

ABSTRAK

Kopi merupakan salah satu komoditas strategis dunia dengan nilai tambah yang meningkat signifikan setelah melalui proses pemanggangan. Namun, proses roasting konvensional memiliki konsumsi energi tinggi dan menghasilkan jejak karbon yang besar. Torefaksi dipandang sebagai alternatif proses termal bersuhu lebih rendah yang berpotensi menghasilkan variasi produk kopi dengan kualitas yang terkontrol serta lebih ramah lingkungan. Selain itu, penggunaan media atmosfer yang berbeda seperti udara, oksigen, nitrogen, dan argon serta variasi temperatur dan laju aliran fluida diyakini berpengaruh terhadap karakteristik perpindahan panas, distribusi aliran, dan temperatur biji kopi selama proses torefaksi. Oleh karena itu, diperlukan kajian numerik untuk memahami fenomena fisis yang terjadi di dalam reaktor torefaksi kopi. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode simulasi *computational fluid dynamics* (CFD) dengan perangkat lunak *ansys fluent student version*. Simulasi dilakukan pada reaktor torefaksi tipe *fixed-bed* dengan variasi media atmosfer berupa udara, oksigen, nitrogen, dan argon. Variasi laju aliran fluida yang digunakan adalah 0,5; 1; dan 1,5 L/s, sedangkan variasi temperatur reaktor adalah 160 °C, 200 °C, dan 240 °C. Model aliran diasumsikan sebagai aliran internal dengan kondisi *steady state*. Parameter yang dianalisis meliputi distribusi kecepatan, *pressure drop*, total perpindahan panas, koefisien perpindahan panas, serta temperatur biji kopi dan kontur termal di dalam reaktor. Hasil simulasi menunjukkan bahwa variasi media atmosfer, laju aliran, dan temperatur reaktor memberikan pengaruh signifikan terhadap karakteristik aliran dan perpindahan panas. Peningkatan laju aliran menyebabkan kenaikan *pressure drop*, total perpindahan panas dan koefisien perpindahan panas. Media atmosfer inert, khususnya argon dan nitrogen, menunjukkan kemampuan yang lebih baik dalam melindungi biji kopi dari temperatur berlebih dibandingkan udara dan oksigen. Temperatur reaktor yang lebih tinggi menghasilkan temperatur biji kopi yang lebih besar, namun risiko terjadinya pemanasan berlebih dapat diminimalkan dengan pemilihan media atmosfer yang tepat. Secara keseluruhan, simulasi CFD ini menunjukkan bahwa proses torefaksi kopi dengan pengaturan media atmosfer dan parameter operasi yang optimal berpotensi menghasilkan proses yang lebih terkendali, efisien, dan mendukung pengurangan jejak karbon.

Kata kunci : Torefaksi kopi, *ansys fluent*, *computational fluid dynamic*