

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Coffea arabica umumnya diolah menggunakan metode basah (*wet processing*), sedangkan metode kering (*dry processing*) lebih banyak diterapkan pada kopi robusta. Pada metode basah, kulit dan daging buah dipisahkan menggunakan mesin depulper, kemudian lapisan lendir (*mucilage*) dihilangkan melalui fermentasi selama 24–72 jam, dilanjutkan dengan pencucian, pengeringan hingga kadar air sekitar 10%, dan pengupasan kulit tanduk (*hulling*) untuk menghasilkan *green coffee bean*. Sebaliknya, pada metode kering, buah kopi dikeringkan secara utuh sebelum seluruh lapisan kulit dipisahkan secara mekanis. Perbedaan metode pengolahan tersebut menghasilkan berbagai produk samping, seperti *coffee pulp*, *coffee cascara*, *mucilage*, *parchment (husk)*, *silverskin*, dan *spent coffee grounds* (Iriundo-DeHond *et al.*, 2020).

Salah satu limbah kopi yang paling banyak dihasilkan dan memiliki potensi besar adalah *cascara*. Berdasarkan penelitian oleh Iriundo-DeHond *et al.*, (2020), *coffee cascara* yang dihasilkan melalui metode pengolahan kering menyusun sekitar 45% dari berat buah kopi ceri (*coffee cherry*), sehingga merupakan fraksi terbesar dari produk samping pengolahan kopi. Pada metode basah, produk samping yang dihasilkan pada tahap *depulping* dikenal sebagai *coffee pulp* atau *fresh cascara*, yang terdiri atas kulit luar (*exocarp*) dan daging buah (*mesocarp*). Baik *coffee cascara* maupun *coffee pulp* masih mengandung berbagai senyawa bioaktif yang bernilai tinggi, sehingga berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku pada industri pangan, farmasi, dan kosmetik. *Cascara* merupakan kulit luar buah kopi yang telah dikeringkan, namun seringkali dibuang sebagai limbah selama proses pembuatan kopi.

Cascara kaya akan polifenol, flavonoid, dan senyawa bioaktif lainnya yang berkontribusi pada aktivitas antioksidan yang signifikan (Bojorquez *et al.*, 2024). *Cascara* kopi arabika, yang merupakan kulit buah kopi yang dikeringkan, mengandung senyawa bioaktif yang bermanfaat bagi kesehatan. Senyawa utama yang ditemukan dalam *cascara* meliputi kafein, asam klorogenat, dan asam kafeat. Kandungan asam klorogenat mencapai 151,95

mg/100 g, sedangkan asam kafeat tercatat sebanyak 22,58 mg/100 g setelah perlakuan enzimatis dan fermentasi mikroba. Selain itu, *cascara* juga mengandung berbagai senyawa fenolik yang memiliki aktivitas antioksidan tinggi, seperti yang ditunjukkan oleh kandungan total fenolik yang mencapai 29,56 mg GAE/g (Thi *et al.*, 2025) dan *cascara* memiliki aktivitas antioksidan sebesar 4.49-82.40% (Sasadara *et al.*, 2025).

Pada saat melakukan pra-penelitian untuk menyeleksi formulasi *Natural Deep Eutectic Solvents* (NADES) yang memiliki potensi terbaik sebagai pelarut dalam ekstraksi senyawa bioaktif dari *cascara coffea arabica*. Tahap skrining dilakukan menggunakan sepuluh kombinasi NADES, yaitu kolin klorida-gliserol, kolin klorida-asam laktat, glukosa-gliserol, sukrosa-asam sitrat, asam laktat-glukosa, asam sitrat-silitol, gliserol-asam malat, sorbitol-asam sitrat, fruktosa-asam laktat, asam sitrat-glukosa, serta pelarut pembanding berupa etanol. Pemilihan berbagai kombinasi tersebut didasarkan pada karakteristik komponen penyusun NADES yang berbeda, seperti kolin klorida sebagai *hydrogen bond acceptor* (HBA), serta gula, poliol, dan asam organik sebagai *hydrogen bond donor* (HBD), yang diketahui dapat memengaruhi polaritas, viskositas, dan kemampuan pelarutan senyawa bioaktif. Hasil pra-penelitian menunjukkan bahwa seluruh formulasi NADES menghasilkan aktivitas antioksidan yang lebih tinggi dibandingkan pelarut konvensional. Nilai aktivitas antioksidan yang diperoleh berkisar antara 78,82–82,78%. Temuan ini mengindikasikan bahwa NADES memiliki kemampuan yang baik dalam mengekstraksi senyawa fenolik dan antioksidan dari *cascara Coffea arabica*.

Berdasarkan hasil skrining tersebut, dipilih lima formulasi NADES yang menunjukkan performa terbaik, yaitu kolin klorida-gliserol, kolin klorida-asam laktat, glukosa-gliserol, asam laktat-glukosa, dan fruktosa-asam laktat. Pemilihan kelima formulasi ini didasarkan pada tingginya aktivitas antioksidan NADES. Formulasi terpilih mewakili kombinasi NADES berbasis kolin klorida, gula, poliol, dan asam organik yang telah banyak dilaporkan memiliki kemampuan baik dalam melarutkan senyawa fenolik melalui pembentukan jaringan ikatan hidrogen yang kuat (Maimulyanti *et al.*, 2023). Dengan demikian, penggunaan lima formulasi tersebut diharapkan dapat memberikan informasi yang

lebih komprehensif mengenai pengaruh komposisi NADES terhadap efisiensi ekstraksi senyawa bioaktif pada *cascara Coffea arabica*, sekaligus menentukan formulasi NADES yang paling efektif sebagai *green solvent* untuk menghasilkan ekstrak dengan aktivitas antioksidan dan kandungan senyawa fenolik yang tinggi.

