

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara agraris terbesar di dunia dengan potensi sumber daya hayati dan limbah pertanian yang sangat melimpah. Sejak dahulu, biomassa telah dimanfaatkan sebagai sumber energi utama sebelum manusia beralih ke bahan bakar fosil seperti minyak bumi, gas alam, dan batu bara. Namun, seiring berkembangnya teknologi dan industrialisasi, penggunaan biomassa sebagai sumber energi mengalami penurunan dan tergeser oleh bahan bakar fosil yang dianggap lebih praktis dan efisien (Parinduri dan Parinduri 2020). Ketergantungan yang tinggi terhadap energi fosil saat ini menimbulkan berbagai permasalahan, antara lain keterbatasan cadangan minyak, meningkatnya harga bahan bakar akibat pengurangan subsidi, serta dampak sosial dan ekonomi yang dirasakan langsung oleh masyarakat sebagai pengguna energi.

Pertumbuhan penduduk yang pesat, perkembangan teknologi, serta modernisasi industri turut mendorong peningkatan konsumsi energi secara signifikan baik di tingkat nasional maupun global (Darma et al. 2020). Kebutuhan energi dunia terus meningkat dalam beberapa dekade terakhir, sementara ketersediaan bahan bakar fosil semakin menipis. Selain itu, penggunaan bahan bakar fosil sebagai sumber energi utama telah menyebabkan berbagai dampak lingkungan yang serius, seperti peningkatan emisi karbon dioksida (CO_2), pencemaran udara, dan perubahan iklim global. Oleh karena itu, pengembangan sumber energi alternatif yang bersih, terbarukan, dan berkelanjutan menjadi sangat penting untuk menjamin ketahanan energi serta mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

Biomassa merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang paling melimpah dan berpotensi besar untuk dikembangkan. Biomassa dapat berasal dari berbagai sumber, seperti tanaman, pepohonan, limbah pertanian, limbah perkebunan, limbah kehutanan, serta limbah organik dari aktivitas industri dan

rumah tangga (Novita, Fudholi, dan Doktoral 2021). Pemanfaatan biomassa sebagai sumber energi alternatif tidak hanya mampu mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, tetapi juga berperan dalam menekan emisi gas rumah kaca dan mendukung upaya mitigasi perubahan iklim. Selain itu, pemanfaatan limbah biomassa dapat meningkatkan nilai tambah limbah serta mengurangi permasalahan lingkungan akibat penumpukan residu pertanian dan industri (Damayanti, Lusiana, dan Prasetyo 2017).

Sebagai negara agraris, Indonesia memiliki potensi limbah pertanian yang sangat besar dan belum dimanfaatkan secara optimal. Limbah pertanian seperti jerami, sekam padi, ampas tebu, bongkol jagung, batang singkong, dan batok kelapa tersedia dalam jumlah melimpah setiap tahunnya (Faizah et al. 2022). Salah satu komoditas pertanian dengan tingkat produksi tinggi di Indonesia adalah jagung. Seiring meningkatnya produksi jagung, jumlah limbah bongkol jagung juga mengalami peningkatan yang signifikan. Bongkol jagung sering kali hanya dibuang atau dimanfaatkan secara terbatas sebagai pakan ternak, sehingga berpotensi menimbulkan permasalahan lingkungan akibat penumpukan limbah padat (Darma et al. 2020). Padahal, bongkol jagung memiliki kandungan lignoselulosa yang cukup tinggi dan berpotensi besar untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku bioenergi, khususnya dalam bentuk biopelet.

Biopelet merupakan salah satu bentuk bahan bakar biomassa padat yang memiliki beberapa keunggulan dibandingkan biomassa konvensional, antara lain kepadatan energi yang tinggi, ukuran dan bentuk yang seragam, emisi pembakaran yang relatif rendah, serta kemudahan dalam penyimpanan dan penanganan (Imam et al. 2025). Kualitas biopelet sangat dipengaruhi oleh beberapa parameter penting, seperti kadar air, nilai kalor, laju pembakaran, serta kekuatan mekanik. Oleh karena itu, pengembangan biopelet dari limbah pertanian memerlukan perlakuan dan formulasi yang tepat agar dapat menghasilkan bahan bakar alternatif dengan performa pembakaran yang optimal.

Pada proses pembuatan biopelet, penggunaan bahan perekat memegang peranan penting untuk meningkatkan kekuatan dan kestabilan pelet. Tepung tapioka dipilih sebagai bahan perekat karena memiliki kandungan pati yang tinggi, daya

rekat yang baik, mudah diperoleh, dan harganya relatif murah (Nuwa dan Prihanika 2018). Namun demikian, penggunaan perekat tapioka harus dikontrol dengan baik karena penambahan perekat yang berlebihan dapat meningkatkan kadar air biopellet, yang pada akhirnya dapat menurunkan nilai kalor dan efisiensi pembakaran (Harjanti et al. 2021).

