

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan energi dunia terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk, perkembangan teknologi, dan peningkatan aktivitas industri. Di sisi lain, ketergantungan terhadap bahan bakar fosil masih mendominasi pemenuhan kebutuhan energi sehingga menyebabkan peningkatan emisi gas rumah kaca yang berkontribusi terhadap perubahan iklim. Sebagai upaya mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil, Pemerintah Indonesia berkomitmen untuk mencapai *Net Zero Emissions* (NZE) pada tahun 2060 melalui pengembangan energi baru terbarukan (EBT). Dalam Rencana Umum Energi Nasional (RUEN), pemerintah menargetkan bauran EBT mencapai 23% pada tahun 2025 dan meningkat menjadi 31% pada tahun 2050. Salah satu sumber energi terbarukan yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan adalah biomassa karena bersifat terbarukan, tersedia dalam jumlah melimpah, serta dapat dikonversi menjadi bahan bakar padat berupa biopellet melalui proses densifikasi sehingga memiliki nilai kalor yang lebih tinggi, mudah disimpan, dan lebih efisien dalam distribusi (Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2017; Ahmed dkk., 2021).

Selain tantangan dalam penyediaan energi, peningkatan timbulan sampah perkotaan juga menjadi permasalahan yang memerlukan penanganan berkelanjutan. Sistem pengelolaan sampah yang masih didominasi metode penimbunan di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) menyebabkan kapasitas lahan semakin terbatas serta berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan. Salah satu teknologi yang berkembang untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah *Refuse Derived Fuel* (RDF), yaitu teknologi yang memanfaatkan fraksi sampah yang memiliki nilai kalor melalui tahapan pemilahan, pencacahan, pengeringan, dan densifikasi menjadi bahan bakar padat alternatif. Penerapan RDF tidak hanya mampu mengurangi jumlah sampah yang ditimbun di TPA, tetapi juga mendukung pemanfaatan sampah sebagai sumber energi alternatif dan penerapan konsep ekonomi sirkular (Ahmed dkk., 2021).

Sebagai implementasi teknologi tersebut, Pemerintah Kota Sawahlunto mengembangkan fasilitas RDF di TPA Kayu Gadang sebagai salah satu upaya meningkatkan pengelolaan sampah sekaligus menghasilkan bahan bakar alternatif. Pengembangan fasilitas ini mendapat dukungan dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan setelah TPA Kayu Gadang dinilai memiliki potensi untuk penerapan teknologi RDF. Pada triwulan III tahun 2025, fasilitas RDF memasuki tahap *commissioning* atau uji coba operasional yang disertai pelatihan teknis bagi operator. Pada tahap tersebut dilakukan pengolahan fraksi sampah melalui proses pemilahan, pencacahan, pengeringan, dan densifikasi hingga menghasilkan biopelet sebagai bahan bakar padat alternatif. Kondisi ini menunjukkan bahwa fasilitas RDF di TPA Kayu Gadang masih berada pada tahap pengembangan, sehingga evaluasi terhadap kualitas produk yang dihasilkan menjadi penting sebagai dasar penyempurnaan proses produksi pada tahap operasional selanjutnya (Pemerintah Kota Sawahlunto, 2025; Antara, 2022).

Kajian mengenai potensi pengolahan sampah domestik Kota Sawahlunto menunjukkan bahwa karakteristik sampah yang dihasilkan memiliki peluang untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku RDF. Komposisi sampah didominasi oleh sisa makanan, plastik, kertas, serta fraksi kayu dan daun yang memiliki potensi sebagai material penyusun bahan bakar padat setelah melalui proses pengolahan yang sesuai (Rusyadi dkk., 2025). Sejalan dengan hasil tersebut, studi pendahuluan yang dilakukan peneliti pada tahun 2024 menunjukkan bahwa fraksi biomassa berkayu merupakan salah satu komponen yang berpotensi dimanfaatkan dalam pengembangan RDF di TPA Kayu Gadang. Namun demikian, biopelet yang menjadi objek penelitian ini bukan merupakan biopelet yang diformulasikan secara khusus oleh peneliti, melainkan biopelet hasil uji coba fasilitas RDF yang diproduksi menggunakan campuran biomassa sesuai kondisi operasional saat *commissioning*. Oleh karena itu, penelitian ini tidak berfokus pada optimasi komposisi bahan baku, tetapi pada evaluasi karakteristik biopelet yang dihasilkan dari kondisi operasional aktual fasilitas RDF.

Meskipun biopelet telah berhasil diproduksi pada tahap uji coba fasilitas RDF, karakteristik kualitasnya belum diketahui secara komprehensif. Evaluasi terhadap parameter kadar air, kadar abu, zat terbang (*volatile matter*), karbon tetap (*fixed*

carbon), nilai kalor, kandungan sulfur, kandungan klorin, dan densitas diperlukan untuk mengetahui kelayakan biopelet sebagai bahan bakar padat sesuai standar mutu yang berlaku. Informasi tersebut penting sebagai dasar evaluasi terhadap kinerja awal fasilitas RDF TPA Kayu Gadang sekaligus menjadi masukan dalam penyempurnaan proses produksi sehingga biopelet yang dihasilkan memiliki kualitas yang lebih baik (BSN, 2018; BSN, 2021).

