

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Permasalahan

Rambutan (*Naphelium lappaceum*) merupakan buah berbentuk bulat berwarna merah dengan permukaan kulitnya ditutupi oleh duri-duri lunak dan merupakan salah satu buah tropis yang banyak tumbuh di kawasan Asia Tenggara, termasuk Indonesia (Minh *et al.*, 2019; Mahmood *et al.*, 2018). Data BPS (2024) menyatakan bahwa produksi buah rambutan di Indonesia mencapai 845.107 ton pada tahun 2023, 855.162 ton pada tahun 2022, dan 884.702 ton pada tahun 2021. Hal ini menjelaskan bahwa produksi rambutan di Indonesia sangat melimpah. Binjai merupakan salah satu jenis rambutan terbaik di Indonesia yang memiliki tebal kulit sedang (Hutagalung dkk., 2023; Kuswandi dkk., 2014).

Buah rambutan dapat dikonsumsi secara langsung atau diolah dalam skala industri menjadi berbagai produk, seperti buah kaleng dan minuman sari buah. Bagian rambutan yang dikonsumsi umumnya hanya bagian buahnya saja. Kulitnya menyumbang 43,7 – 57,4% dari total berat keseluruhan, tergantung pada varietas (Mahmood *et al.*, 2018). Kulit buah rambutan ini diklasifikasikan ke dalam limbah buah dan sayur yang berperan sebagai penyumbang kategori limbah makanan terbesar (38%) secara global (Statista, 2017). Kulit buah termasuk ke dalam limbah organik yang menghasilkan gas metana sehingga berdampak pada penurunan kualitas tanah dan air di lingkungan sekitarnya (Subagio dkk., 2023).

Kulit rambutan mengandung berbagai komponen fungsional dan bioaktif, seperti mineral, fenolik, antioksidan, dan serat (selulosa, hemiselulosa, dan lignin) (Hernández *et al.*, 2017; Mahmood *et al.*, 2018; Oliveria *et al.*, 2016). Senyawa pektin juga terkandung di dalamnya (Mahmood *et al.*, 2018). Laiya dkk. (2021) menyatakan bahwa terdapat 6,51% rendemen pektin terekstrak dari kulit rambutan dengan metode ekstraksi konvensional. Pektin komersil selama ini didapatkan bersumber terbatas hanya pada ampas apel atau kulit jeruk (Rahmati *et al.*, 2019). Oleh karena itu, pemanfaatan kulit rambutan tidak hanya berpotensi mengurangi limbah organik dan meningkatkan nilai tambah produk, tetapi juga dapat menjadi alternatif sumber pektin yang lebih beragam.

Pektin merupakan heteropolisakarida yang secara alami terdapat pada dinding sel primer dan lamela tengah di hampir semua tanaman dengan mengandung 70% monomer asam galakturonat yang dapat diasetilisasi atau diesterifikasi dengan metil (Picot-Allain *et al.*, 2022). Aplikasi utama pektin dalam bidang pangan adalah sebagai pengemulsi, pembentuk film, dan penambah viskositas bahan (Gerschenson *et al.*, 2021). Beberapa produk pangan yang sering memanfaatkan pektin dalam pembuatannya yaitu selai, jeli, dan minuman sari buah (Freitas *et al.*, 2021). Selain itu, pektin dalam bidang pangan juga dapat dimanfaatkan sebagai kemasan *biodegradable* untuk pengawetan makanan (Sakooei-Vayghan *et al.*, 2020).

Metode konvensional masih menjadi metode yang paling umum diterapkan pada proses ekstraksi pektin komersil (Putri dkk., 2021). Ekstraksi pektin secara konvensional dilakukan di media asam kuat (pH 1,5 – 3) dengan suhu 75 – 100 °C yang dapat menimbulkan masalah bagi lingkungan (Picot-Allain *et al.*, 2022). Oleh karena itu, *green extraction* merupakan pilihan yang menjanjikan dalam proses ekstraksi pektin berkelanjutan karena mampu mereduksi waktu operasi dan pembatasan bahan kimia yang berbahaya (Belwal *et al.*, 2020). *Green extraction* bekerja dengan mereduksi pelarut asam kuat, mempercepat waktu perlakuan, meminimalkan suhu proses, atau mengurangi penggunaan energi untuk mempertahankan kualitas ekstrak (Barba *et al.*, 2016).

Teknologi yang dapat digunakan pada *green extraction* di antaranya adalah *Supercritical Fluid Extraction* (SFE), *Ultrasound Assisted Extraction* (UAE), *Microwave Assisted Extraction* (MAE), *Enzym Assisted Extraction* (EAE), dan *Pulsed Electric Field* (PEF) (Picot-Allain *et al.*, 2021). SFE menggunakan fluida pada suhu dan tekanan superkritis (Ishwarya dan Nisha, 2021). UAE memanfaatkan gelombang suara untuk menciptakan *cavitation* menghasilkan kejutan dan panas yang mendisrupsi sel (Bachtler dan Bart, 2021; Vinatoru *et al.*, 2017). MAE mengubah radiasi elektromagnetik menjadi gesekan yang menimbulkan panas untuk mempercepat pelepasan senyawa (Karbuza dan Tugrul, 2021). EAE menggunakan enzim spesifik pada kondisi optimal untuk ekstraksi selektif (Picot-Allain *et al.*, 2021). PEF mempermudah difusi material intraseluler dengan merusak struktur sel (Ntourtoglou *et al.*, 2020). PEF memiliki beberapa keunggulan dibandingkan teknologi ekstraksi hijau lainnya karena dapat

mengurangi konsumsi energi, mereduksi durasi, dan penggunaan suhu yang relatif rendah (Barba *et al.*, 2016; Moreira *et al.*, 2019).

