

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kopi merupakan salah satu komoditas utama Indonesia yang memiliki peran penting dalam mendukung perekonomian nasional, di mana peningkatan produksinya menempatkan Indonesia sebagai salah satu dari lima produsen kopi terbesar di dunia. Namun, peningkatan produksi tersebut juga berdampak pada meningkatnya jumlah limbah padat yang dihasilkan, terutama kulit kopi yang mencapai sekitar 40–50% dari total berat buah kopi. Selama ini, limbah kulit tanduk kopi sebagian besar belum dimanfaatkan secara optimal dan hanya digunakan dalam skala terbatas sebagai bahan bakar atau pakan ternak. Padahal, kandungan lignoselulosa yang tinggi, yang tersusun atas selulosa, hemiselulosa, dan lignin, menjadikan kulit tanduk kopi memiliki potensi besar sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif. Pemanfaatan kulit tanduk kopi untuk menghasilkan karbon aktif tidak hanya berkontribusi dalam mengurangi pencemaran lingkungan akibat limbah industri kopi, tetapi juga membuka peluang ekonomi baru melalui pengembangan material fungsional yang bernilai tinggi, ramah lingkungan, serta berdaya saing di pasar industri (Tran *et al.*, 2022).

Kulit tanduk kopi merupakan lapisan pelindung keras berwarna kekuningan yang terbentuk pada biji kopi setelah dikeringkan hingga kadar air mencapai 10–12%, yang berfungsi melindungi biji kopi selama penyimpanan. Setelah dipisahkan dari biji kopi melalui proses pengupasan, kulit tanduk kopi menghasilkan limbah padat dalam jumlah besar yang sering kali belum dimanfaatkan secara optimal (Hart *et al.*, 2023). Namun demikian, kulit tanduk kopi memiliki potensi besar untuk diubah menjadi karbon aktif karena memiliki struktur lignoselulosa yang padat dan homogen, tersusun dari selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Selulosa dan hemiselulosa berfungsi sebagai sumber karbon

yang mudah terurai pada suhu tinggi dan membentuk pori-pori kecil yang memperluas permukaan karbon aktif, sedangkan lignin dengan struktur yang kompleks dan tahan panas membantu mempertahankan kerangka karbon sehingga meningkatkan kekuatan dan kestabilan karbon aktif yang dihasilkan (Ale Enriquez & Ahring, 2023).

Selain itu, kandungan mineral seperti kalium, kalsium, dan magnesium dalam kulit tanduk kopi berperan sebagai katalis alami yang mempercepat pembentukan pori dan meningkatkan kemampuan menyerap zat. Komposisi kimia yang seimbang antara bahan organik dan mineral ini menjadikan kulit tanduk kopi sebagai bahan baku yang sangat potensial untuk menghasilkan karbon aktif.

Karbon aktif merupakan material berpori dengan luas permukaan yang besar dan kemampuan adsorpsi yang tinggi terhadap berbagai zat kimia, gas, maupun logam berat. Karena sifat-sifat tersebut, karbon aktif banyak digunakan dalam industri pengolahan air, pangan, farmasi, dan pengelolaan lingkungan, terutama untuk menyerap zat berbahaya atau menghilangkan pewarna dari larutan. Pembuatan karbon aktif umumnya melibatkan dua tahap utama, yaitu karbonisasi dan aktivasi. Karbonisasi merupakan proses pembakaran bahan organik dalam kondisi oksigen terbatas untuk menghasilkan arang, sedangkan aktivasi bertujuan membuka pori-pori arang sehingga luas permukaannya meningkat (Ronix *et al.*, 2017). Kedua tahap ini sangat menentukan kualitas karbon aktif yang dihasilkan, terutama kapasitas adsorpsi, distribusi ukuran pori, dan kestabilan strukturnya.

