

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Biotransformasi merupakan bidang bioteknologi yang menarik perhatian selama beberapa tahun terakhir akibat pengaruh negatif sintesis kimia terhadap lingkungan¹. Sintesis kimia umumnya membutuhkan pelarut organik, suhu dan tekanan tinggi sehingga menghasilkan limbah berbahaya yang dapat mencemari lingkungan jika tidak dikelola dengan baik². Untuk itu, biotransformasi merupakan salah satu langkah alternatif yang lebih aman, ramah lingkungan dan berkelanjutan dibandingkan dengan metode sintesis kimia secara konvensional. Biotransformasi merupakan proses modifikasi senyawa kimia secara struktural oleh mikroorganisme atau enzim. Mekanisme biotransformasi ini dapat berkembang sebagai bentuk adaptasi mikroorganisme terhadap perubahan lingkungan misalnya memanfaatkan substrat baru sebagai sumber energi atau sebagai detoks senyawa asing yang bersifat toksik³. Kemampuan alami ini kemudian dimanfaatkan dalam proses bioteknologi untuk menghasilkan produk bernilai tambah tinggi. Salah satu proses biotransformasi yang telah berkembang luas adalah fermentasi berbasis mikroba. Fermentasi berbasis mikroba ini digunakan untuk meningkatkan mutu bahan pangan maupun bahan herbal. Proses fermentasi ini mampu memperpanjang umur simpan, memperbaiki sifat organoleptik seperti rasa dan aroma, meningkatkan kandungan nutrisi serta mengurangi senyawa antinutrisi atau zat berbahaya pada bahan baku. Fermentasi juga telah dioptimalkan dalam meningkatkan produksi metabolit dari mikroba aktif dengan nutrisi yang cukup dan sesuai dengan penggunaan target yang tepat¹. Sehingga fermentasi berbasis biotransformasi tidak hanya berfungsi sebagai metode pengawetan, tetapi juga sebagai peningkatan nilai tambah bahan alam.

Senyawa fenolik merupakan senyawa metabolit sekunder yang diproduksi pada tumbuhan melalui jalur sikimat. Senyawa fenolik terdiri atas beberapa kelompok turunan yaitu senyawa asam fenolik, flavonoid, lignin dan stilben. Senyawa fenolik diketahui memiliki kemampuan bioaktif yang luas seperti antioksidan, antikanker, antiinflamasi serta berpotensi dalam pencegahan penyakit seperti hipertensi, obesitas, penyakit jantung, dan diabetes⁴. Salah satu senyawa turunan fenolik yang banyak diteliti dalam biotransformasi adalah senyawa flavonoid. Senyawa flavonoid merupakan salah satu kelompok senyawa polifenol yang juga beragam dan tersebar luas di alam, terutama pada tumbuhan. Sama halnya dengan senyawa fenolik, senyawa flavonoid memiliki aktivitas antioksidan yang mampu menangkap radikal bebas⁵. Pada tumbuhan, senyawa flavonoid berperan sebagai molekul sinyal yang terlibat dalam mekanisme toleransi terhadap lingkungan seperti kekeringan, suhu tinggi, suhu rendah serta serangan patogen. Sementara itu, pada manusia senyawa flavonoid banyak diteliti sebagai senyawa yang memiliki sifat antioksidan yang kuat sehingga mampu menekan stress oksidatif penyebab kerusakan sel dan penuaan dini⁶. Selain itu, Senyawa flavonoid ini memiliki senyawa bioaktif lain seperti antivirus, antiinflamasi, kardioprotektif, antidiabetes, antikanker, antipenuaan dan lainnya⁷. Namun, beberapa penelitian melaporkan sebagian

senyawa fenolik dan turunannya yang terikat dengan senyawa glikosida yang terkandung dalam tumbuhan memiliki kemampuan antioksidan lebih rendah dibandingkan dalam bentuk aglikonnya⁶. Untuk itu perlu dilakukan biotransformasi yang melibatkan aktivitas enzimatik yang berpotensi dalam mengubah atau melepaskan senyawa fenolik sehingga dapat meningkatkan aktivitas biologisnya. Hal ini dibuktikan oleh penelitian yang dilakukan oleh Gao Y, *et al* (2024) yang melakukan fermentasi daun alfafa menggunakan bakteri asam laktat yaitu *L. plantarum* dan *Pediococcus pentosaceus* yang mampu meningkatkan kandungan flavonoid total sebesar 17,93 % akibat aktivitas enzim yang dihasilkan untuk membebaskan senyawa flavonoid terikat⁸.

Bakteri asam laktat (BAL), salah satunya adalah bakteri *Lactobacillus plantarum* yang banyak digunakan dalam biotransformasi senyawa fenolik dan flavonoid melalui aktivitas enzimatik sehingga dapat mengubah profil metabolit yang mempengaruhi aktivitas biologis senyawa tersebut⁹. Bakteri ini diketahui dapat menghasilkan berbagai enzim yang penting dalam proses biotransformasi yaitu enzim amilase, esterase, β -glukosidase, asam fenolik dekarboksilase (PAD), dan enzim lainnya¹⁰. Gao. Y, *et al* (2024) melakukan fermentasi daun alfafa dengan bakteri asam laktat terutama *L. plantarum* mampu meningkatkan aktivitas antioksidan pada uji ABTS sebesar 40 % dan pada uji FRAP sebesar 30 %⁸. Penelitian lain yang dilakukan oleh Chen. W, *et al.* (2022) dimana biotransformasi pada jus buah stroberi dengan bakteri *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus acidophilus* dapat mengubah senyawa asam kafeat menjadi asam vanilat dan asam *p*-kumarat yang mampu meningkatkan aktivitas antioksidan pada uji ABTS melalui kemampuan inhibisi sebesar 55 % dan 53 % dibandingkan kontrol¹¹. Huang G, *et al* (2024) melaporkan bahwa biotransformasi bubur buah leci menggunakan *L. plantarum* dan *L. fermentum* mampu menghasilkan senyawa baru yaitu katekol dan 3,5,7-trihidroksikromon dan katekol dari senyawa kuersetin serta meningkatkan kandungan fenolik total dan aktivitas antioksidan dari pembentukan fenolik dan flavonoid bebas¹².

