

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Krisis energi dan penipisan cadangan bahan bakar fosil telah menjadi tantangan strategis global yang mendesak. Minyak bumi, batu bara, dan gas alam yang menjadi pilar utama pemenuhan energi nasional kian mengecil ketersediaannya. Berdasarkan data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (Ramalan, 2024), menunjukkan bahwa cadangan minyak bumi Indonesia berpotensi habis dalam kurun waktu 21 tahun, gas alam 19 tahun, dan batu bara 28 tahun. Di tingkat domestik, ketergantungan masyarakat terhadap *liquefied petroleum gas* (LPG) masih sangat dominan, di mana Badan Pusat Statistik (BPS, 2024) mencatat 88,59% rumah tangga di Indonesia mengandalkan LPG dan gas kota sebagai bahan bakar utama untuk memasak. Tingginya tingkat ketergantungan ini, ditambah fluktuasi harga pasar serta hambatan rantai distribusi di kawasan pelosok, menuntut hadirnya solusi energi alternatif terbarukan yang mandiri, berbiaya terjangkau, dan ramah lingkungan.

Salah satu pendekatan solutif dalam mengatasi krisis energi tersebut adalah pemanfaatan limbah biomassa berbasis sektor pertanian dan industri kehutanan menjadi bahan bakar padat berkerapatan tinggi berupa biobriket. Potensi biomassa berupa tempurung kelapa dan limbah serbuk kayu gergaji sangat berlimpah di Indonesia, salah satunya di Kabupaten Banyuwangi. Pendataan Dinas Pertanian dan Pangan Kabupaten Banyuwangi (2023) mencatat volume produksi kelapa tahunan sebesar 21.540 ton, yang menyumbang limbah tempurung hingga 3.231 ton tiap tahunnya (sekitar 15% bobot buah). Pada saat yang sama, kegiatan pengolahan kayu di wilayah tersebut menghasilkan serbuk kayu rata-rata 45,8 m³ per bulan (setara 15–20 ton per bulan) untuk tingkat industri kecil hingga menengah (BPS Kabupaten Banyuwangi, 2024; Prasetyo et al., 2023). Kelimpahan material limbah organik yang belum terkelola secara

optimal ini menjadi dasar bernilai strategis untuk dikembangkan sebagai bahan baku biobriket. Tempurung kelapa dikenal sebagai bahan baku biobriket berkualitas tinggi karena mengandung lignin (29,4%–36,5%) dan selulosa (26,6%–33,6%) yang tinggi serta nilai kalor mencapai 6.500–7.600 kal/g. Di sisi lain, serbuk kayu gergaji yang umumnya dibiarkan menumpuk atau dibakar langsung sehingga mencemari lingkungan, memiliki kapasitas panas berkisar antara 4.018 hingga 5.975 kal/g (Wusko et al., 2023). Penggunaan campuran tempurung kelapa dan serbuk kayu ini didasarkan pada karakteristik keduanya yang saling melengkapi (sinergi komplementer) tempurung kelapa menyumbang nilai kalor tinggi dan bara api yang tahan lama berkat kandungan ligninnya, sementara serbuk kayu kaya akan selulosa dan zat terbang sehingga mempermudah proses penyalan awal (*easy ignition*). Kombinasi kedua biomassa ini secara seimbang (50:50) mampu mengoptimalkan ketersediaan bahan, meningkatkan kesetimbangan termal, sekaligus menaikkan nilai ekonomis limbah organik yang sebelumnya tidak terpakai (Daryanto & Kurniawan, 2025).

Meskipun potensi termal dari kombinasi tempurung kelapa dan serbuk kayu tergolong tinggi, efisiensi dan ketahanan pembakarannya sangat bergantung pada kualitas kerapatan fisik briket. Partikel arang hasil karbonisasi tidak dapat saling terikat secara alami tanpa adanya agen pengikat (*binder*) (Erga Anetiesia & Zaman, 2021). Tepung tapioka merupakan salah satu jenis perekat alami berbasis pati (*starch*) yang paling banyak dipilih dan diandalkan oleh peneliti terdahulu. Pemilihan tepung tapioka didasarkan pada kandungan amilopektinnya yang tinggi(-80%) yang mampu mengalami gelatinisasi sempurna pada suhu 60°C–75°C, membentuk matriks gel adesif (*liquid bridging*) yang mengikat butiran karbon secara homogeny dan kuat. Selain ekonomis, mudah didapat dan melimpah secara lokal, penggunaan pati tapioka juga menghasilkan pembakaran yang relative bersih tanpa emisi gas berbahaya. Namun demikian, konsentrasi perekat yang kurang tepat dapat berdampak

negatif kadar perekat berlebih berpotensi meningkatkan retensi air dan persentase abu, sedangkan perekat yang terlalu sedikit membuat briket mudah rapuh dan memiliki laju pembakaran yang terlalu cepat (Nur Latifah, 2023).

