

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini, sampah menjadi salah satu masalah lingkungan terbesar di dunia. Menurut data Bank Dunia (*World Bank*), dunia menghasilkan lebih dari 2 miliar ton sampah setiap tahunnya. Permasalahan ini bukan hanya berkaitan dengan cara pengelolaan sampah, tetapi juga dengan pola konsumsi masyarakat yang terus meningkat (Mubarok *et al.*, 2025). Berdasarkan data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) tahun 2022, jumlah sampah di Indonesia mencapai sekitar 68,7 juta ton per tahun yang didominasi oleh sampah organik, terutama sampah sisa makanan yang mencapai 41,27% dari total timbunan sampah. Sekitar 38,28% sampah tersebut berasal dari limbah rumah tangga. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan juga melaporkan bahwa hanya sekitar 7% dari total sampah yang berhasil didaur ulang setiap tahunnya. Kondisi ini berdampak terhadap lingkungan, seperti pencemaran tanah dan air, serta menimbulkan gangguan kesehatan masyarakat akibat bau tidak sedap yang berasal dari penumpukan limbah organik. Data tersebut menunjukkan bahwa pengelolaan sampah organik di Indonesia masih belum optimal sehingga diperlukan upaya pemanfaatan limbah menjadi produk yang memiliki nilai tambah.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah memanfaatkan limbah organik menjadi bahan baku yang lebih bernilai. Limbah organik memiliki potensi yang besar untuk dimanfaatkan kembali karena masih mengandung berbagai nutrisi, seperti karbohidrat, protein, lemak, vitamin, dan mineral yang dapat dijadikan sebagai sumber bahan baku apabila dikelola dengan baik (Andriani *et al.*, 2024). Limbah organik memiliki potensi yang besar untuk dimanfaatkan kembali. Kandungan nutrisi seperti karbohidrat, protein, lemak, vitamin, dan mineral dalam limbah organik dapat di jadikan sebagai sumber bahan baku yang bernilai jika dikelola dengan baik (Indriyanti *et al.*, 2011). Berbagai penelitian menunjukkan bahwa limbah organik, seperti sisa makanan rumah tangga, kantin, pasar, maupun industri pangan masih memiliki kandungan nutrisi yang cukup tinggi sehingga berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku berbagai produk, salah satunya pakan ikan. Selain mampu mengurangi jumlah limbah yang dibuang ke lingkungan, pemanfaatan limbah organik juga sejalan dengan konsep ekonomi sirkular dan mendukung Sustainable Development Goals (SDGs), khususnya SDG 12 tentang konsumsi dan produksi yang bertanggung

jawab, SDG 13 tentang penanganan perubahan iklim, serta SDG 14 tentang keberlanjutan ekosistem perairan (Irhamisyah *et al.*, 2019).

Selain limbah organik, terdapat limbah lain yang juga memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku pakan, yaitu limbah darah sapi dari Rumah Potong Hewan (RPH). Limbah darah RPH merupakan sumber limbah yang melimpah namun belum dimanfaatkan secara maksimal. Produksi darah sapi mencapai sekitar 11,9 juta kg per tahun, namun pemanfaatannya masih sangat terbatas (Utomo *et al.*, 2014). Limbah darah umumnya belum dimanfaatkan secara optimal dan sering kali dibuang langsung ke lingkungan. Darah memiliki kandungan bahan organik dan protein yang tinggi sehingga apabila tidak dikelola dengan baik dapat meningkatkan beban pencemaran lingkungan, terutama pada perairan di sekitar lokasi pemotongan (Ramadhan *et al.*, 2015). Di sisi lain, darah sapi memiliki kandungan protein yang tinggi sehingga berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber protein alternatif dalam berbagai formulasi pakan. Dengan demikian, limbah organik dan limbah darah merupakan dua jenis limbah dari sektor yang berbeda yang sama-sama berpotensi dimanfaatkan menjadi bahan baku bernilai ekonomi.

Potensi kedua jenis limbah tersebut menjadi semakin penting apabila dikaitkan dengan meningkatnya kebutuhan pakan ikan di Indonesia. Hal tersebut sejalan dengan permintaan terhadap produk perikanan terus mengalami peningkatan seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan meningkatnya kesadaran masyarakat akan pentingnya konsumsi protein hewani. Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) melaporkan bahwa produksi perikanan budidaya terus meningkat setiap tahun sehingga kebutuhan pakan juga semakin besar. Namun, sebagian besar kebutuhan pakan masih bergantung pada pakan komersial dari industri besar dengan bahan baku yang sebagian masih impor, seperti tepung ikan. Akibatnya, harga pakan menjadi relatif tinggi dan menjadi beban utama bagi pembudidaya (Prajayati *et al.*, 2020). Biaya pakan dalam budidaya ikan di Indonesia dapat mencapai sekitar 60–80% dari total biaya produksi sehingga efisiensi penggunaan pakan sangat menentukan keberhasilan usaha budidaya.

