

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Penggunaan e-modul sebagai media pembelajaran digital menunjukkan kemajuan dalam penyampaian materi sains yang kompleks karena memungkinkan integrasi teks, visual, dan konten interaktif yang terstruktur sehingga mendukung visualisasi konsep fisiologi hewan dan belajar mandiri mahasiswa (Fatma et al., 2025). E-modul berbasis digital yang dirancang dengan model pembelajaran yang tepat, seperti *Discovery Learning* atau PBL, juga dilaporkan valid, praktis, serta mampu meningkatkan pemahaman konsep dan literasi sains dalam pembelajaran biologi (Fatma et al., 2025).

Kondisi e-modul yang tersedia saat ini masih bersifat umum dan belum secara khusus menyajikan contoh kasus empiris yang berkaitan langsung dengan proses fisiologis pada hewan, sehingga mahasiswa cenderung menerima informasi teori tanpa melihat aplikasi nyata mengenai hubungan komposisi pakan dengan respons fisiologis dalam tubuh hewan. Kajian fisiologi hewan mencakup proses pencernaan, metabolisme, regulasi homeostasis, dan aktivitas organ, yang menuntut pemahaman terhadap bagaimana nutrisi dipecah, diserap, dan dimanfaatkan oleh tubuh hewan (Billman, 2020).

Pakan memiliki peran penting dalam proses fisiologi hewan karena komposisi nutriennya menentukan mekanisme pencernaan, metabolisme, serta distribusi energi dan zat gizi ke organ-organ fisiologis. Oleh karena itu, konteks pakan relevan digunakan sebagai contoh empiris dalam pembelajaran fisiologi hewan karena menunjukkan keterkaitan langsung antara kandungan nutrisi, senyawa bioaktif, dan respons fisiologis tubuh hewan.

Daun kelor (*Moringa oleifera*) memiliki profil nutrisi tinggi termasuk protein dan mikronutrien yang dilaporkan mendukung fungsi pencernaan dan metabolisme hewan melalui peningkatan digestibilitas pakan dan nilai gizi diet (Khan et al., 2021). Daun pepaya (*Carica papaya L.*) mengandung berbagai senyawa bioaktif seperti papain, flavonoid (quercetin, kaempferol), dan asam fenolat (*caffeic acid*) yang memiliki aktivitas antioksidan. Papain merupakan enzim proteolitik utama yang telah lama dimanfaatkan untuk membantu proses pencernaan protein, sehingga berpotensi mendukung fungsi fisiologis terkait metabolisme nutrisi melalui aktivitas proteolitiknya (Kong et al., 2021). Daun kipahit (*Tithonia diversifolia*) mengandung berbagai senyawa bioaktif seperti flavonoid dan fenolik yang berperan sebagai antioksidan, sehingga berpotensi digunakan sebagai bahan pakan fungsional dalam sistem budidaya melalui peningkatan kesehatan fisiologis dan efisiensi pemanfaatan nutrisi (Almayda et al., 2025). Selain potensi nutrisi dan fisiologis tersebut, berbagai penelitian menunjukkan bahwa ketiga bahan herbal ini telah diaplikasikan dalam

formulasi pakan ikan dan memberikan pengaruh positif terhadap sintasan, efisiensi pakan, pertumbuhan, serta kesehatan ikan, sehingga relevan dikembangkan sebagai bahan pakan suplemen berbasis herbal dalam kajian fisiologi hewan (Vijayaram et al., 2023).

Berdasarkan potensi nutrisi, peran fisiologis, serta dukungan hasil penelitian sebelumnya, formulasi pakan berbahan herbal layak dikembangkan sebagai sumber belajar kontekstual dalam mata kuliah Fisiologi Hewan melalui penyusunan e-modul berbasis data penelitian kandungan gizi pakan suplemen ikan.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pengembangan e-modul flipbook menghasilkan media pembelajaran yang layak digunakan. Hasil validasi menunjukkan bahwa e-modul flipbook memenuhi aspek kelayakan dari segi materi, bahasa, dan media, sehingga dinyatakan valid dan dapat digunakan dalam proses pembelajaran (Faizah et al., 2023). Namun demikian, e-modul fisiologi hewan atau materi biologi terkait hewan yang tersedia umumnya masih menyajikan konten konseptual dan belum mengintegrasikan hasil penelitian empiris mengenai kandungan fitokimia bahan pakan herbal serta analisis kandungan gizi pakan suplemen ikan sebagai konten utama pembelajaran. Kondisi ini menunjukkan adanya kebutuhan akan bahan ajar yang mengaitkan data penelitian pakan herbal dengan konsep fisiologi pencernaan dan metabolisme hewan.