Sejumlah penelitian terdahulu telah mengkaji variasi bahan baku briket biomassa. Riset oleh Ilhafa et al. (2023) memanfaatkan kombinasi tempurung kelapa dan ampas tebu menggunakan perekat tapioka dengan hasil parameter kadar air berkisar 1,48%–10,5% dan kadar abu 1,20%–1,38%, sementara Fissa et al. (2024) meneliti campuran tongkol jagung dan tempurung kelapa menggunakan perekat ekstrak daun bunga sepatu. Pada aspek perekat, Junardi et al. (2024) meneliti pengaruh penggunaan bahan perekat tepung sagu, tapioka, dan beras terhadap daya bakar briket tempurung kelapa, serta mengonfirmasi bahwa jenis dan persentase perekat sangat memengaruhi daya bakar serta ketahanan fisik briket. Lebih lanjut, Yuni et al. (2025) serta Daryanto dan Kurniawan (2025) mengevaluasi pengaruh variasi rasio bahan baku tempurung kelapa dan serbuk kayu dengan hasil kombinasi pada rasio 50:50 menghasilkan nilai kalor melampaui 6.000 kal/g (memenuhi standar SNI $\geq$ 5.000 kal/g). Namun, mayoritas kajian sebelumnya memvariasikan rasio bahan baku utama dan konsentrasi perekat secara bersamaan, sehingga menyulitkan isolasi analisis untuk mengetahui sejauh mana intervensi fraksi perekat tapioka secara mandiri dapat memengaruhi karakteristik struktur mekanis dan laju pembakaran briket pada formulasi campuran bahan baku yang sudah stabil.

Berdasarkan *gap* penelitian tersebut, penelitian ini berfokus mengkaji pengaruh variasi konsentrasi perekat tepung tapioka (0%, 5%, 10%, dan 15%) terhadap karakteristik fisik dan termal biobriket, dengan mengondisikan rasio bahan baku utama arang tempurung kelapa dan serbuk kayu tetap pada perbandingan konstan 50:50. Penetapan rasio konstan 50:50 didasarkan pada titik kesetimbangan termal optimum dari penelitian terdahulu (Daryanto & Kurniawan, 2025; Yuni et al., 2025),

yang terbukti menghasilkan sinergi komplementer arang tempurung kelapa menyumbang nilai kalor tinggi dan bara yang tahan lama berkat tingginya kadar lignin, sementara arang serbuk kayu yang kaya selulosa memberikan kemudahan penyalaan awal (*easy ignition*) dan kestabilan nyala api. Sementara itu, pemilihan rentang variasi perekat 0%, 5%, 10%, dan 15% ditetapkan untuk memetakan ambang batas efektivitas pengikatan secara komprehensif variasi 0% difungsikan sebagai sampel kontrol (*baseline*) untuk menguji kekuatan mekanis murni tanpa perekat, variasi 5% hingga 10% menguji tingkat gelatinisasi pati minimum hingga standar baku industri, sedangkan variasi 15% ditujukan untuk mendeteksi titik jenuh (*inflection point*) di mana dosis perekat berlebih berpotensi menaikkan kadar abu, menurunkan laju pembakaran, dan menghambat sirkulasi oksigen akibat densifikasi berlebih. Evaluasi parameter yang diuji mencakup kadar air, kadar abu, kerapatan (*density*), serta laju pembakaran yang dievaluasi kelayakannya berdasarkan parameter Standar Nasional Indonesia (BSN, 2000). Hasil riset ini diharapkan mampu memberikan formulasi perekat paling presisi untuk menghasilkan biobriket berkualitas tinggi, tahan lama, dan beremisi rendah sebagai bahan bakar alternatif ramah lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan latar belakang di atas, identifikasi masalah dalam penelitian ini dirumuskan ke dalam poin-poin berikut :

1. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi tepung tapioka sebagai bahan perekat terhadap karakteristik fisik (kadar air, kadar abu, dan kerapatan) briket campuran tempurung kelapa dan serbuk kayu?
2. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi tepung tapioka sebagai bahan perekat terhadap karakteristik termal (laju pembakaran) briket campuran tempurung kelapa dan serbuk kayu?

