan 60 mL air hingga mencapai suhu hangat ($\pm 50^{\circ}\text{C}$), kemudian tepung tapioka dilarutkan ke dalam air sambil diaduk hingga berubah warna menjadi bening.
- Campuran yang telah dibuat selanjutnya ditambahkan ke bahan perekat dan diaduk hingga homogen.
- Hasil adonan dicetak dengan menggunakan mesin pencetak pelet datar dengan diameter 1 mm.
- Hasil cetak dikeringkan di dalam oven dengan selama 24 jam pada suhu 50°C.

Tahap Pengemasan dan Penyimpanan

Tahap pengemasan dan penyimpanan bertujuan untuk melindungi pakan, baik dari kerusakan fisik maupun kerusakan biologis agar kualitas pakan tetap terjaga. Adapun kegiatan yang dilakukan antara lain sebagai berikut.

- a) Pengemasan pakan, meliputi: 1) Sterilisasi kemasan dan 2) Pakan dimasukkan ke dalam kemasan.
- b) Penyimpanan pelet, yaitu pelet disimpan di dalam ruang yang kering dan memiliki sirkulasi udara yang baik.

Metode Pengujian Pakan

Metode pengujian pakan dalam penelitian ini menggunakan analisis proksimat yang meliputi kadar protein, kadar lemak, kadar abu, dan kadar air sesuai dengan ketentuan SNI disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rincian Metode Pengujian Pakan

Parameter	Metode	Pedoman
Kadar Protein	Kjeldahl	SNI 909214:2023
Kadar Lemak	Soxhlet	SNI 2354.3:2017
Kadar Abu	Gravimetri	SNI 2354.1:2010
Kadar Air	Gravimetri	SNI 2354.2:2015

Metode Penyajian Hasil Uji

Metode penyajian hasil uji dalam penelitian ini menggunakan metode deskriptif komparatif. Metode ini menitikberatkan pada analisis perbandingan secara sistematis antara hasil analisis proksimat pakan berbasis ikan rucah dengan triptofan dan standar kadar nutrisi SNI 7675:2013 untuk pakan benih lobster air tawar. Perbandingan dilakukan terhadap empat parameter dan dideskripsikan untuk menunjukkan bahwa formulasi pakan yang dihasilkan telah memenuhi standar nutrisi pakan untuk benih lobster air tawar.

Analisis Potensi sebagai Media Pembelajaran IPA Model PBL

Analisis potensi sebagai media pembelajaran IPA model PBL dilakukan dengan menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Potensi media berbasis video dikaji melalui validasi oleh dua validator ahli, yaitu guru IPA

kelas VII dan kelas IX. Penilaian dilakukan dengan menggunakan instrumen validasi yang terdiri dari 32 butir pernyataan yang mencakup empat aspek, yaitu aspek (1) Isi video, (2) Tampilan video, (3) Bahasa, dan (4) Kelayakan dalam mendukung pembelajaran model PBL, meliputi kemampuan berpikir kritis, berpikir kreatif, komunikasi, dan kerja sama. Data hasil validasi dianalisis secara deskriptif kuantitatif dengan menghitung persentase skor yang diperoleh terhadap skor maksimal menggunakan persamaan (1) berikut.

$$P = \frac{n}{N} \times 100\% \quad (1)$$

Persentase skor (P) diperoleh dari perbandingan jumlah skor yang diperoleh (n) dengan jumlah skor maksimal (N), kemudian dinyatakan dalam bentuk persentase.

Persentase yang diperoleh kemudian diinterpretasikan berdasarkan kategori validitas untuk menentukan tingkat potensi media berbasis video yang dikembangkan. Kategori validitas yang digunakan mengacu pada Riduwan (2015) dalam Febriantika *et al.*, (2021), sebagaimana dalam Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Kategori Validitas Media

Persentase Validitas	Kategori Validitas
81%-100%	Sangat Valid
61%-80%	Valid
41%-60%	Cukup Valid
21%-40%	Tidak Valid
0%-20%	Sangat Tidak Valid

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis Proksimat Pakan

Hasil analisis proksimat terhadap sampel pakan digunakan sebagai data utama dalam penelitian ini, sebagaimana disajikan pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Hasil Analisis Proksimat Pakan

No	Parameter	Hasil (%)
1	Kadar Protein	40,33
2	Kadar Lemak	8,14
3	Kadar Abu	13,8
4	Kadar Air	9,85

Hasil Komparasi dengan Standar Kadar Nutrisi Pakan Benih Lobster SNI 7675:2013 dan Pembahasan Masing-Masing Parameter Nutrisi Pakan

Hasil komparasi yang menggambarkan perbandingan pada setiap nilai parameter uji dengan standar kadar nutrisi pakan benih lobster berdasarkan SNI 7675:2013 disajikan pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Komparasi Hasil Analisis Proksimat Pakan terhadap SNI 7675:2013

No	Parameter	Hasil Analisis Proksimat (%)	Standar Kadar Nutrisi (%)	Status
1	Kadar Protein	40,33	Min 36	Memenuhi
2	Kadar Lemak	8,14	Min 5	Memenuhi
3	Kadar Abu	13,8	Maks 14	Memenuhi
4	Kadar Air	9,85	Maks 12	Memenuhi