B. Batasan Masalah

1. E-modul dalam penelitian ini berbasis hasil penelitian kandungan gizi pakan suplemen ikan berbahan herbal dan disusun sebagai bahan ajar fisiologi hewan. E-modul disajikan dalam bentuk teks, gambar pendukung, dan data hasil penelitian, disusun menggunakan aplikasi Microsoft Word dan Canva, serta dipublikasikan melalui platform Flip HTML5 untuk mendukung pembelajaran mandiri mahasiswa.
2. Bahan herbal yang digunakan dalam penelitian ini dibatasi pada kombinasi serbuk daun kelor (*Moringa oleifera*), daun pepaya (*Carica papaya*), dan daun kipahit (*Tithonia diversifolia*), tanpa perlakuan penggunaan daun tunggal.
3. Analisis fitokimia dalam penelitian ini dibatasi pada pengujian serbuk masing-masing daun herbal sebagai bahan baku pakan untuk mengidentifikasi keberadaan senyawa bioaktif secara kualitatif, meliputi alkaloid, flavonoid, tanin, saponin, dan fenolik, tanpa penentuan kadar atau uji lanjutan terhadap aktivitas biologis senyawa tersebut.
4. Analisis kandungan gizi dalam penelitian ini dibatasi pada pakan suplemen ikan berbentuk pelet hasil formulasi campuran serbuk herbal. Analisis dilakukan menggunakan uji proksimat, yang meliputi kadar air, kadar abu, protein kasar, dan lemak kasar.

C. Rumusan Masalah

1. Bagaimana penyusunan e-modul fisiologi hewan berbasis penelitian kandungan gizi pakan suplemen ikan berbahan herbal?

2. Bagaimana kandungan fitokimia serbuk daun kelor (*Moringa oleifera*), daun pepaya (*Carica papaya*), dan daun kipahit (*Tithonia diversifolia*) berperan sebagai bahan baku pakan suplemen ikan?
3. Bagaimana kandungan gizi dari formulasi pakan berbahan kombinasi daun kelor (*Moringa oleifera*), daun pepaya (*Carica papaya*), dan daun kipahit (*Tithonia diversifolia*)?

D. Tujuan Penelitian

1. Untuk menyusun e-modul fisiologi hewan yang disusun berdasarkan hasil penelitian kandungan gizi pakan suplemen ikan berbahan herbal sebagai sumber pembelajaran yang kontekstual dan berbasis data.
2. Untuk menganalisis kandungan fitokimia serbuk daun kelor (*Moringa oleifera*), daun pepaya (*Carica papaya*), dan daun kipahit (*Tithonia diversifolia*) berperan sebagai bahan baku pakan suplemen ikan.
3. Untuk menganalisis kandungan gizi dari formulasi pakan berbahan kombinasi daun kelor (*Moringa oleifera*), daun pepaya (*Carica papaya*), dan daun kipahit (*Tithonia diversifolia*)

E. Kegunaan Penelitian

1. Bagi Mahasiswa

Hasil penelitian ini memberikan e-modul fisiologi hewan berbasis data nilai gizi dan fitokimia pakan herbal yang dapat digunakan mahasiswa untuk memahami hubungan antara komposisi pakan dan proses fisiologis hewan seperti pencernaan dan metabolisme. Mahasiswa tidak hanya mempelajari teori, tetapi juga dapat menganalisis data nyata

hasil uji laboratorium, sehingga keterampilan berpikir ilmiah, literasi sains, dan pemahaman fisiologi nutrisi hewan dapat ditingkatkan secara langsung melalui pembelajaran berbasis bukti.

2. Bagi Dinas Perikanan

Hasil analisis kandungan fitokimia dan kandungan gizi pakan herbal berbasis kelor, pepaya, dan kipahit dapat dimanfaatkan sebagai data pendukung dalam pengembangan pakan alternatif berbahan lokal. Data ini dapat digunakan sebagai dasar awal untuk seleksi bahan baku suplemen pakan yang memiliki potensi nutrisi dan senyawa bioaktif, sehingga dapat mendukung program efisiensi pakan, pengurangan ketergantungan bahan impor, dan pengembangan inovasi pakan ikan yang lebih berkelanjutan di tingkat daerah.