Namun, untuk memanfaatkan senyawa bioaktif tersebut secara maksimal, diperlukan metode ekstraksi yang tepat dan efisien agar kestabilan serta aktivitas biologis senyawa tersebut tetap terjaga. Metode ekstraksi konvensional yang menggunakan pelarut organik seperti etanol, metanol, atau aseton terbukti efektif dalam melarutkan senyawa fenolik, namun pelarut-pelarut ini memiliki berbagai keterbatasan. Pelarut organik tersebut bersifat toksik, kurang ramah lingkungan, dan dapat menyebabkan degradasi senyawa aktif akibat pemanasan, yang berisiko mengurangi kualitas hasil ekstraksi. Oleh karena itu, diperlukan alternatif pelarut yang lebih aman, efisien, dan berkelanjutan.

Salah satu alternatif yang banyak dikembangkan dalam penelitian ekstraksi senyawa bioaktif adalah penggunaan *Natural Deep Eutectic Solvents* (NADES) sebagai *green solvent*. NADES didefinisikan sebagai campuran komponen alami, seperti asam organik, gula, asam amino, atau kolin klorida, yang saling berinteraksi melalui ikatan hidrogen untuk membentuk cairan dengan titik leleh lebih rendah dibandingkan dengan komponen-komponennya secara individu. Kombinasi ini menghasilkan pelarut yang lebih ramah lingkungan dan tidak beracun, yang telah menarik perhatian di berbagai bidang karena sifatnya yang ramah lingkungan dan kemampuannya menggantikan pelarut konvensional yang lebih berbahaya dalam proses kimia (Ali *et al.*, 2022). Menurut Owczark *et al.*, (2016), NADES memiliki berbagai keunggulan seperti mudah diproduksi, non-toksik, biodegradable, serta memiliki viskositas tinggi yang mampu menjaga stabilitas senyawa bioaktif. Keunggulan tersebut menjadikan NADES sebagai pelarut yang sangat potensial dan lebih ramah lingkungan dibandingkan pelarut organik konvensional dalam proses ekstraksi.

Untuk lebih mengoptimalkan kinerja pelarut, NADES dapat dikombinasikan dengan metode ekstraksi nonkonvensional seperti *ultrasonic-assisted extraction* (UAE). Metode UAE memanfaatkan gelombang ultrasonik untuk menghasilkan gelembung kavitasi dalam larutan, yang ketika pecah di dekat dinding sel akan

menghasilkan gelombang kejut dan pancaran cairan sehingga merusak dinding sel dan mempermudah pelepasan senyawa bioaktif ke dalam pelarut (Kunarto *et al.*, 2024).

Maimulyanti *et al.*, (2023) melaporkan bahwa kombinasi ekstraksi senyawa fenolik dari limbah *cascara* kopi menggunakan pelarut NADES berbasis Kolin klorida dan Gliserol menghasilkan kandungan fenolik total sebesar 294,02 mg/L. Aktivitas antioksidan dari ekstrak tersebut diuji menggunakan metode DPPH, dan hasilnya menunjukkan bahwa ekstraksi dengan NADES berbasis Kolin klorida dan Gliserol memiliki kemampuan inhibisi radikal bebas yang lebih tinggi dibandingkan dengan pelarut lainnya. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan metode ekstraksi senyawa bioaktif dari limbah *cascara* kopi arabika dengan menggunakan lima kombinasi pelarut NADES, yaitu Kolin klorida dan Gliserol, Kolin klorida dan Asam Laktat, Glukosa dan Gliserol, Asam Laktat dan Glukosa, serta Fruktosa dan Asam Laktat.

Dengan memanfaatkan kombinasi NADES yang tepat, diharapkan dapat meningkatkan efisiensi ekstraksi senyawa fenolik dan aktivitas antioksidan dari *cascara Coffea arabica*, yang kurang efektif diperoleh dengan pelarut konvensional. Selain itu, penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi penting dalam pengembangan produk berbasis senyawa bioaktif alami dari limbah kopi yang lebih ramah lingkungan, berkelanjutan, dan inovatif di bidang pangan fungsional, farmasi, dan kosmetik. Penelitian ini juga bertujuan untuk memberikan solusi terhadap masalah lingkungan yang ditimbulkan oleh limbah kopi yang belum dimanfaatkan secara optimal, serta memberikan alternatif pengolahan limbah kopi yang lebih efisien.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana pengaruh jenis NADES sebagai pelarut terhadap ekstraksi senyawa bioaktif pada *cascara Coffea arabica*?
2. Bagaimana menentukan jenis NADES terbaik dalam ekstraksi senyawa bioaktif pada *cascara Coffea arabica*?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui efektivitas NADES sebagai pelarut dalam ekstraksi senyawa bioaktif pada *cascara Coffea arabica*.
2. Mengetahui NADES terbaik dalam ekstraksi senyawa bioaktif pada *cascara Coffea arabica*.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Menjadikan NADES sebagai salah satu alternatif pelarut hijau (*green solvent*) dalam ekstraksi senyawa bioaktif yang efektif, efisien, dan aman digunakan pada *cascara Coffea arabica* L.

