

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kebutuhan senyawa *flavor* dalam industri terus meningkat seiring dengan perannya yang dapat memperbaiki kualitas sensoris produk pangan yang menurun akibat proses pengolahan maupun untuk meningkatkan daya tarik konsumen. *Flavor* merupakan senyawa yang mampu memberikan rasa, aroma, atau sensasi tertentu (Setiarto *et al.*, 2024). Senyawa *flavor* dapat diperoleh dari sintesis petrokimia atau ekstraksi dari tanaman. Pada abad ke-19, komersialisasi *flavor* dan *fragrance* dalam skala industri dimulai dengan mengisolasi bahan kimia tunggal yang bertanggung jawab atas aroma seperti sinamaldehida dari minyak kayu manis dan benzaldehida dari minyak almond dengan perkiraan konsumsi *flavor* pada tahun 2006 untuk sinamaldehida mencapai 3000 ton. Tingginya permintaan senyawa *flavor*, ketersediaan ekstrak alami yang terbatas, serta biaya ekstraksi yang tinggi menjadikan sintesis *flavor* secara kimia menggunakan bahan turunan minyak bumi muncul sebagai solusi yang menjanjikan. Namun sintesis dengan metode ini juga menghadapi tantangan seperti sifatnya yang tidak ramah lingkungan karena penggunaan katalis logam berat serta bahan minyak mentah yang terbatas (Schwab *et al.*, 2008). Selain itu label “alami” saat ini lebih disukai konsumen karena dianggap lebih aman untuk dikonsumsi. Berbagai tantangan tersebut mendorong dikembangkannya alternatif lain berupa biosintesis menggunakan mikroorganisme melalui proses fermentasi atau biokonversi menggunakan enzim. Menurut Dickey *et al.*, (2024) proyeksi pasar untuk molekul rasa dan aroma yang dibuat secara

biosintesis seperti 2-fenetiletanol pada tahun 2019 mencapai US\$ 700 juta sementara pada tahun 2024 proyeksi pasar vanilin mencapai US\$ 950 juta, piperonal sebesar US\$ 360 juta, benzaldehida sebesar US\$ 320 juta, dan α -heksil sinamaldehyda sebesar US\$ 460 juta.

Produksi senyawa *flavor* dari proses fermentasi melibatkan berbagai mikroorganisme seperti *Sacharomyces cerevisiae*, *Pichia pastoris*, *Kluyveromyces marxianus*, *Eschericia coli*, sianobakteri (*Synechocystis* sp.), *Yarrowia lipolytica*, *Corynebacterium glutamicum*, *Deinococcus radiodurans*, *Candida gliserinogenes*, *Rhodobacter sphaeroides*, *Rhodobacter capsulatus*, *Bacillus licheniformis* dan *Ustilago maydis* (Dickey *et al.*, 2024). Asam amino aromatik seperti fenilalanin dapat ditambahkan sebagai prekursor pembentukan senyawa aroma seperti yang dilakukan Rajendran *et al.* (2024) yang mendapatkan senyawa *flavor* turunan fenilalanin dengan aroma almond dan *burnt sugar* (benzaldehyda) dan aroma bunga (feniletil alkohol dan benzil alkohol) dari bakteri asam laktat *Levilactobacillus brevis* WLP672. Senyawa *flavor* yang diproduksi melalui tahap fermentasi dianggap sebagai “rasa alami” yang sejalan dengan permintaan konsumen. Biosintesis ini bersifat lebih ramah lingkungan disebabkan potensi penggunaan limbah atau produk samping pertanian sebagai substrat. Contoh senyawa *flavor* lain yang berkontribusi dalam memberikan aroma yaitu alkohol isoamil (pisang), asam isovalerat (asam, *fruity*), isoamil asetat (*fruity*), guaiakol (gula bakar), fenil etil alkohol (mawar), dan fenil etil asetat (madu, bunga) (Gunaser *et al.*, 2022).