3. Bagi Masyarakat

Hasil penelitian ini memberikan informasi awal mengenai potensi daun kelor, pepaya, dan kipahit sebagai bahan herbal suplemen pakan ikan berdasarkan kandungan gizi dasar dan senyawa bioaktifnya. Informasi tersebut dapat dimanfaatkan oleh masyarakat, khususnya pembudidaya ikan skala kecil, sebagai bahan pertimbangan dalam pemilihan bahan tambahan pakan berbasis sumber daya lokal yang mudah diperoleh, tanpa menggantikan fungsi pakan utama yang digunakan.

F. Definisi Operasional Variabel

i. E-Modul Fisiologi Hewan

E-modul fisiologi hewan adalah bahan ajar digital yang menyajikan materi fisiologi pencernaan, metabolisme, dan fungsi organ ikan secara teoritis, dilengkapi data empiris dari hasil uji fitokimia dan kandungan gizi serbuk daun herbal. E-modul menampilkan informasi melalui teks, gambar, tabel, dan diagram hasil laboratorium, sehingga mahasiswa dapat memahami hubungan langsung antara kandungan nutrisi dan proses fisiologis, serta mengembangkan keterampilan berpikir ilmiah dan literasi sains.

ii. Fitokimia Serbuk Herbal

Fitokimia serbuk herbal adalah senyawa bioaktif dalam daun kelor, pepaya, dan kipahit, diuji secara kualitatif di laboratorium menggunakan prosedur pengujian fitokimia untuk mendeteksi keberadaan alkaloid, flavonoid, tanin, saponin, dan fenolik. Analisis ini menunjukkan potensi senyawa bioaktif dalam mendukung aktivitas enzim pencernaan dan metabolisme nutrisi. Data fitokimia digunakan dalam e-modul untuk menyajikan contoh empiris hubungan senyawa bioaktif dengan fungsi fisiologis hewan.

iii. Kandungan Gizi Pakan Herbal

Kandungan gizi serbuk herbal merujuk pada nutrisi dasar daun herbal yang dianalisis menggunakan uji proksimat terbatas, meliputi kadar air, kadar abu, protein kasar, dan lemak kasar. Hasil ini menjadi

data empiris dalam e-modul untuk menjelaskan bagaimana nutrisi dari pakan herbal berkaitan dengan proses pencernaan dan metabolisme ikan, sekaligus memberikan contoh nyata interpretasi data laboratorium.

iv. Formulasi Pakan Herbal

Formulasi pakan herbal adalah komposisi pakan ikan berbentuk pelet yang disusun dalam skala 250 gram per formulasi, dengan struktur dasar pakan buatan ikan yang mengacu pada formulasi Dharmawangsa University. Komposisi pakan terdiri atas dedak padi 40%, tepung tapioka 7%, dan premix vitamin mineral 7%, yang digunakan sama pada seluruh perlakuan. Bahan herbal yang digunakan dalam penelitian ini berupa tepung daun kelor (*Moringa oleifera*), tepung daun pepaya (*Carica papaya*), dan tepung daun kipahit (*Tithonia diversifolia*) yang berperan sebagai variabel perlakuan. Ketiga bahan tersebut dikombinasikan secara proporsional ke dalam tiga formulasi pakan, yaitu F1 (kombinasi kelor dan pepaya), F2 (kombinasi pepaya dan kipahit), dan F3 (kombinasi kelor dan kipahit). Struktur dasar formulasi pakan diadaptasi dari penelitian formulasi pakan buatan ikan yang dilaporkan dalam *Jurnal Aquaculture Indonesia*, dengan penyesuaian pada jenis bahan herbal yang digunakan (Hasibuan et al., 2025). Selain itu, komposisi bahan pendukung seperti dedak padi, tepung tapioka, dan premix disusun berdasarkan rujukan dari *Jurnal Riset Akuakultur* yang membahas kebutuhan nutrisi pakan ikan untuk mendukung performa pertumbuhan optimal (Tahapari & Darmawan, 2018).