Suhu karbonisasi merupakan faktor penting yang sangat memengaruhi kualitas karbon aktif dari kulit tanduk kopi karena menentukan tingkat penguraian bahan baku dan pembentukan struktur pori-pori karbon. Proses pembuatan karbon aktif umumnya diawali dengan tahap torefaksi pada suhu 200–300 °C, di mana hemiselulosa mulai terurai sehingga meningkatkan

kandungan karbon dan mengurangi kandungan oksigen dalam bahan, menghasilkan padatan kaya karbon yang bersifat hidrofobik (Zhou *et al.*, 2020). Selanjutnya, ketika suhu dinaikkan ke kisaran 400–600 °C, terjadi proses karbonisasi yang menguraikan selulosa dan lignin, membentuk struktur karbon yang kuat sekaligus membuka pori-pori awal yang penting bagi kemampuan adsorpsi. Pemilihan suhu yang tepat sangatlah krusial, karena suhu yang terlalu rendah menyebabkan penguraian tidak sempurna sehingga pori-pori belum terbentuk optimal, sedangkan suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan penyusutan struktur karbon dan menurunkan kapasitas adsorpsinya (Hossain *et al.*, 2021). Oleh karena itu, penentuan suhu karbonisasi yang optimal menjadi kunci dalam menghasilkan karbon aktif dengan luas permukaan besar, pori-pori merata, dan kemampuan menyerap polutan secara maksimal.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa suhu karbonisasi sangat berpengaruh terhadap kualitas karbon aktif dari bahan organik termasuk kulit ari kopi. Qiu *et al.*, (2021) menemukan bahwa karbonisasi pada suhu 600 °C menghasilkan karbon aktif dengan permukaan paling luas dan daya serap paling tinggi. Hasil serupa juga dilaporkan oleh C. Wang *et al.*, (2023) yang menunjukkan bahwa karbon aktif dari kulit ari kopi yang dipanaskan pada suhu tinggi sangat efektif. Pada penelitian kali ini digunakan rentang suhu 200-400°C karena penelitian ini difokuskan untuk mengevaluasi tahap awal perubahan struktur biomassa kulit tanduk kopi selama proses selama proses karbonisasi. Selain itu, rentang suhu tersebut dipilih untuk mengetahui pengaruh peningkatan suhu secara bertahap terhadap karakteristik karbon aktif yang dihasilkan sebelum memasuki kondisi karbonisasi suhu tinggi. Oleh karena itu, variasi suhu 200-400°C diharapkan dapat memberikan informasi mengenai kondisi optimum awal dalam pembentukan struktur karbon aktif berbasis kulit tanduk kopi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana perbedaan suhu karbonisasi mempengaruhi sifat-sifat karbon aktif dari kulit ari kopi. Parameter yang diamati meliputi kadar air, kadar abu, luas permukaan, dan kemampuan menyerap zat untuk menentukan suhu terbaik yang menghasilkan karbon aktif berkualitas tinggi. Melalui pendekatan pengukuran yang sistematis, penelitian ini mengukur hubungan antara suhu dengan kualitas karbon aktif secara objektif, serta diharapkan memberikan dasar ilmiah dalam pengembangan teknologi pengolahan limbah kulit ari kopi yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh variasi suhu karbonisasi terhadap karakteristik fisik dan kimia karbon aktif yang dihasilkan dari kulit tanduk kopi?
2. Pada suhu berapa diperoleh kualitas karbon aktif terbaik berdasarkan parameter kadar air, kadar abu, luas permukaan, dan daya adsorpsi?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menentukan pengaruh variasi suhu karbonasi terhadap karakteristik fisik karbon aktif yang dihasilkan.
2. Menentukan suhu karbonasi optimum berdasarkan parameter utama yaitu daya serap iodin untuk menghasilkan karbon aktif berkualitas tinggi dari kulit tanduk kopi.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Menentukan karakteristik fisik dan kimia karbon aktif hasil karbonisasi kulit tanduk kopi pada berbagai suhu.

2. Mengetahui hubungan antara suhu karbonisasi dan kualitas karbon aktif yang dihasilkan, terutama terhadap daya adsorpsi, kadar abu, dan luas permukaan.

1.5 Hipotesis

Hitotesis dari penelitian ini adalah :

H0 : Variasi suhu karbonisasi tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kualitas karbon aktif berbasis kulit tanduk kopi.

H1 : Variasi suhu karbonisasi memberikan pengaruh yang nyata terhadap kualitas karbon aktif berbasis kulit tanduk kopi