Optimasi faktor perlakuan kuat medan listrik, waktu, dan rasio pelarut berperan penting dalam proses ekstraksi berbantu mesin PEF karena dapat memengaruhi karakteristik dan sifat fungsional dari pektin yang diekstrak. Peningkatan intensitas kuat medan listrik menyebabkan semakin tinggi rendemen yang dihasilkan, tetapi dapat menyebabkan kerusakan dan degradasi komponen penting pada bahan apabila terlalu tinggi (Parniakov *et al.*, 2015; Fan *et al.*, 2022). Waktu ekstraksi berbanding terbalik dengan intensitas kuat medan listrik. Intensitas kuat medan listrik yang semakin tinggi menyebabkan waktu ekstraksi yang diperlukan semakin singkat (Fan *et al.*, 2022). Kelarutan, konduktivitas, dan polaritas pelarut juga merupakan faktor penting PEF karena peningkatan konduktivitas pelarut dapat meningkatkan elektroporasi membran sel (Efthymiopoulos *et al.*, 2018).

Penggunaan *electric field* dalam proses ekstraksi pektin telah dilakukan pada beberapa penelitian, seperti de Oliveira *et al.* (2015) yang melakukan ekstraksi pektin kulit jeruk dengan *Moderate Electric Field* (MEF) yang menjelaskan bahwa rendemen dihasilkan oleh MEF lebih rendah (6,70%) dibandingkan konvensional (10,90%), karena kuat medan listrik yang diberikan sangat rendah (100 v). Namun, hasil penelitian Du *et al.* (2024) menyatakan bahwa ekstraksi pektin dari kulit jeruk dengan *High Intensity Pulsed Electric Field* (HIPEF) (30 kV/cm) sebagai *pre-treatment* memiliki rendemen lebih tinggi (18,81%) dibandingkan konvensional (17,34%). Peneliti hingga saat ini belum menemukan penelitian mengenai ekstraksi pektin kulit rambutan dengan berbantu PEF, sehingga penelitian ini diharapkan dapat membuka informasi yang berkontribusi pada pengembangan dan inovasi baru.

Proses optimasi ekstraksi pektin pada penelitian dilakukan menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM) jenis *Central Composite Design* (CCD). Penentuan faktor perlakuan RSM didasarkan pada studi literatur atau penelitian pendahuluan untuk mengetahui signifikansinya terhadap respon (Arifah dkk., 2023; Anwar dkk., 2021). RSM dipilih karena metode ini dapat mereduksi dengan sangat besar jumlah percobaan yang dijalankan dibandingkan pada penggunaan desain faktorial sederhana (Said *et al.*, 2016). Jenis RSM CCD memiliki keunggulan ketika diaplikasikan pada percobaan eksploratif atau belum pernah

dilakukan sebelumnya, karena memiliki titik aksial yang dapat memprediksi hasil optimasi lebih luas (Myres *et al.*, 2016; Wardhani dkk., 2024).

Berdasarkan permasalahan di atas, maka penelitian ini berjalan dalam dua tahap, yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian optimasi dengan tujuan memperoleh hasil pektin yang optimum. Metode *One Factor at Time* (OFAT) digunakan pada penelitian pendahuluan untuk menentukan nilai batasan faktor perlakuan sebelum dilakukan proses optimasi. *Response Surface Methodology* (RSM) jenis *Central Composite Design* (CCD) menggunakan perangkat lunak Design Expert 13 dipilih sebagai metode analisis optimasi. Optimasi pada penelitian ini dilakukan menggunakan faktor perlakuan kuat medan listrik PEF (kV/cm), waktu (menit), dan rasio pelarut (b/v) berdasarkan respon rendemen (%), berat ekuivalen (mg), kadar metoksil (%), kandungan asam galakturonat (%), dan derajat esterifikasi (%) dari pektin.

B. Tujuan Penelitian

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini di antaranya sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh tegangan, waktu, dan rasio pelarut terbaik pada proses ekstraksi menggunakan PEF terhadap rendemen pektin kulit Rambutan Binjai sebagai data historis dalam menentukan nilai batas minimum dan maksimum dalam metode RSM.
2. Mengetahui pengaruh dan kombinasi perlakuan optimal dari tegangan, waktu, dan rasio pelarut terhadap respon rendemen, berat ekuivalen, kadar metoksil, asam galakturonat, dan derajat metoksil pektin kulit Rambutan Binjai menggunakan metode RSM.
3. Mengetahui kadar air, kadar abu, dan gugus fungsi pektin optimum, serta kerusakan struktur bahan tepung kulit rambutan binjai hasil optimasi RSM.

C. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dapat diperoleh dari penelitian ini meliputi:

1. Meningkatkan daya guna limbah kulit buah Rambutan Binjai di Indonesia sebagai sumber pektin.
2. Memberikan informasi mengenai hasil optimasi rendemen, kadar asam galakturonat, derajat esterifikasi, kadar metoksil, dan berat ekuivalen pektin kulit buah Rambutan Binjai.