Hasil komparasi yang telah disajikan pada Tabel 5 menunjukkan bahwa nilai dari keempat parameter nutrisi berada dalam rentang standar kadar nutrisi pakan untuk benih lobster air tawar sesuai dengan SNI 7675:2013. Pemenuhan standar pada setiap parameter nutrisi menunjukkan bahwa formulasi pakan tidak hanya unggul dalam satu aspek, tetapi juga seimbang secara keseluruhan. Hasil ini mengindikasikan bahwa kombinasi bahan baku mampu menghasilkan formulasi pakan dengan komposisi nutrisi yang saling melengkapi sehingga memenuhi kebutuhan benih lobster. Selanjutnya, untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam

mengenai kontribusi masing-masing parameter terhadap pemenuhan standar yang ditetapkan, maka setiap komponen nutrisi akan dibahas sebagai berikut.

Kadar Protein

Salah satu kandungan nutrisi yang dibutuhkan dalam jumlah yang optimal pada benih lobster air tawar adalah protein. Protein yang terkandung dalam pakan nantinya akan diurai menjadi asam amino yang kemudian diserap dan dipergunakan untuk pertumbuhan benih. Jenis asam amino yang dibutuhkan tersebut adalah asam amino esensial. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa keseimbangan dan kecukupan asam amino dalam protein pada pakan memegang peranan penting dalam mendukung performa pertumbuhan pada benih lobster air tawar. Sehingga formulasi dalam pakan ini dirancang dengan sumber protein utama yang berasal dari ikan rucah dengan penambahan asam amino esensial yaitu triptofan.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa kadar protein yang terkandung pada pakan adalah 40,33%. Sesuai dengan SNI 7675:2013, standar kadar protein pada pakan untuk benih lobster air tawar adalah minimal 36%. Hal ini menunjukkan bahwa kadar protein pada pakan yang diformulasikan telah memenuhi dan sesuai untuk benih lobster air tawar berdasarkan SNI 7675:2013. Penetapan kadar protein dalam bentuk batas minimal sebesar 36% menunjukkan angka kebutuhan protein terendah yang diperlukan dalam pakan agar benih lobster air tawar dapat tumbuh dengan optimal. Batas minimal ini menggambarkan kecukupan biologis yang memastikan adanya protein yang tersedia untuk pembentukan jaringan, sintesis enzim, dan pertumbuhan massa tubuh. Apabila kadar protein di bawah nilai ini, maka pertumbuhan dapat terhambat dan efisiensi pakan akan menurun (Shidqi *et al.*, 2025). Selain memenuhi standar SNI 7675:2013, nilai kadar protein dalam penelitian ini juga menunjukkan nilai yang sebanding dengan penelitian Hadijah (2015) yang memformulasikan pakan dengan hasil kandungan protein sebesar 40% untuk lobster air tawar. Sehingga apabila diinterpretasikan, kadar protein pada penelitian ini lebih tinggi dengan selisih sebesar 4,33%. Selisih ini berarti terdapat cadangan nutrisi yang memadai untuk mendukung pertumbuhan yang stabil, menjaga pembentukan jaringan, dan memungkinkan pemanfaatan pakan secara efisien bahkan ketika terjadi variasi konsumsi atau kondisi lingkungan yang kurang ideal. Dalam praktik budidaya, ketersediaan protein pada fase ini sesuai dengan rekomendasi dari Sinaga *et al.*, (2025) yang menyatakan bahwa adanya margin di atas batas minimal penting untuk mempertahankan laju pertumbuhan yang stabil dan mengurangi risiko defisiensi. Dengan demikian, kadar protein sebesar 40,33% tidak hanya memenuhi standar SNI 7675:2013, tetapi juga menunjukkan nilai positif yang sesuai dengan kebutuhan biologis bagi benih lobster air tawar.

Selanjutnya, berbicara mengenai kadar protein pada pakan, yang perlu diperhatikan bukan hanya sekedar persentase kandungannya saja, melainkan keseimbangan dan kelengkapan asam amino esensial penyusunnya, yaitu triptofan. Penambahan triptofan dalam pakan bertujuan sebagai solusi untuk mengurangi perilaku kanibalisme pada benih lobster air tawar. Penelitian mengenai penambahan triptofan pada pakan sebenarnya telah banyak dilakukan, salah satunya seperti yang penelitian Ardina (2021) tentang penambahan asam amino triptofan pada pakan yang mampu menekan perilaku kanibalisme pada udang vannamei. Namun, pada penelitian ini efek formulasi pakan terhadap tingkat kanibalisme masih belum diteliti secara langsung. Hal tersebut dikarenakan fokus pada penelitian ini terletak pada keberhasilan dan kesesuaian kandungan dari formulasi pakan dengan standar kadar nutrisi yang ditetapkan oleh Badan Standarisasi Nasional dalam SNI 7675:2013 untuk benih lobster air tawar.

Kadar Lemak

Keseimbangan nutrisi dalam formulasi pakan adalah faktor penting dalam mendukung pertumbuhan yang baik bagi benih lobster air tawar. Tentunya keberhasilan dalam formulasi pakan tidak hanya ditentukan oleh tingginya kadar protein saja, tetapi juga oleh kecukupan energi non protein yang diperlukan untuk proses metabolisme. Salah satu energi non protein yang dimaksud adalah lemak. Adanya kadar lemak begitu penting dalam formulasi pakan, karena nanti dalam proses metabolisme lemak akan mengalami proses katabolisme yang menghasilkan derivat berupa asam lemak dan mampu dikonversi menjadi energi maupun cadangan energi untuk proses pertumbuhan dan perkembangan.