Tingginya kebutuhan pakan yang tidak diimbangi dengan ketersediaan bahan baku lokal yang murah dan berkelanjutan menjadi tantangan besar dalam pengembangan sektor perikanan (Lahindah *et al.*, 2017). Salah satu alternatif yang dapat dikembangkan adalah pemanfaatan limbah organik dan limbah darah

sebagai bahan baku pelet pakan ikan. Pelet pakan ikan tidak hanya harus memiliki kandungan nutrisi yang lengkap, tetapi juga dibuat dari bahan baku yang ekonomis dan mudah diperoleh. Limbah organik berpotensi menjadi sumber energi, sedangkan tepung darah sapi dapat dimanfaatkan sebagai sumber protein alternatif. (Wedhasari & Ruhyat, 2025).

Pemanfaatan limbah sebagai pakan memiliki beberapa kendala, seperti kandungan nutrisi yang tidak stabil, kadar air tinggi pada limbah organik, serta rendahnya pencernaan protein pada tepung darah. Solusi yang dapat dilakukan adalah dengan penggunaan teknologi enzim, khususnya enzim protease. Enzim tersebut bekerja dengan cara memecah protein kompleks menjadi bentuk yang lebih sederhana sehingga lebih mudah dicerna oleh ikan (Sedijani *et al.*, 2023). Penggunaan enzim ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas nutrisi bahan baku pakan berbasis limbah dengan mengoptimalkan pemanfaatan protein yang terkandung di dalamnya. Penambahan enzim protease memiliki beberapa kelebihan, diantaranya meningkatkan pencernaan dan ketersediaan nutrisi, mengurangi protein yang tidak tercerna, meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan, serta mendukung pertumbuhan ikan yang lebih optimal. Dengan demikian, penambahan enzim diharapkan dapat meningkatkan kualitas nutrisi dan pencernaan pakan berbasis limbah sehingga penggunaannya menjadi lebih efektif dan memiliki nilai ekonomi yang lebih tinggi. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk memanfaatkan dua sumber limbah yang berbeda, yaitu limbah organik dan limbah darah, dengan penambahan enzim sebagai teknologi pendukung untuk menghasilkan pelet pakan ikan yang bernilai gizi tinggi, mudah dicerna, efisien dimanfaatkan oleh ikan, dan ekonomis..

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh jumlah limbah organik terhadap kualitas nutrisi dan karakteristik fisik pelet pakan ikan?
2. Bagaimana pengaruh konsentrasi enzim protease terhadap kualitas nutrisi dan karakteristik fisik pelet pakan ikan?
3. Bagaimana interaksi antara proporsi limbah organik dan konsentrasi enzim protease terhadap kualitas pelet pakan ikan yang dihasilkan?
4. Bagaimana menentukan perlakuan terbaik dari kombinasi jumlah limbah organik dan konsentrasi enzim protease berdasarkan kualitas nutrisi dan fisik pelet pakan ikan?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh dari jumlah limbah organik terhadap kualitas nutrisi dan karakteristik fisik pelet pakan ikan.
2. Menganalisis pengaruh konsentrasi enzim protease terhadap kualitas nutrisi dan karakteristik fisik pelet pakan ikan.
3. Menganalisis interaksi antara proporsi limbah organik dan konsentrasi enzim protease terhadap kualitas pelet ikan.
4. Menentukan perlakuan terbaik dari kombinasi jumlah limbah organik dan konsentrasi enzim protease berdasarkan kualitas nutrisi dan fisik pelet pakan ikan.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Penelitian ini dapat memberikan alternatif pakan pelet ikan dengan bahan baku lokal murah dan mudah didapat, sehingga dapat mengurangi biaya produksi.
2. Penelitian ini dapat menjadi referensi dalam pengembangan formulasi pakan pelet ikan berbasis limbah dengan penambahan enzim untuk meningkatkan nutrisi.
3. Penelitian ini berkontribusi dalam inovasi pakan pelet ikan ramah lingkungan, ekonomis, dan mendukung keberlanjutan sektor perikanan.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Penelitian ini menggunakan bahan baku utama limbah organik (nasi dan sayur).
2. Sumber protein yang digunakan hanya darah sapi dari limbah Rumah Potong Hewan (RPH).
3. Enzim yang digunakan dalam penelitian ini hanya enzim protease dari buah nanas.
4. Pengaruh yang diamati terbatas pada kualitas fisik dan kimia pelet.
5. Analisis hanya dilakukan terhadap hasil akhir pelet tanpa menguji perubahan nutrisi