

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Fermentasi merupakan salah satu proses pengolahan makanan yang sudah diterapkan sejak dahulu. Produk fermentasi memiliki kestabilan penyimpanan yang tinggi, rendahnya risiko keracunan makanan, meningkatkan cita rasa alami dari makanan, dan kandungan nutrisi yang lebih baik karena mengandung probiotik (Siddiqui *et al.*, 2023). Zapašnik *et al.* (2022) memaparkan bahwa fermentasi merupakan proses yang menggunakan ragi, bakteri, dan jamur berfilamen dalam proses yang terdiri dari metabolisme karbohidrat, protein, dan lemak. Senyawa diasetil, asam karboksilat, aldehida, keton, dan ester berperan dalam memperkuat rasa dan karakteristik produk saat proses fermentasi.

Bakteri asam laktat (BAL) adalah bakteri Gram positif, tidak menghasilkan spora, dan berbentuk batang, kokus, dan kokobasil. BAL termasuk dalam bakteri anaerob relatif atau obligat dan mampu bertahan hidup dalam kondisi lingkungan dengan pH yang rendah. BAL menghasilkan produk utama, yaitu asam laktat dari proses metabolisme karbohidrat selama fermentasi. Selain asam laktat, BAL menghasilkan zat organik yang berperan dalam pembentukan rasa, tekstur, dan aroma yang memberikan karakteristik organoleptik yang unik pada tiap produk (Gupta *et al.*, 2018). Mokoena (2017) menyampaikan bahwa dalam produk makanan fermentasi, BAL menunjukkan beragam aktivitas anti mikroba

yang dihasilkan melalui produksi metabolit seperti asam laktat, hidrogen peroksida, dan bakteriosin. Bakteriosin tergolong dalam peptida anti mikroba yang memiliki aktivitas kuat dan disintesis oleh sejumlah mikroorganisme, salah satunya adalah BAL.

Salah satu metabolit bioaktif penting yang dapat diproduksi oleh mikroba atau BAL adalah sistein. Sistein merupakan jenis asam amino non esensial yang terdapat di dalam protein tiol dan berperan dalam menentukan struktur sekundernya (Li *et al.*, 2023). Sistein berperan penting sebagai prekursor pembentukan senyawa aroma daging atau meaty flavor melalui reaksi Maillard. Penambahan sistein yang dipanaskan dapat meningkatkan pembentukan senyawa volatil utama penyusun aroma daging, seperti 2-methyl-3-furanthiol (MFT) dan 2-furfurylthiol (FFT), yang berkontribusi besar terhadap karakteristik aroma meaty. Selain itu, sistein berperan dalam pembentukan senyawa heterosiklik sulfur melalui reaksi Maillard dengan gula pereduksi seperti xilosa, sehingga menghasilkan aroma savory dan daging matang yang khas (Zhang *et al.*, 2025). Ekstraksi keratin rambut hewan, bulu, dan rambut babi sering digunakan untuk produksi sistein dengan cara hidrolisis kimia protein (Li *et al.*, 2023). Metode tersebut merupakan metode tradisional yang sering digunakan dalam produksi sistein. Namun, produksi sistein juga memiliki permasalahan yang dibahas oleh Caballero Cerbon *et al.* (2024) yaitu sumber menghasilkan sistein yang rendah dan muncul bau yang tidak sedap. Pembuangan limbah organik yang mengandung asam klorida dapat menyebabkan masalah lingkungan dan

keselamatan manusia di sekitar tempat produksi yang menjadi kerugian terpenting dari produksi sistein.

Selain sistein, asam amino lain yang berperan penting dalam perasa makanan adalah asam glutamat. Asam glutamat salah satu asam amino yang banyak digunakan dalam proses memasak, namun umumnya asam glutamat dikemas dalam bentuk garam, sehingga namanya menjadi Monosodium Glutamat atau MSG. Asam glutamat memberikan rasa umami atau gurih pada makanan yang termasuk satu dari lima dasar cita rasa (Miftachurrochmah *et al.*, 2024). Asam glutamat secara alami ada di bahan makanan, seperti daging, boga bahari, sayuran, dan lainnya. Asam glutamat banyak ditemukan pada makanan fermentasi. BAL yang dihasilkan dari proses fermentasi akan memecah protein menjadi asam-asam amino yang lebih sederhana. Pemecahan protein menjadi asam amino melalui aktivitas proteolitik yang terjadi karena adanya proses enzimatik dari BAL tersebut (Ladensi *et al.*, 2024). Asam glutamat menjadi amino tertinggi pada bekasam kerang bulu dan bekasam ikan nila berkontribusi besar dalam menciptakan rasa umami pada bekasam (Putra *et al.*, 2020).

Jika dilihat dari sisi kehalalan, produk sistein dapat dikatakan halal jika sumber bahan produksinya termasuk hewan yang halal jika dikonsumsi, penyembelihan dan pengolahan yang benar menurut syariat Islam. Sumarlin *et al.* (2024) mengungkapkan bahwa produk asam amino seperti sistein yang bersumber dari lemak atau bulu hewan memiliki struktur kimia yang mengandung gugus sulfur dan umum digunakan sebagai pengemulsi dan

penyedap rasa gurih juga perlu diperiksa untuk mengkonfirmasi bahwa sistein tersebut tidak berasal dari sumber yang haram atau terkena kontaminasi selama proses produksinya. Selain itu, metode produksi sistein dari bulu atau rambut manusia menimbulkan masalah kehalalan dalam industri pangan muslim. Oleh karena itu, sumber alternatif dari mikroba perlu dikembangkan.