Dalam formulasi pakan yang dikembangkan, sumber lemak utama didapatkan dari ikan rucah, tepung dedak, dan minyak ikan. Kandungan lemak pada ikan rucah sebelum diolah menjadi tepung sebesar 6,54%

(Maulana, 2026); tepung dedak sebesar 6,2-14,3% (Usman, 2017); dan minyak ikan yang nilainya mendekati 100% serta tersusun atas asam lemak omega 3 dan asam lemak omega 6 (Sameh *et al.*, 2025).

Hasil analisis proksimat pada kadar lemak pada pakan adalah 8,14%. Nilai ini menunjukkan bahwa formulasi mampu menyediakan energi non protein yang mencukupi untuk mendukung kebutuhan metabolisme benih lobster air tawar. Keberadaan lemak pada kisaran tersebut menandakan bahwa energi dalam pakan tidak semata-mata bertumpu pada protein, melainkan telah terdistribusi dengan lebih seimbang. Apabila dibandingkan dengan ketentuan SNI 7675:2013 yang menetapkan kadar lemak minimal 5%, maka nilai 8,14% berada 3,14% di atas batas minimal tersebut. Dalam konteks standar nutrisi, kadar yang mendekati batas minimal umumnya hanya cukup untuk memenuhi kebutuhan dasar organisme, sehingga memiliki ruang toleransi yang terbatas terhadap fluktuasi konsumsi atau stres lingkungan. Sebaliknya, kadar yang berada di atas batas minimal menunjukkan adanya margin energi yang lebih aman, selama masih berada dalam kisaran yang optimal. Pada nilai 8,14%, dapat diartikan bahwa kandungan lemak ini dapat dikategorikan sesuai dengan kebutuhan energi benih lobster air tawar, karena mampu mendukung aktivitas metabolisme tanpa mendorong pemanfaatan protein sebagai sumber energi utama. Kondisi ini sejalan dengan konsep protein *sparing effect*, di mana kecukupan energi dari lemak dapat mengurangi penggunaan protein untuk energi sehingga protein akan lebih difokuskan untuk pertumbuhan (Wen *et al.*, 2022). Kadar lemak dari hasil penelitian ini juga berada pada kisaran yang relatif sama dengan penelitian Chen *et al.*, (2022) yang melaporkan kadar lemak pada pakan yang diformulasikan sebesar 8,33%. Perbedaan kadar lemak sebesar 0,19% ini menunjukkan bahwa formulasi pakan pada penelitian ini sebanding dengan formulasi pakan pada penelitian sebelumnya. Kisaran kadar lemak tersebut mengindikasikan bahwa kandungan lemak pada pakan hasil formulasi telah berada dalam rentang yang mendukung penyediaan energi bagi proses metabolisme benih lobster air tawar.

Kadar Abu

Pakan yang baik adalah pakan yang mampu menyediakan komponen nutrisi secara lengkap dalam proporsi yang dengan kebutuhan organisme. Sehingga pakan tidak hanya mengandung unsur organik seperti protein dan lemak saja, tetapi juga harus mengandung komponen anorganik berupa mineral. Dalam konteks budidaya benih lobster air tawar, mineral dibutuhkan untuk mendukung proses *moulting*, dan mempercepat proses pengerasan eksoskeleton. Pada hasil analisis proksimat, kandungan mineral dalam pakan dinyatakan sebagai kadar abu.

Sumber utama kadar abu yang menyusun pakan berasal dari ikan rucah dan tepung dedak. Diketahui ikan rucah mengandung abu sebesar 24,49% (Maulana, 2026). Nilai persentase kandungannya relatif tinggi karena dalam satu ekor ikan rucah masih terdapat tulang, sisik, dan jeroan. Sehingga pada tahap pengolahan pakan, ikan rucah akan dibersihkan dan hanya dagingnya saja yang akan digunakan. Pemanfaatan daging ini menghasilkan komposisi dengan tingkat mineral yang lebih rendah, sehingga kadar abu dalam pakan akan menjadi lebih terkontrol. Sedangkan mengenai tepung dedak, menurut Usman (2017) tepung dedak mengandung 9,4-11,7% kadar abu. Tentunya kombinasi kedua bahan ini akan memengaruhi hasil akhir analisis proksimat pada parameter kadar abu dengan meningkatkan total fraksi anorganik pakan.