Penelitian yang mengeksplorasi senyawa *bioflavor* secara luas telah dilakukan dengan berbagai sampel makanan fermentasi tradisional seperti dari

Tianpei (fermentasi biji-bijian) yang menghasilkan *flavor* utama golongan ester dan alkohol yang berkontribusi pada aroma buah dan lemak (Feng *et al.*, 2026), *Longtian Zharou* (fermentasi daging babi dan irisan lobak kering) dengan *flavor* golongan alkohol yang berkontribusi pada aroma seperti bunga mawar dan berlemak (Lou *et al.*, 2025), *Sufu* (fermentasi kedelai) dengan *flavor* golongan ester yang berkontribusi pada aroma buah (Xie *et al.*, 2024), *Suanyu* (fermentasi ikan air tawar) dengan *flavor* golongan alkohol, aldehida, ester dan senyawa fenolik. Golongan alkohol yaitu feniletanol yang berkontribusi pada aroma manis seperti mawar dan 1-oktena-3-alkohol yang beraroma seperti jamur. Golongan aldehida yaitu heksanal (aroma rumput dan ikan), nonanal (aroma bunga dan rumput), heptanal (aroma jeruk) dan benzaldehida (aroma jamur dan almond). Golongan ester yaitu etil kaproat (aroma buah dan anggur), etil kaprilat (aroma *brendy*) serta senyawa fenolik yaitu eugenol (aroma seperti cengkeh) (Zhang *et al.*, 2022).

Selain menghasilkan berbagai senyawa *bioflavor*, proses fermentasi dari bakteri asam laktat (BAL) juga menghasilkan metabolit lain yang memiliki nilai ekonomi tinggi, salah satunya adalah asam laktat. Secara global, pasar asam laktat pada tahun 2021 mencapai nilai US\$ 3,2 miliar dan pada tahun 2030 diprediksi nilainya akan mencapai US\$ 6,9 miliar dengan pertumbuhan tahunan sebesar 8,91%. Peningkatan ini berkaitan dengan aplikasinya dalam bidang pangan, kosmetik, perawatan pribadi dan bioplastik (Kim *et al.*, 2022). Asam laktat menjadi produk utama dalam fermentasi gula oleh bakteri asam laktat, seperti *Lactobacillus plantarum* UA3 yang menghasilkan asam laktat sebesar 0,92% (Noor *et al.*, 2017). Fenilalanin juga dapat ditambahkan dalam proses produksi asam laktat seperti yang dilakukan

Sriphochanart *et al.* (2011) yang menggunakan fenilalanin dan tirosin pada *Pediococcus acidilactici* untuk menghasilkan biomassa dan laju produksi asam laktat tertinggi.

Berdasarkan data yang telah diuraikan menunjukkan tingginya potensi pasar *bioflavor* dan asam laktat di dunia industri, terlebih konsumen yang semakin sadar akan penggunaan bahan alami dan proses yang ramah lingkungan. Bakteri asam laktat dalam penelitian yang telah disebutkan memiliki peran dalam pembentukan senyawa *flavor* dan asam laktat. Bakteri tersebut dapat diisolasi dari berbagai sampel pangan fermentasi. Indonesia memiliki beragam produk pangan fermentasi seperti tempe, dadih, tempoyak, naniura, peda dan bekasam. Menurut Miftachurrochmah *et al.*, (2025) bekasam telah ada sejak zaman kerajaan Sriwijaya dan digunakan sebagai metode pengawetan hasil panen ikan selama musim migrasi ikan seluang di sungai Musi. Ikan seluang termasuk dalam ikan air tawar dan persebarannya dapat ditemukan di beberapa perairan di Indonesia seperti di sungai Kampar Kanan dan Rengau (Riau), sungai Kumpeh Muaro Jambi, sungai Barito (Kalimantan Selatan) dan Sungai Rungan (Kalimantan Tengah) (Haris *et al.*, 2018). Pada bekasam juga terjadi proses fermentasi spontan oleh bakteri asam laktat (BAL) (Melia *et al.*, 2019).