Salah satu sumber flavonoid dan fenolik potensial adalah buah mangga. Buah mangga merupakan buah tropis yang populer dan banyak dikonsumsi karena memiliki rasa yang khas, aroma yang menarik dan kandungan gizi yang baik. Buah mangga diproduksi lebih dari seratus negara di dunia. Indonesia sendiri berada di urutan ketiga dalam produksi buah mangga sekitar 3,3 juta ton pada tahun 2023 yang dicatat pada Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia dengan daerah pulau Jawa merupakan produsen buah mangga terbanyak. Jenis buah mangga yang banyak dibudidayakan di Indonesia adalah *Mangifera indica* seperti mangga Arummanis, Golek, Gedong, Manalagi dan Cengkir, serta *Mangifera foetida* seperti mangga Kemang dan Kweni¹³. Buah mangga kaya akan senyawa bioaktif yang berkontribusi dalam kapasitas antioksidan. Kandungan senyawa fenolik yang terkandung dalam buah mangga yaitu mangiferin, katekin, kuersetin, kaempferol, rhamnetin, antosianin, asam galat, asam elagat, propil dan metil galat, asam benzoat serta asam protokatekuat. Dengan

banyaknya buah mangga yang diproduksi di Indonesia dapat meningkatkan produksi limbah seperti bagian kulit dan bijinya sehingga menyebabkan pencemaran bagi lingkungan. Kulit buah mangga sendiri menyumbang 15-20 % dari total buah yang menjadi limbah yang sangat signifikan. Untuk mengurangi pencemaran lingkungan akibat limbah yang dihasilkan dari buah, maka limbah kulit mangga dimanfaatkan untuk dilakukan uji kandungan aktivitas. Kulit mangga memiliki senyawa fenolik yaitu mangiferin, kuersetin, ramnetin, asam elagik, kaempferol, serta senyawa flavonoid yaitu kaempferol kuersetin dan rutin (jumlah minor)¹⁴.

Berdasarkan penjelasan diatas, pemanfaatan limbah kulit mangga melalui proses biotransformasi menjadi langkah yang strategis untuk meningkatkan nilai tambah limbah pertanian serta mengurangi pencemaran lingkungan. Melalui fermentasi berbasis mikroba ini, senyawa fenolik dan flavonoid pada kulit mangga dapat dimodifikasi dan dilepaskan dari matriks bahan selama fermentasi sehingga berpotensi meningkatkan kandungan senyawa bioaktif dan aktivitas antioksidannya. Hal ini dibuktikan melalui penelitian yang dilakukan oleh Vilas-franquesa A, *et al* (2024). yang melakukan fermentasi kulit mangga menggunakan bakteri *Lactobacillus plantarum* dan *Bifidobacterium animalis* spp. dengan memberikan perlakuan enzim komersial tambahan yaitu Viscozyme dan Pectinex yang mampu meningkatkan aktivitas antioksidan hingga lebih dari 30 % akibat pembebasan senyawa fenolik glikon pada kulit mangga¹⁵. Oleh karena itu, penelitian mengenai biotransformasi kulit mangga sangat penting dilakukan untuk mengetahui peningkatan kandungan senyawa bioaktif yang terkandung dalam kulit buah mangga, profil metabolit dan aktivitas antioksidan, sehingga dapat dikembangkan menjadi bahan baku pangan fungsional dan produk bernilai ekonomi tinggi.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah proses biotransformasi melalui fermentasi mampu meningkatkan kandungan senyawa fenolik dan flavonoid yang terkandung dalam kulit buah mangga?
2. Bagaimana perubahan profil senyawa metabolit pada kulit buah mangga setelah dilakukan biotransformasi?
3. Bagaimana pengaruh biotransformasi terhadap aktivitas antioksidan ekstrak kulit buah mangga?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis peningkatan senyawa fenolik dan flavonoid total kulit buah mangga sebelum dan sesudah dilakukan proses biotransformasi dengan bakteri *L. plantarum*
2. Menganalisis perubahan profil senyawa metabolit pada kulit buah mangga sebelum dan sesudah dilakukan biotransformasi berdasarkan analisis HPLC

3. Mengevaluasi perubahan aktivitas antioksidan ekstrak kulit buah mangga hasil biotransformasi dengan senyawa fenolik dan flavonoid dengan menggunakan metode FRAP dan ABTS

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu menambah informasi mengenai pemanfaatan limbah kulit mangga sebagai sumber senyawa bioaktif yang berpotensi memiliki aktivitas antioksidan. Hasil penelitian ini juga diharapkan dapat mendukung pengembangan pemanfaatan limbah kulit buah mangga sebagai bahan baku produk bernilai tambah yang bermanfaat bagi kesehatan. Selain itu, penelitian ini diharapkan mampu menjelaskan mengenai biotransformasi senyawa fenolik dan flavonoid pada kulit mangga menggunakan bakteri *Lactobacillus plantarum* serta pengaruhnya terhadap aktivitas antioksidan setelah proses fermentasi.

