

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bahan bakar fosil merupakan sumber energi tak terbarukan yang masih mendominasi pasokan energi secara global sebesar 85% dari energi total, yang dapat menyebabkan peningkatan konsentrasi gas CO₂ dari proses pembakaran bahan bakar fosil dan memicu terjadinya *Global warming* (Bot dkk., 2022)(Ghosh, 2020). Salah satu cara meminimalkan dampak yang ada, yaitu penggunaan energi terbarukan sebagai energi alternatif yang memberikan dampak lingkungan yang lebih rendah, sumber daya yang tidak terbatas, dan memiliki efisiensi yang cukup tinggi (Darmawan & Aziz, 2021).

Biomassa merupakan salah satu bentuk energi terbarukan yang berasal dari bahan organik berupa dari residu pertanian, residu hutan, sampah padat, residu peternakan berupa kotoran hewan dan residu manusia (*human waste*) (Panewary, S.D.S.D, 2022). Namun, biomassa masih memiliki kadar air yang tinggi, bentuk, ukuran yang tidak teratur, dan kepadatan/densitas yang rendah, sehingga perlu dilakukannya konversi biomassa dari bentuk energi primer menjadi energi sekunder melalui proses pemadatan biomassa menjadi pelet atau briket (Kaliyan & Vance Morey, 2009).

Lumpur tinja merupakan salah satu bentuk biomassa dari hasil buangan manusia yang keberadaannya bersifat kontinu selama populasi manusia masih ada. Lumpur tinja menyimpan energi biomassa yang berasal dari konsentrasi bahan organik yang tinggi dan berpotensi menjadi sumber energi terbarukan apabila dikelola secara optimal (Fakkaew dkk., 2018; Hafford dkk., 2018; Krueger dkk., 2020). Lumpur tinja dalam bentuk pelet memiliki kandungan energi antara 8,0–23 MJ/kg (Andriessen dkk., 2019; Moedinger, 2023; Ward dkk., 2014). Namun, pelet lumpur tinja memiliki kelemahan, karena memiliki kandungan abu yang cukup tinggi dan kandungan karbon tetap yang lebih rendah, sehingga dapat menurunkan nilai kalor (Andriessen dkk., 2019; Somorin dkk., 2017). Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk menurunkan kandungan abu dan meningkatkan *fixed carbon*, yaitu

dengan mengombinasikan lumpur tinja dengan biomassa lainnya, sehingga akan meningkatkan sifat termal dari *biofuel* padat yang dihasilkan (Krueger dkk., 2020).

Berdasarkan hal di atas, maka dilakukan penelitian untuk melihat karakteristik pelet lumpur tinja dengan kombinasi biomassa lainnya, yaitu limbah daun gambir dan sampah halaman (dedaunan kering berwarna coklat dan ranting-ranting). Kedua biomassa tersebut merupakan biomassa yang ketersediaannya cukup banyak. Sumatera Barat merupakan pengimpor gambir terbesar di Indonesia yang tentunya akan menghasilkan limbah daun gambir sebagai residu akhir dalam proses produksi. Selain itu, kedua biomassa lainnya menyimpan energi dengan nilai kalor limbah daun gambir sebesar 8,82–31,03 MJ/kg dan nilai kalor sampah halaman 18,81–25,01 MJ/kg (Berutu, 2022; Ganing dkk., 2021; Novita & Damanhuri, 2010; Ramadhan & Jelita, 2023; Santosa & Soemano, 2014). Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 8675:2018 tentang Pelet Biomassa untuk Energi dan SNI 8966:2021 tentang Bahan Bakar Jumptan Padat untuk Pembangkit Listrik, persyaratan nilai kalor pada pelet biomassa, yaitu ≥ 10 MJ/kg, sehingga nilai kalor lumpur tinja kering, limbah daun gambir dan sampah halaman menunjukkan adanya potensi energi yang dapat digunakan untuk menjadi energi terbarukan.

Pada penelitian ini, lumpur tinja yang digunakan merupakan lumpur tinja kering yang telah melewati unit *Sludge Drying Bed* (SDB) dari Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Kota Payakumbuh. IPLT ini menghasilkan lumpur tinja kering yang telah diolah sebanyak 8,3 kg/hari (250 kg/bulan). Selanjutnya, limbah daun gambir didapatkan dari PT X, yang merupakan salah satu pabrik penghasil ekstrak daun gambir di Kabupaten Lima Puluh Kota dan menghasilkan limbah daun gambir sebanyak ± 34 ton/hari. Bahan campuran lainnya, yaitu sampah halaman yang terdiri dari sampah dedaunan di kawasan Universitas Andalas, yang masuk ke Pusat Pengelolaan Sampah Terpadu (PPST) Universitas Andalas untuk diolah sebanyak 517 kg/hari (Irbah, 2023). Ketiga biomassa berpotensi menjadi sumber energi alternatif dan juga belum dimanfaatkan secara optimal.