Isolasi BAL dari pangan fermentasi seperti bekasam dilakukan untuk mendapatkan isolat murni yang selanjutnya dilakukan karakterisasi untuk mengetahui ciri morfologi koloni dan sel, aktivitas katalase dan kemampuan produksi asam laktat sehingga memperkuat dugaan bahwa isolat yang didapatkan merupakan bakteri asam laktat. Morfologi koloni BAL memiliki warna putih atau

krem dengan bentuk *circular* atau *punctiform*, tepi *entire* atau *undulate*, dan elevasi *convex*, *raised* atau *flat* (Putri & Kusdiyantini, 2018). Morfologi sel dicirikan dengan bentuk *coccus* atau *bacil* serta Gram positif. Selain itu, BAL memiliki ciri katalase negatif dan mampu menghasilkan asam laktat (Putri *et al.*, 2014).

Skrining senyawa *flavor* yang diproduksi mikroorganisme dilakukan dengan bantuan *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS). Penggunaan metode GC-MS dikarenakan spesifisitas dan sensitivitas yang tinggi untuk analisis senyawa *flavor* serta analisis kuantitasnya. Senyawa *flavor* yang terdiri atas berbagai senyawa volatil dapat menguap kemudian memisah dalam kolom kromatografi gas berdasarkan perbedaan interaksi dengan fase diam. Senyawa yang telah memisah selanjutnya mengalami ionisasi dan fragmentasi dalam spektrofotometer massa membentuk spektrum massa yang dapat digunakan untuk identifikasi jenis senyawa (Martin, 2024).

Penelitian terkait produksi senyawa bioflavor dan asam laktat dengan penambahan fenilalanin sebagai prekursor masih terbatas pada bakteri asam laktat yang diisolasi dari pangan fermentasi tradisional Indonesia. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi kemampuan bakteri asam laktat yang diisolasi dari bekasam dalam memanfaatkan fenilalanin untuk menghasilkan senyawa *bioflavor* dan asam laktat.

1.2. Rumusan Masalah

- 1.2.1. Apakah terdapat bakteri asam laktat dalam pangan fermentasi bekasam ikan seluang (*Rasbora* sp.) ?
- 1.2.2. Bagaimana karakteristik biokimia serta morfologi bakteri asam laktat yang diisolasi dari pangan fermentasi bekasam ikan seluang (*Rasbora* sp.)?
- 1.2.3. Bagaimana pengaruh penambahan fenilalanin terhadap produksi senyawa *flavor* dengan waktu inkubasi 24 jam dan 48 jam melalui metode GC-MS?
- 1.2.4. Bagaimana pengaruh penambahan fenilalanin terhadap kadar asam laktat yang diinkubasi pada 24 jam dan 48 jam dengan metode titrimetri?

1.3. Tujuan Penelitian

- 1.3.1. Mengisolasi bakteri asam laktat dari pangan fermentasi tradisional bekasam
- 1.3.2. Mengetahui karakteristik biokimia dan morfologi bakteri asam laktat yang diisolasi dari bekasam
- 1.3.3. Mengetahui pengaruh penambahan fenilalanin terhadap pembentukan senyawa *flavor* pada waktu inkubasi yang berbeda (24 jam dan 48 jam)
- 1.3.4. Mengetahui pengaruh penambahan fenilalanin sebagai prekursor terhadap produksi asam laktat pada waktu inkubasi berbeda (24 jam dan 48 jam).

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian teoritis:

- 1.4.1. Informasi dan data yang dihasilkan dalam penelitian dapat digunakan sebagai sumber pengetahuan tambahan serta rujukan dalam mikrobiologi pangan terkait karakteristik, profil pertumbuhan serta potensi produksi senyawa *bioflavor* dan asam laktat dari isolat bakteri asam laktat (BAL) pangan fermentasi tradisional.
- 1.4.2. Memberikan dasar pemahaman pengaruh penggunaan prekursor fenilalanin dalam fermentasi untuk menghasilkan senyawa flavor dan asam laktat.

Manfaat penelitian praktis:

- 1.4.3. Mendapatkan isolat bakteri asam laktat dengan potensi produksi senyawa *bioflavor* dan asam laktat sehingga berpotensi digunakan sebagai kultur *starter* untuk produksi skala industri.
- 1.4.4. Masyarakat memiliki informasi tentang senyawa *bioflavor* dan salah satu metabolit yang terkandung dalam pangan fermentasi bekasam yaitu asam laktat.