Berdasarkan analisis proksimat, pakan menunjukkan kadar abu sebesar 13,8%. Apabila dibandingkan dengan SNI 7675:2013, yang menetapkan batas maksimalnya sebesar 14%, maka nilai ini masih memenuhi ketentuan yang ada. Artinya, secara regulatif formulasi pakan masih dalam rentang yang dinyatakan memenuhi dan layak digunakan untuk benih lobster air tawar. Namun, secara teoritis, posisi nilai yang mendekati batas maksimal menunjukkan bahwa kandungan mineralnya relatif tinggi, tetapi belum masuk dalam kategori berlebih. Batas maksimal 14% dalam standar tersebut dapat dimaknai sebagai batas ambang toleransi tertinggi bagi kandungan mineral yang diperbolehkan dalam pakan untuk benih lobster. Nilai ini menunjukkan batas di mana fraksi anorganik masih berada dalam proporsi yang seimbang dengan komponen organik lainnya. Apabila kadar abu melebihi batas tersebut, maka komposisi pakan akan didominasi oleh mineral yang tidak berfungsi sebagai sumber energi maupun pembentuk jaringan organik. Kondisi ini dapat mengurangi efisiensi pemanfaatan pakan dan mengganggu keseimbangan metabolisme. Oleh karena itu, batas maksimal ini berperan sebagai pengaman bagi formulasi supaya kandungan mineral tetap mendukung pertumbuhan tanpa menimbulkan efek fisiologis yang merugikan. Selain memenuhi SNI 7675:2013, kadar abu pada penelitian ini juga dibandingkan dengan hasil penelitian Handajani *et al.*, (2025) yang melaporkan nilai kadar abu pada pakan yang diformulasikannya sebesar 10,14%. Sehingga nilai kadar abu pada penelitian ini lebih tinggi sebesar 3,66%

yang menunjukkan adanya perbedaan komposisi mineral akibat penggunaan bahan baku dan formulasi pakan yang berbeda.

Kadar Air

Kadar air merupakan salah satu parameter penting dalam pakan karena mempengaruhi stabilitas, daya simpan, dan kualitas fisik pakan. Pakan dengan kadar air tinggi akan lebih rentan mengalami kerusakan akibat pertumbuhan jamur dan bakteri. Selain itu, kelembapan yang berlebihan dapat mempercepat penurunan kualitas nutrisi selama penyimpanan. Pada tahap pembuatan pakan, terdapat proses pengeringan yang dilakukan dengan tujuan untuk menurunkan kadar air hingga mencapai tingkat yang aman dan stabil. Tingkat kekeringan ini juga memengaruhi tekstur pakan.

Hasil dari analisis proksimat menunjukkan bahwa kadar air pada pakan sebesar 9,85%. Apabila dibandingkan SNI 7675:2013, yang menetapkan batas maksimal kadar air pada pakan sebesar 12%, nilai 9,85% berada di bawah batas yang diperbolehkan. Hal ini menunjukkan bahwa kadar air dalam pakan telah memenuhi standar SNI yang berlaku. Batas maksimal 12% pada standar tersebut merupakan angka tertinggi pada parameter kadar air yang masih dianggap aman untuk menjaga kualitas pakan. Apabila kadar air melebihi batas ini, risiko kerusakan selama penyimpanan akan meningkat, karena pakan akan menjadi lebih lembap dan rentan ditumbuhi mikroorganisme (Purnama *et al.*, 2024). Dengan kadar air sebesar 9,85%, pakan berada pada kondisi cukup kering dengan tingkat kelembapan yang terjaga. Nilai kadar air pada penelitian ini juga dikomparasikan dengan penelitian yang dilakukan oleh Trisnasari *et al.*, (2025) yang melaporkan kadar air pada hasil formulasi pakan yang dikembangkannya sebesar 5,72%. Sehingga nilai kadar air pada penelitian ini lebih tinggi dengan selisih 4,13%. Perbedaan nilai kadar air tersebut berkaitan dengan perbedaan komposisi bahan baku dan proses pengolahan pakan. Hal ini didukung oleh Purnama *et al.*, (2024) yang menyatakan bahwa setiap bahan baku memiliki kandungan air awal serta kemampuan mengikat air yang berbeda, sedangkan proses pengeringan memengaruhi jumlah air yang dapat diuapkan dari pakan. Oleh karena itu, variasi komposisi bahan dan perlakuan pengolahan pada setiap formulasi dapat menghasilkan perbedaan nilai akhir kadar air.

Hasil Analisis Potensi sebagai Media Pembelajaran Model PBL

Hasil analisis validasi media pembelajaran IPA berbasis video dengan model PBL disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Validasi Media Pembelajaran IPA Berbasis Video Model PBL

Aspek	Persentase (%)	Kategori Validitas
Isi Video	95	Sangat Valid
Tampilan Video	100	Sangat Valid
Bahasa	100	Sangat Valid
Kelayakan Media dalam Mendukung Pembelajaran Model PBL	96,92	Sangat Valid
a) Berpikir Kritis	95,83	Sangat Valid
b) Berpikir Kreatif	96,88	Sangat Valid
c) Komunikasi	97,50	Sangat Valid
d) Kerja Sama	97,50	Sangat Valid
Rata-rata Keseluruhan Aspek	97,98	Sangat Valid

Selanjutnya untuk memperoleh gambaran yang lebih rinci mengenai potensi media pembelajaran IPA berbasis video yang dikembangkan, maka hasil validitas berdasarkan masing-masing aspek penilaian dijelaskan sebagai berikut.