3. Berapa konsentrasi tepung tapioka optimum yang menghasilkan briket campuran tempurung kelapa dan serbuk kayu dengan karakteristik fisik dan termal terbaik?
4. Apakah karakteristik fisik dan termal briket campuran tempurung kelapa dan serbuk kayu pada berbagai variasi konsentrasi tepung tapioka telah memenuhi standar mutu briket sesuai SNI (01-6235-2000)?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang ditentukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bahan baku utama yang digunakan dalam pembuatan briket adalah campuran tempurung kelapa dengan bahan biomassa lain yaitu serbuk kayu gergaji ukuran 60 *mesh* dengan rasio perbandingan konstan 50% : 50% untuk total 100 gram campuran arang dan perekat per sampel.
2. Jenis bahan perekat yang digunakan hanya dibatasi pada tepung tapioka, dengan variasi konsentrasi sebagai berikut:
 - a) 0% perekat (0 gr perekat dan 100 gr arang campuran tempurung kelapa dan serbuk kayu)
 - b) 5% perekat (0 gr perekat dan 95 gr arang campuran tempurung kelapa dan serbuk kayu)
 - c) 10% perekat (0 gr perekat dan 90 gr arang campuran tempurung kelapa dan serbuk kayu)
 - d) 15% perekat (0 gr perekat dan 85 gr arang campuran tempurung kelapa dan serbuk kayu)
3. Karakteristik briket yang dianalisis hanya mencakup parameter fisik dan termal, yakni analisis kadar air, kadar abu, kerapatan/densitas, dan laju pembakaran.
4. Pengujian kualitas briket dibandingkan dengan Standar Nasional Indonesia (SNI 01-6235-2000), namun hanya terbatas pada parameter-parameter yang diujikan dalam penelitian.

1.4 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka diperoleh tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh variasi konsentrasi tepung tapioka sebagai bahan perekat terhadap karakteristik fisik (kadar air, kadar abu, dan kerapatan) briket campuran tempurung kelapa dan serbuk kayu. Mengetahui pengaruh variasi konsentrasi tepung tapioka sebagai bahan perekat terhadap karakteristik termal (laju pembakaran) briket campuran tempurung kelapa dan serbuk kayu.
2. Menentukan konsentrasi perekat tepung tapioka optimum yang menghasilkan briket campuran tempurung kelapa dan serbuk kayu dengan kombinasi karakteristik fisik dan termal terbaik.
3. Mengetahui karakteristik fisik dan termal briket campuran tempurung kelapa dan serbuk kayu pada berbagai variasi konsentrasi tepung tapioka telah memenuhi standar mutu briket sesuai SNI (01-6235-2000)?

1.5 Manfaat

Hasil riset mengenai formulasi biobriket dari campuran arang tempurung kelapa dan serbuk kayu gergaji (rasio 50%:50%) dengan variasi dosis perekat tepung tapioka ini diharapkan mampu memberikan kontribusi teoritis, teknis, maupun aplikatif yang signifikan. Adapun manfaat pelaksanaan penelitian ini dijabarkan secara spesifik ke dalam poin-poin sebagai berikut:

1. Bagi Peneliti

Sebagai wahana pengembangan kompetensi akademis, daya nalar ilmiah, serta pemahaman praktis dalam menerapkan prinsip rekayasa proses dan teknologi energi terbarukan. Memperdalam pemahaman komprehensif mengenai mekanisme densifikasi biomassa serta interaksi matriks arang berbasis pati (*starch-based binder bridging*). Mengasah keterampilan operasional laboratorium, khususnya dalam

mengarakterisasi sifat fisik (kadar air, kadar abu, dan kerapatan) serta performa termal (laju pembakaran) bahan bakar padat sintetik.

2. Bagi Perguruan Tinggi

Memperkaya khazanah keilmuan, literasi akademis, serta dokumentasi perpustakaan ilmiah di lingkungan Program Studi Teknik Kimia, khususnya pada bidang pemanfaatan limbah biomassa. Berkontribusi positif terhadap pemenuhan capaian Indikator Kinerja Utama (IKU) institusi melalui peningkatan kualitas riset dan publikasi ilmiah mahasiswa. Memperkuat peta jalan (*roadmap*) penelitian laboratorium serta meningkatkan reputasi akademis Universitas Muhammadiyah Jember dalam menghadirkan inovasi energi ramah lingkungan berbasis potensi lokal.

3. Bagi Masyarakat

Menyediakan informasi dan solusi edukatif mengenai teknik konversi limbah pertanian serta perkayuan menjadi produk bahan bakar padat yang bernilai ekonomis tinggi (*upcycling*). Mendukung upaya kelestarian lingkungan dengan mereduksi laju akumulasi limbah batok kelapa dan serbuk gergaji kayu melalui pendekatan pemulihan energi (*energy recovery*). Menawarkan alternatif bahan bakar masak domestik mau pun industri kecil yang efisien, hemat, beremisi rendah, dan terjangkau guna mengurangi ketergantungan pada LPG.

4. Bagi Pembaca dan Peneliti Selanjutnya

Berfungsi sebagai referensi empiris, rujukan ilmiah, dan landasan komparatif yang valid untuk pengembangan riset biomassa tingkat lanjutan. Menyediakan data acuan parameter formulasi perekat optimum (rasio tapioka, kerapatan ideal, dan laju pembakaran) bagi skema komersialisasi atau pembuatan briket skala pilot. Menjadi dasar pembandingan untuk penelitian modifikasi jenis perekat alami lainnya maupun pengujian karakteristik termal lanjutan menggunakan bomb calorimeter.