Salah satu pendekatan yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas biopelet adalah melalui proses karbonisasi sehingga menghasilkan *biochar*. Proses karbonisasi mampu menurunkan kadar air dan kandungan zat terbang, meningkatkan kandungan karbon tetap, serta meningkatkan nilai kalor sehingga menghasilkan bahan bakar padat yang lebih stabil dan memiliki karakteristik pembakaran yang lebih baik dibandingkan biopelet tanpa perlakuan termal (Liu dkk., 2021; Mohammadi, 2021). Oleh karena itu, proses karbonisasi berpotensi menjadi salah satu alternatif peningkatan mutu biopelet hasil fasilitas RDF.

Sebagian besar penelitian terdahulu mengenai biopelet menggunakan biomassa tunggal, seperti serbuk gergaji, sekam padi, atau limbah pertanian lainnya, dengan komposisi bahan baku yang dikendalikan di laboratorium sehingga karakteristiknya relatif homogen. Sementara itu, penelitian mengenai biopelet hasil fasilitas RDF yang diproduksi dari campuran biomassa sesuai kondisi operasional aktual masih terbatas, khususnya pada fasilitas RDF TPA Kayu Gadang Kota Sawahlunto. Selain itu, kajian yang membandingkan karakteristik biopelet RDF dengan *biochar* hasil karbonisasi berdasarkan parameter analisis proksimat, nilai kalor, kandungan sulfur, kandungan klorin, dan densitas serta mengevaluasi kesesuaiannya terhadap SNI 8675:2018 tentang Pelet Biomassa untuk Energi dan SNI 8966:2021 tentang Bahan Bakar Jumputan Padat untuk Pembangkit Listrik juga masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengisi kesenjangan tersebut sekaligus memberikan dasar ilmiah bagi evaluasi kualitas biopelet hasil uji coba fasilitas RDF dan pengembangan pemanfaatan RDF sebagai sumber energi alternatif yang berkelanjutan di Kota Sawahlunto.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.2.1 Maksud Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk melakukan uji komparatif karakteristik kualitas biopelet dan *biochar* yang dihasilkan dari fasilitas *Refuse Derived Fuel* (RDF) Komunal TPA Kayu Gadang Kota Sawahlunto melalui analisis parameter mutu, sehingga dapat diketahui kualitas dan potensi pemanfaatannya sebagai sumber energi alternatif..

1.2.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis karakteristik kualitas biopelet RDF dan *biochar* hasil karbonisasi berdasarkan parameter analisis proksimat, sulfur, klorin, densitas, dan nilai kalor.
2. Membandingkan perubahan karakteristik kualitas biopelet sebelum dan sesudah proses karbonisasi serta mengevaluasi kesesuaiannya terhadap SNI 8675:2018 dan SNI 8966:2021.
3. Menganalisis perbedaan karakteristik kualitas biopelet RDF dan *biochar* menggunakan uji statistik Paired Sample t-Test.

1.3 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat kepada berbagai pihak yaitu:

1. Memberikan informasi mengenai kualitas biopelet dan *biochar* yang dihasilkan dari fasilitas RDF Komunal TPA Kayu Gadang Kota Sawahlunto berdasarkan parameter mutu yang diuji.
2. Menjadi bahan evaluasi dalam pemanfaatan biopelet dan *biochar* sebagai sumber energi alternatif berbasis sampah.
3. Menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya terkait pengembangan produk bioenergi dari fasilitas RDF dan pengelolaan sampah berkelanjutan.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengujian dilakukan terhadap biopelet yang dihasilkan di fasilitas RDF Komunal TPA Kayu Gadang Kota Sawahlunto yang dibuat dari kompos (daun, ranting kayu, dan sekam padi), kulit nanas, serta serbuk gergaji yang ditambahkan pada proses pencetakan dan ikut tercampur dalam biopelet.
2. Penelitian dilakukan di Laboratorium Kualitas Udara, Laboratorium Buangan Padat Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Andalas dan Laboratorium Sentral Universitas Andalas.
3. Pengujian terhadap produk biopelet dan *biochar* yang di konversi dengan tungku biomassa yaitu berupa analisis proksimat, sulfur, klorin, kerapatan dan kalor sebagai parameter penilaian kualitas biopelet dan *biochar* berdasarkan parameter-parameter utama SNI 8675:2018.
4. Hasil pengujian biopelet dan *biochar* dibandingkan standar kualitas pada SNI 8675:2018 tentang Pelet Biomassa untuk Energi dan SNI 8966:2021 tentang Bahan Bakar Jumputan Padat untuk Pembangkitan Listrik.
5. Melakukan analisis komparatif dan uji signifikansi (*t-Test*) terhadap parameter kualitas biopelet dan *biochar*.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini adalah:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang, maksud dan tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi teori-teori yang mendukung penelitian, kajian penelitian terdahulu, standar mutu yang digunakan, serta kerangka konseptual penelitian mengenai karakteristik biopelet RDF dan *biochar* hasil karbonisasi.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan lokasi dan waktu penelitian, bahan dan alat yang digunakan, rancangan penelitian, tahapan penelitian, metode

pengujian karakteristik biopelet dan *biochar*, pengumpulan data, serta metode pengolahan dan analisis data.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi hasil pengujian karakteristik biopelet RDF dan *biochar* meliputi kadar air, kadar abu, kadar zat terbang, kadar karbon terikat, nilai kalor, sulfur, klorin, dan densitas, serta pembahasan mengenai pengaruh karbonisasi, kesesuaian dengan standar SNI, dan analisis statistik perbedaan karakteristik sebelum dan sesudah karbonisasi.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil penelitian serta saran untuk penelitian selanjutnya dan pengembangan pemanfaatan *biochar* dari biopelet RDF sebagai bahan bakar alternatif.