Aspek Isi Video

Aspek isi video memperoleh persentase validitas sebesar 95% dengan kategori sangat valid. Tinggi validitas pada aspek ini menunjukkan bahwa permasalahan yang disajikan telah memenuhi karakteristik masalah yang dibutuhkan dalam pembelajaran model PBL. Menurut Arends (2012), esensi permasalahan yang disajikan dalam pembelajaran model PBL melibatkan presentasi situasi yang autentik dan bermakna sehingga berfungsi sebagai landasan bagi peserta didik dalam melakukan investigasi dan penyelidikan. Hal ini diperkuat dengan pernyataan dari Barrow (2005) dalam (Evendi *et al.*, 2022) yang menyatakan bahwa salah satu karakteristik model PBL adalah

authentic problems form the organizing focus for learning, yaitu penggunaan permasalahan nyata dan autentik sebagai fokus utama pembelajaran yang menjadi titik awal bagi peserta didik dalam membangun pemahaman dan mencari solusi terhadap permasalahan yang disajikan. Lebih lanjut, pengemasan masalah dalam bentuk media berbasis video juga mendukung penyajian masalah secara lebih konkret pada sintaks 1 dalam model PBL. Apalagi media berbasis video mampu membantu peserta didik dalam memahami informasi dan konteks permasalahan dalam pembelajaran secara lebih jelas dibandingkan penyajian informasi secara verbal. Hal ini sejalan dengan karakteristik pembelajaran IPA yang mengaitkan konsep ilmiah dengan permasalahan nyata, sehingga peserta didik terlebih dahulu mengamati permasalahan sebelum mengaitkannya dengan konsep ilmiah yang lebih abstrak.

Aspek Tampilan Video

Aspek tampilan video memperoleh persentase validitas sebesar 100% dengan kategori sangat valid. Tingginya validitas pada aspek ini didukung oleh penyajian informasi yang memadukan unsur visual dan audio secara terintegrasi. Hal ini sejalan dengan Teori Kognitif Pembelajaran Multimedia yang dikemukakan oleh (Mayer & Fiorella, 2025) yang menjelaskan bahwa pembelajaran akan lebih efektif ketika informasi disajikan melalui saluran visual dan auditori secara bersamaan dengan memanfaatkan *dual-channel processing*. Tampilan video yang baik pada aspek ini ditandai dengan kejelasan visual, keterpaduan audio dan visual, serta penyajian informasi yang sistematis dan tidak membingungkan peserta didik. Keterpaduan tersebut menunjukkan bahwa tampilan video yang baik mampu menyajikan informasi secara jelas dan sistematis sehingga mudah dipahami oleh peserta didik. Kondisi ini sekaligus membantu peserta didik dalam memusatkan perhatian, mengolah informasi, dan membangun pemahaman awal terhadap permasalahan yang disajikan. Apalagi dalam konteks pembelajaran IPA, tampilan video yang baik ditandai dengan kemampuan dalam memvisualisasikan fenomena ilmiah secara nyata sehingga peserta didik dapat mengamati proses atau kejadian secara *real* dan bermakna.

Aspek Bahasa

Aspek bahasa memperoleh persentase validitas sebesar 100% dengan kategori sangat valid. Penyajian bahasa yang sederhana dan terstruktur juga membantu peserta didik dalam memusatkan perhatian pada inti permasalahan tanpa terganggu oleh kompleksitas istilah. Kondisi ini selaras dengan karakteristik peserta didik Sekolah Menengah Pertama yang berada pada tahap operasional konkret, sehingga lebih mudah memahami informasi menggunakan istilah yang dekat dengan kehidupan sehari-hari (Sari *et al.*, 2022). Dalam konteks pembelajaran model PBL, Arends (2012) juga menegaskan bahwa bahasa yang digunakan dalam pembelajaran harus mampu membantu peserta didik dalam memahami situasi masalah yang disajikan sebagai dasar dalam proses identifikasi dan penyelidikan pada tahap berikutnya. Dengan demikian, penggunaan bahasa yang sesuai dalam media berbasis video mendukung ketercapaian tujuan pembelajaran model PBL.

Aspek Kelayakan Media dalam Mendukung Pembelajaran Model PBL

Aspek kelayakan media dalam mendukung pembelajaran model PBL memperoleh persentase validitas sebesar 96,92% dengan kategori sangat valid. Dalam model PBL, penyajian masalah berperan sebagai stimulus awal pembelajaran sekaligus sarana untuk mengembangkan keterampilan berpikir dan keterampilan sosial peserta didik (Darwati & Purana, 2021). Sebagaimana dalam penelitian ini yang mencakup empat subaspek, yaitu berpikir kritis, berpikir kreatif, komunikasi, dan kerja sama yang mana masing-masing dari keterampilan tersebut dipotret untuk melihat potensi media dalam mendukung proses pembelajaran berbasis masalah.

Subaspek berpikir kritis memperoleh persentase validitas sebesar 95,83% dengan kategori sangat valid. Penilaian pada subaspek ini mengacu pada indikator berpikir kritis menurut Facione (1990) yang meliputi interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, ekplanasi, dan regulasi diri. Keenam indikator tersebut digunakan sebagai acuan dalam memotret potensi kemampuan berpikir kritis peserta didik apabila difasilitasi melalui media berbasis video yang dikembangkan dalam pembelajaran IPA model PBL. Dalam penerapannya, kemampuan tersebut mulai muncul ketika peserta didik dihadapkan pada permasalahan yang disajikan dalam video. Permasalahan yang disajikan memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk memahami dan menginterpretasikan informasi dalam video. Hal ini sejalan dengan pernyataan Arends (2012) yang menegaskan bahwa pada tahap orientasi peserta didik terhadap masalah dalam model PBL, peserta didik diarahkan untuk memahami dan mengidentifikasi situasi masalah sebagai dasar proses penyelidikan lebih lanjut. Pernyataan

tersebut memperkuat bahwa pada tahap awal pembelajaran model PBL, peserta didik mulai mengaktifkan kemampuan berpikir kritis, khususnya dalam aspek interpretasi dan analisis terhadap informasi yang diberikan.