Selain penggunaan perekat, penambahan bahan aditif seperti zeolit alam juga menjadi salah satu pendekatan untuk meningkatkan kualitas biopellet. Zeolit alam merupakan mineral berpori dengan sifat fisikokimia yang baik, seperti kapasitas tukar kation yang tinggi, luas permukaan besar, dan kemampuan adsorpsi yang tinggi. Zeolit telah banyak dimanfaatkan dalam berbagai bidang, termasuk industri, pengolahan air, dan pengolahan limbah (Atikah 2017). Pada konteks bioenergi, zeolit alam berpotensi digunakan sebagai aditif atau katalis pembakaran untuk meningkatkan efisiensi pembakaran, menurunkan emisi gas berbahaya, serta meningkatkan stabilitas termal biopellet.

Konsep pembakaran katalitik (*catalytic combustion*) merupakan pendekatan yang memanfaatkan katalis untuk menurunkan energi aktivasi reaksi pembakaran, sehingga proses pembakaran dapat berlangsung pada suhu yang lebih rendah dan lebih efisien. Katalis alam seperti zeolit dan bentonit banyak diminati karena ketersediaannya yang melimpah dan biaya yang relatif rendah (Hamidi, Yuliati, dan Maulana 2025). Penggunaan zeolit alam sebagai katalis pembakaran dalam biomassa padat diharapkan dapat mengurangi emisi polutan seperti karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NO_x), dan hidrokarbon tak terbakar (HC), sekaligus meningkatkan efisiensi energi (Rahman, Irawan, dan Kurniawan 2020). Namun, zeolit alam umumnya memiliki kristalinitas rendah, ukuran pori tidak seragam, serta mengandung pengotor, sehingga diperlukan proses aktivasi atau modifikasi untuk meningkatkan luas permukaan dan aktivitas adsorpsinya (Hartono dan Suhendi 2020).

Berbagai penelitian terkait biopellet dari beragam jenis biomassa telah banyak dilakukan, namun kajian mengenai biopellet berbahan bongkol jagung dan batok kelapa dengan penggunaan tepung tapioka sebagai perekat serta penambahan zeolit alam masih relatif terbatas. Padahal, kombinasi bahan tersebut berpotensi

menghasilkan biopellet dengan karakteristik pembakaran yang lebih baik dan ramah lingkungan. Rendahnya tingkat pemanfaatan bongkol jagung dan batok kelapa di Indonesia juga disebabkan oleh keterbatasan pengetahuan dan edukasi masyarakat terkait pengolahan limbah pertanian menjadi produk energi bernilai tambah.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini memiliki urgensi yang tinggi untuk menganalisis karakteristik pembakaran biopellet berbahan bongkol jagung dan batok kelapa dengan penambahan zeolit alam. Parameter yang dikaji meliputi kadar air, nilai kalor, dan laju pembakaran biopellet yang dihasilkan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan teknologi biopellet yang lebih efisien, ramah lingkungan, dan berkelanjutan, serta mendukung pemanfaatan limbah pertanian sebagai sumber energi terbarukan di Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi temperatur karbonisasi terhadap hasil uji laju pembakaran biopellet dari campuran bongkol jagung dan batok kelapa yang ditambah zeolit alam.
2. Bagaimana pengaruh variasi temperatur karbonisasi terhadap hasil uji nilai kalor biopellet dari campuran bongkol jagung dan batok kelapa yang ditambah zeolit alam.
3. Bagaimana pengaruh variasi temperatur karbonisasi terhadap hasil uji kadar air biopellet dari campuran bongkol jagung dan batok kelapa yang ditambah zeolit alam.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui laju pembakaran biopellet dari tongkol jagung dan batok kelapa dengan tambahan zeolit alam yang di variasi temperatur karbonisasinya.

2. Mengetahui nilai kalor biopelet dari tongkol jagung dan batok kelapa dengan tambahan zeolit alam yang di variasi temperatur karbonisasinya.
3. Mengetahui kandungan air biopelet dari tongkol jagung dan batok kelapa dengan tambahan zeolit alam yang di variasi temperatur karbonisasinya.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini menggunakan bahan dari batok kelapa dan bonggol jagung dengan metode penelitian torefaksi suhu 200°C dan pirolisis suhu 400°C dengan pengujian uji laju pembakaran, nilai kalor, dan kadar air.
2. Pengujian ini menggunakan pengujian torefaksi dengan suhu 200°C dan pirolisis dengan suhu 400°C.
3. Pengujian ini menggunakan uji laju pembakaran, nilai kalor, dan kadar air
4. Penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium, tempat penelitian dilaksanakan di laboratorium Fakultas Teknik Prodi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Jember Dan Laboratorium Fakultas Teknik Prodi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Peneliti
Penelitian ini meningkatkan pemahaman dan keterampilan peneliti dalam pemanfaatan limbah biomassa menjadi biopelet, pengujian karakteristik pembakaran, serta penerapan konsep energi terbarukan dan termokimia.

2. Bagi Lembaga Perguruan Tinggi

Penelitian ini berkontribusi pada pengembangan ilmu energi terbarukan, menjadi referensi akademik dan bahan ajar, serta mendukung Tri Dharma Perguruan Tinggi berbasis keberlanjutan.

3. Bagi Pembaca

Penelitian ini memberikan wawasan tentang potensi biopellet dari limbah pertanian sebagai energi alternatif yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