Proses pembuatan pelet dapat dilakukan dengan metode karbonisasi (Irvan dkk., 2021; Kabok dkk., 2018; Ramadhanti, 2021; Sanka & Germain, 2023) dan metode pirolisis (Gold dkk., 2018). Namun, menurut penelitian Hafford dkk. (2018)

pembuatan pelet lumpur tinja dengan metode pirolisis membutuhkan biaya yang cukup tinggi, sedangkan metode karbonisasi akan meningkatkan kandungan abu hingga 70% (Gold dkk., 2018; Hafford dkk., 2018), sehingga pada penelitian ini digunakan metode lain, yaitu Teknologi Olah Sampah di Sumbernya (TOSS), dengan menggunakan teknik *biodrying* pada salah satu tahapannya. Teknik *biodrying* merupakan teknik pengeringan dengan memanfaatkan aktivitas mikroorganisme untuk menguapkan air yang terkandung di dalam bahan baku.

Adapun biomassa yang telah diolah menjadi pelet menggunakan metode TOSS, yaitu sampah domestik, eceng gondok, sekam padi, buah bintaro, kelapa, bambu, serbuk kayu, ilalang dan rerumputan dengan nilai kalor pada produk akhir pelet, yaitu berkisar antara 12,23-19,35 MJ/kg (Abidin dkk., 2025; Brunner dkk., 2021). Belum terdapat pembuatan pelet lumpur tinja kering dengan biomassa lainnya menggunakan metode TOSS. Pelaksanaan TOSS dilakukan sesuai dengan Panduan Pelaksanaan Pengelolaan Sampah dengan Teknologi Olah Sampah di Sumbernya (TOSS) Nomor TOSS-DPS-00-B1-DK-001, yang disahkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia pada tahun 2021. Hasil analisis dapat menjadi pertimbangan sebagai bahan bakar alternatif, sekaligus dapat menjadi bentuk pengelolaan terhadap limbah organik.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas dan potensi pelet lumpur tinja menggunakan kombinasi limbah daun gambir dan sampah halaman dan potensi sebagai sumber energi alternatif untuk kebutuhan rumah tangga, industri dan pembangkit listrik dengan menggunakan metode TOSS.

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis karakteristik bahan baku pelet (lumpur tinja, limbah daun gambir, dan sampah halaman) pada setiap hasil *biodrying* menggunakan metode TOSS.
2. Menganalisis karakteristik variasi pelet lumpur tinja dengan kombinasi limbah daun gambir dan sampah halaman serta melakukan pengujian regresi linear dan korelasi antar setiap parameter uji.

3. Menganalisis mutu pelet sesuai SNI dan menentukan pelet dengan variasi terbaik dengan metode skoring serta melakukan uji termal terhadap variasi terbaik tersebut.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Memberikan alternatif pemanfaatan lumpur tinja, limbah daun gambir dan sampah halaman menjadi pelet biomassa dengan metode TOSS.
2. Memberikan informasi terkait karakteristik dan kualitas pelet yang dihasilkan, sehingga dapat digunakan sebagai energi alternatif pengganti bahan bakar fosil pada sektor rumah tangga, industri maupun pembangkit listrik.
3. Mendukung upaya pengurangan timbulan limbah organik dan peningkatan pemanfaatan limbah yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

1.4 Batasan Masalah

Dalam pelaksanaan penelitian ini digunakan batasan masalah sebagai berikut:

1. Bahan baku yang digunakan, yaitu lumpur tinja kering dari IPLT Kota Payakumbuh, limbah daun gambir dari PT X, dan sampah halaman yang telah terkumpul pada PPST Universitas Andalas.
2. Lokasi penelitian di PPST Universitas Andalas, Laboratorium Kualitas Udara Laboratorium Buangan Padat, Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Andalas.
3. Variasi pelet terdiri dari 9 (Sembilan) variasi, dengan rincian:
 - a. 100% lumpur tinja (T)
 - b. 100% limbah daun gambir (G)
 - c. 100% sampah halaman (H)
 - d. Kombinasi T dengan persentase variasi G sebesar 25%, 50%, dan 75%
 - e. Kombinasi T dan persentase variasi H sebesar 25%, 50%, dan 75%,
4. Parameter uji untuk proses *biodrying* meliputi, suhu, penyusutan ketinggian dan analisis proksimat.
5. Parameter uji untuk kualitas pelet meliputi analisis proksimat, sulfur, klorin, kerapatan dan nilai kalor dan membandingkan dengan SNI 8675:2018 tentang

Pelet Biomassa untuk Energi dan SNI 8966:2021 tentang Bahan Bakar
Jumputan Padat untuk Pembangkit Listrik.

6. Uji statistik data analisis proksimat pelet dengan *One-Way* ANOVA.
7. Seleksi variasi terbaik menggunakan metode skoring dan uji karakterisasi pembakaran (waktu nyala, laju pembakaran, dan efisiensi termal) terhadap 4 (tiga) pelet dengan variasi terbaik.

1.5 Sistematika Penulisan Tesis

Sistematika penulisan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang, maksud dan tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang landasan teori semua referensi, literatur yang berhubungan dengan penelitian, dan kerangka konseptual.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan materi penelitian, rancangan penelitian, pengumpulan data, pengolahan, analisis dan interpretasi data serta lokasi dan waktu penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini terdiri dari hasil penelitian dan pembahasan.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran yang disusun berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh melalui serangkaian analisis untuk mencapai tujuan penelitian.