Subaspek berpikir kreatif memperoleh persentase validitas sebesar 96,88% dengan kategori sangat valid. Penilaian pada subaspek ini mengacu pada indikator berpikir kreatif menurut Torrance (1966) yang meliputi *fluency*, *flexibility*, *originality*, dan *elaboration*. Keempat indikator tersebut digunakan sebagai acuan dalam memotret potensi kemampuan berpikir kreatif peserta didik apabila difasilitasi melalui media berbasis video yang dikembangkan dalam pembelajaran IPA model PBL. Dalam penerapannya, permasalahan yang disajikan dalam media berbasis video yang dikembangkan memberikan ruang bagi peserta didik untuk menghasilkan berbagai rumusan masalah dan solusi berdasarkan informasi yang tersedia. Hal ini sejalan dengan pernyataan Ariani *et al.*, (2024) yang menyatakan bahwa penyajian masalah yang bersifat terbuka dapat mendorong peserta didik untuk mengembangkan berbagai kemungkinan penyebab dan alternatif solusi melalui sudut pandang yang berbeda. Hal tersebut sekaligus mendukung sintaks 1 dalam pembelajaran model PBL dan memfasilitasi kemampuan aspek berpikir kreatif khususnya pada aspek *fluency*.

Subaspek komunikasi memperoleh persentase validitas sebesar 97,50% dengan kategori sangat valid. Penilaian pada subaspek ini mengacu pada indikator komunikasi menurut DeVito (2016) yang meliputi *openness*, *empathy*, *positiveness*, *supportiveness*, dan *equality*. Kelima indikator tersebut digunakan sebagai acuan dalam memotret potensi kemampuan komunikasi peserta didik apabila difasilitasi melalui media berbasis video yang dikembangkan dalam pembelajaran IPA model PBL. Dalam penerapannya, permasalahan yang disajikan dalam media berbasis video mendorong peserta didik dalam kelompok untuk melakukan komunikasi baik dalam bentuk lisan maupun tulisan. Setiap peserta didik juga memiliki kesempatan yang sama untuk berpartisipasi dalam diskusi dan menyampaikan ide yang dimiliki. Apalagi dalam pembelajaran IPA, komunikasi berperan penting dalam membantu peserta didik mengemukakan hasil penyelidikannya dan menghubungkan dengan konsep ilmiah secara tepat. Hal ini terintegrasi dengan pembelajaran model PBL dan sejalan dengan pernyataan Aziza *et al.*, (2025) bahwa pembelajaran model PBL menekankan adanya diskusi aktif dan pertukaran informasi dalam proses pemecahan masalah.

Subaspek kerja sama memperoleh persentase validitas 97,50% dengan kategori sangat valid. Penilaian pada subaspek ini mengacu pada indikator kerja sama menurut Parker (2008) yang meliputi tujuan bersama, komunikasi terbuka, kepercayaan, pembagian peran, serta dukungan dan kolaborasi. Kelima indikator tersebut digunakan sebagai acuan dalam memotret potensi kerja sama peserta didik apabila difasilitasi melalui media berbasis video yang dikembangkan dalam pembelajaran IPA model PBL. Dalam penerapannya, permasalahan yang disajikan menjadi fokus bersama yang mendorong peserta didik untuk berdiskusi dalam memahami dan mengkaji penyebab permasalahan. Proses tersebut memberikan kesempatan untuk bertukar informasi, menyepakati rumusan masalah, mendiskusikan dugaan sementara, menyampaikan hasil pengumpulan bukti melalui penyelidikan, dan mempertimbangkan berbagai alternatif solusi berdasarkan informasi yang diperoleh (Hidayah *et al.*, 2025). Tentu kerja sama terlihat ketika peserta didik bekerja dalam kelompok secara bersama. Hal ini juga sejalan dengan karakteristik model PBL yang menekankan kegiatan pemecahan masalah dilakukan melalui kerja sama dan kolaborasi antarpeserta didik dalam kelompok. Temuan ini kemudian diperkuat dengan pendapat Burhani (2022) bahwa kerja sama yang baik dalam pembelajaran ditandai dengan keterlibatan aktif setiap anggota kelompok dalam mencapai tujuan bersama.