Untuk menangani permasalahan produksi dan kehalalan tersebut, peneliti mengeksplorasi pendekatan alternatif, yaitu produksi sistein menggunakan pendekatan bioteknologi dari sumber daya terbarukan. Menurut Caballero Cerbon *et al.* (2024) sejak tahun 1980-an, bakteri *Pseudomonas* sudah mulai digunakan untuk menghasilkan sistein. Menurut Li *et al.* (2023) bakteri *Escherichia coli* memiliki tingkat pertumbuhan yang cepat dan rekayasa genetika yang lebih maju dibandingkan bakteri lainnya. Sedangkan *Corynebacterium glutamicum* termasuk mikroba non patogen dengan teknologi fermentasi yang banyak digunakan dalam industri, seperti pengolahan makanan. Sehingga, kedua bakteri tersebut memiliki potensi untuk dipelajari dalam menghasilkan sistein dari glukosa.

Permasalahan etis terkait kehalalan bahan baku serta dampak lingkungan dari sintesis kimia sistein mendorong perlunya eksplorasi sumber alami melalui jalur fermentasi mikroba yang lebih aman dan berkelanjutan. Dalam konteks ini, bekasam sebagai produk fermentasi ikan tradisional memiliki potensi strategis yang belum banyak dieksplorasi dibandingkan produk fermentasi nabati. Berbeda dengan bahan baku nabati,

ikan merupakan sumber protein hewani yang secara alami kaya akan asam amino penyusun rasa (seperti asam glutamat) dan asam amino fungsional yang mengandung sulfur (seperti sistein).

Bekasam adalah makanan fermentasi berbahan dasar ikan khas Indonesia yang banyak ditemukan pada daerah Sumatera Selatan, Kalimantan Selatan, dan Kalimantan Tengah. Proses fermentasi bekasam dengan cara mencampurkan ikan air tawar dengan garam dan sumber karbohidrat. Genus *Lactobacillus* dan *Pediococcus* menjadi BAL yang mendominasi di bekasam. Selain itu, terdapat BAL lain yang ditemukan, seperti *Weissella* dan *Lactococcus* yang menunjukkan adanya keragaman mikroba pada produk bekasam (Melia *et al.*, 2019).

Namun, sampai saat ini belum ada penelitian yang membahas secara spesifik mengenai potensi BAL pada bekasam yang digunakan sebagai sumber alternatif untuk produksi sistein dan asam glutamat. Sebagian besar studi hanya fokus pada karakterisasi umum mikroba pada bekasam atau aspek keamanan produk fermentasi.

Oleh karena itu, penelitian ini memiliki tujuan untuk mengeksplorasi sumber mikroba lokal dari produk fermentasi hewani Indonesia yang belum banyak diteliti sebagai agen produksi sistein dan asam glutamat. Penelitian ini memiliki nilai kebaruan dalam hal pemanfaatan sumber daya mikroba lokal dari produk fermentasi hewani khas Indonesia sebagai alternatif yang lebih halal, ramah lingkungan, dan berkelanjutan untuk produksi sistein dan asam glutamat secara bioteknologi.

1.2 Rumusan Masalah

- 1.2.1 Bagaimana karakteristik morfologi dan biokimia dari isolat BAL asal bekasam?
- 1.2.2 Apakah isolat BAL asal bekasam memiliki potensi untuk memproduksi sistein dan asam glutamat?
- 1.2.3 Apa spesies BAL yang memiliki potensi tertinggi sebagai penghasil sistein dan asam glutamat? Bagaimana analisis filogenetiknya?

1.3 Tujuan

- 1.3.1 Mengetahui karakteristik morfologi dan biokimia dari isolat BAL yang diperoleh dari bekasam.
- 1.3.2 Menentukan potensi isolat BAL asal bekasam dalam memproduksi sistein dan asam glutamat.
- 1.3.3 Mengidentifikasi spesies BAL yang berpotensi sebagai penghasil sistein dan asam glutamat dengan pendekatan molekuler serta menganalisis hubungan filogenetiknya.

1.4 Manfaat

- 1.4.1 Memberikan informasi ilmiah mengenai karakteristik morfologi dan biokimia isolat BAL yang diperoleh dari bekasam sebagai sumber mikroba lokal.

- 1.4.2 Menambah referensi mengenai potensi isolat BAL asal bekasam dalam memproduksi sistein dan asam glutamat dan spesies BAL, serta hubungan filogenetiknya.
- 1.4.3 Menjadi dasar dalam pengembangan isolat BAL lokal sebagai kandidat starter kultur atau agen bioteknologi dalam produksi asam amino serta mendukung pemanfaatan produk fermentasi tradisional Indonesia sebagai sumber mikroorganisme unggul yang bernilai ekonomis