SIMPULAN

Penelitian pada hasil analisis proksimat pakan lobster berbasis ikan rucah dengan triptofan mengindikasikan nilai yang positif karena keempat parameter yang memenuhi SNI 7675:2013. Nilai proksimat dari keempat parameter tersebut yaitu (1) Kadar protein yang didapatkan yaitu 40,33%, nilai tersebut berada di atas batas minimal standar yang ditentukan yaitu 36%; (2) Kadar lemak yang didapatkan yaitu 8,14%, nilai tersebut berada di atas batas minimal standar yang ditentukan yaitu 5%; (3) Kadar abu yang didapatkan yaitu 13,8%, nilai tersebut berada dalam rentang standar yang ditentukan yaitu di bawah 14%; (4) Kadar air yaitu 9,85%, nilai tersebut berada dalam rentang standar yang ditentukan yaitu di bawah 12%. Secara aplikatif, formulasi tersebut berpotensi dikembangkan sebagai alternatif pakan benih lobster berbasis sumber protein lokal yaitu ikan rucah dengan kandungan nutrisi yang sesuai standar. Namun, formulasi pakan ini belum diuji pengaruhnya terhadap tingkat kanibalisme benih lobster, sehingga membuka peluang untuk penelitian lanjutan. Lebih lanjut, permasalahan yang melatarbelakanginya berpotensi dimanfaatkan sebagai media

pembelajaran IPA model PBL. Potensi tersebut didukung oleh hasil validitas media yang menunjukkan persentase validitas aspek (1) Isi video sebesar 95%; (2) Tampilan video 100%; (3) Bahasa 100%; dan (4) Kelayakan media sebesar 96,92% dengan rata-rata keseluruhan sebesar 97,98% berkategori sangat valid. Hal ini berarti media yang dikembangkan sangat potensial untuk digunakan dalam pembelajaran IPA model PBL. Namun, potensi ini masih didasarkan pada hasil validasi ahli, sehingga diperlukan uji coba lapangan untuk mengetahui efektivitas penggunaannya dalam pembelajaran.

Daftar Pustaka

- Aminarty, W. (2025). *Pengaruh Jadwal Pemberian Pakan terhadap Percepatan Moulting dan Faktor Kondisi Lobster Air Tawar (Cherax quadricarinatus)*. Skripsi Universitas Hasanuddin.
- Aminuddin, A., Riskayanti, R., Takdir, T., Kasman, R. A., Ramadhani, S. R. A., & Sumardi, S. (2025). Pengaruh Kombinasi Pakan Alternatif dengan Persentase yang Berbeda terhadap Tingkat Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Benih Lobster Air Tawar (*Cherax quadricarinatus*) Di UPT Karunia Kabupaten Maros. *Journal Of Indonesian Tropical Fisheries*, 8(2), 87–96. <https://doi.org/10.33096/yjg7j672>
- Ardina, D. S. (2021). Efektivitas Penambahan Triptofan pada Pakan Komersil untuk Menekan Tingkat Kanibalisme Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 9(2), 86-96. <https://digilib.unila.ac.id/60760/>
- Arends, R I. (2012). *Learning to Teach Ninth Edition*. McGraw-Hill.
- Ariani, N. M., Riwayati, S., & Amelia, B. R. (2024). Permasalahan Open-Ended untuk Menstimulasi Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa. *Jurnal Math-Umb. Edu*, 11(3), 222-230.
- Atmaja, B., & Rafelia, V. (2022). Hubungan antara Psikobiotik dengan Gangguan Kecemasan. *Journal of the Indonesian Medical Association*, 71(6), 286–295. <https://doi.org/10.47830/jinma-vol.71.6-2021-238>
- Aziza, R. S., Irfani, D. R., Saniyah, N. M., & Azzahra, T. F. (2025). Problem Based Learning di MI. *Jurnal Manajemen Pendidikan*, 10(2), 641–657. <https://doi.org/10.34125/jmp.v10i2.596>
- BSN (Badan Standarisasi Nasional). (2013). Pakan Buatan untuk Lobster Air Tawar (*Cherax Sp*). SNI 7675:2013. Jakarta.
- Burhani, R. (2022). *Upaya Meningkatkan Hasil Belajar Tematik Melalui Model Problem Based Learning (PBL) pada Siswa Kelas IV SDN 3. Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Profesi Guru Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa*, 1(1), 28–44.
- Chen, X., Niu, J., Liu, Y., & Chen, L. (2022). The Optimum Lipid Level for the Juneville Redclaw Crayfish *Cherax quadricarinatus*: Practical Diets with Soybean Oil as the Lipid Source. *Aquaculture Nutrition*.
- Darwati, I. M., & Purana, I. M. (2021). PBL untuk Mengembangkan Cara Berpikir Kritis. *Jurnal Kajian Pendidikan Fkip Universitas Dwijendra*, 12(1), 61–69. <https://doi.org/10.46650/wa.12.1.1056.61-69>
- Evendi, E., Kusaeri, A., Kusaeri, A., Pardi, M., Sucipto, L., Bayani, F., & Prayogi, S. (2022). Assessing Students' Critical Thinking Skills Viewed from Cognitive Style: Study on Implementation of Problem Based e-Learning Model in Mathematics Courses. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(7). <https://doi.org/10.29333/ejmste/12161>
- Febriantika, F., Fisabilillah, N., & Sakti, N. C. (2021). Pengembangan Video Animasi sebagai Upaya Peningkatan Minat Belajar Peserta Didik Materi Perpajakan di Sekolah Menengah Atas. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(4), 1271–1281. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v3i4.562>
- Floreto, E. A. T., Bayer, R. C., & Brown, P. B. (2000). The Effects of Soybean Based Diets With and Without Amino Acid Supplementation on Growth and Biochemical Composition of Juneville American Lobster (*Homarus americanus*). *Aquaculture*, 189(3-4), 211-235. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(00\)00363-X](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(00)00363-X).

- Hadijah, S. (2015). Pengaruh Perbedaan Dosis Pakan terhadap Laju Pertumbuhan dan Sintasan Lobster Air Tawar Capit Merah. *OCTOPUS: Jurnal Ilmu Perikanan*, 4(1), 375-380. <https://doi.org/10.26618/octopus.v4i1.574>.
- Handajani, H., Zahroh, F., Prasetyo, D., & Andriawan, S. (2025) Optimizing Growth and Shell Prigmentation in *Cherax quadricarinatus* Juneviles using Purple Sweet Potato Extract. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation (AACL Bioflux)*, 18(4), 1970-1983.
- Hardy, R. W. (2010). Utilization of Plant Proteins in Fish Diets: Effects of Global Demand and Supplies of Fishmeal. *Aquaculture Research*, 41(5), 770-776. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2009.02349.x>.
- Hidayah H., N., Bahrani, B., & Amri, A. (2025). Internalisasi Metode Ilmiah melalui Kegiatan Kolaborasi Diskusi Kelompok an Presentasi Makalah. *Journal of Instructional and Development Researches*, 5(6), 658-667. <https://doi.org/10.53621/jider.v5i6.668>
- Latar, D. I. (2025). Reproductive Biology of Crabs: Molecular Mechanisms, Hormonal Regulation, Environmental Factors, and Implications for Sustainable Aquaculture. *Jurnal Agribisnis Perikanan*, 18(2), 506-514. <https://doi.org/10.52046/agrikan.v18i2.2720>
- Maulana, R. (2026). Performa Adaptasi Rajungan (*Portunus pelagicus*) yang Diberi Pakan Ikan Rucuh Berbeda. Skripsi Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Mayer, R. E., & Fiorella, L. (2022). *The Cambridge Handbook Of Multimedia*. Cambridge University Press.
- Miptah, S., Novita, M. Z., & Supendi, A. (2024). Pertumbuhan Lobster Air Tawar (*Cherax quadricarinatus*) yang Diberi Pakan Pasta berupa Campuran Pelet, Keong, dan Singkong. *Manfish: Jurnal Ilmiah Perikanan dan Peternakan*, 2(2), 166-178. <https://doi.org/10.62951/manfish.v2i2.67>
- Purnama, I., Safitri, A. R., & Ali, A. M. (2024). Study Literatur Manajemen Penyimpanan Bahan Pakan Jagung, Dedak, dan Tepung Ikan untuk Ternak Unggas. *Jurnal Peternakan Borneo*, 3(2), 35-42. <https://doi.org/10.34128/jpb.v3i2.3>
- Rachmawati, D., Hutabarat, J., Fiat, A. I., Elfitasari, T., Windarto, S., & Dewi, E. N. (2021). Penambahan Asam Amino Triptofan dalam Pakan terhadap Tingkat Kanibalisme dan Pertumbuhan *Litopenaeus vannamei*. *Jurnal Kelautan Tropis*, 24(3), 343-352. <https://doi.org/10.14710/jkt.v24i3.11723>
- Sameh, A., Abdul, R., Ashiq, H., Samina, K., Nida, F., Farzana, S., Sidrah, Mohamed, A., Khaled, S., & Tuba, E. (2025). Valorization of Fish Oil from Processing by Products: Composition, Nutritional Value, and Potential Applications. *Applied Food Research*, 5(2). <https://doi.org/10.1016/j.afres.2025.101552>
- Sari, C. N., Al-Illahiyah, L. H., & Nasution, J. S. (2022). Karakteristik Perkembangan Kognitif Peserta Didik: Kognitif, Anak, dan Pengembangan. *Edu Manage:Journal of STAI Nurul Ilmi Tanjungbalai*, 2(2), 1-12.
- Shidqi, M. T., Pi, S., Sugiono, S. P. (2025). *Optimalisasi Pertumbuhan Ikan Patin melalui Suplemen Lisin*. CV Dunia Penerbitan Buku.
- Sinaga, D., Tomaso, A. M., Selang, D. J., Abdullah, N., Andriani, R., Yusuf, M. A. (2025). *Teknologi dan Manajemen Pemberian Pakan*. PT. Kamiya Jaya Aquatic.
- Syah, S. U., & Riza, S. (2019). Pemanfaatan Ikan Rucuh sebagai Bahan Baku Industri Tepung Ikan. *IPTEKIN: Jurnal Kebijakan Pembangunan dan Inovasi*, 5(2), 64-75.
- Trisnasari, V., Subandiyono, S., & Hastuti, S. (2020). Pengaruh Triptofan dalam Pakan Buatan terhadap Tingkat Kanibalisme dan Pertumbuhan Lobster Air Tawar (*Cherax quadricarinatus*). *Jurnal Sains Akuakultur Tropis*, 4, 5, 19-30. <https://doi.org/10.14710/sat.v4i1.6064>.
- Usman. (2017). *Pembuatan Pakan Ikan Berbahan Baku Lokal*. Maros: Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Payau.
- Wen, C., Ma, S., Tian, H., Jiang, W., Jia, X., Zhang, W., & Zhang, D. (2022). Evaluasi Efek Penghematan Protein dari Karbohidrat dalam Pakan Udang Karang (*Pocambarus clarkii*). *Jurnal Akuakultur*, 556, 738275.