

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan energi di Indonesia terus meningkat seiring pertumbuhan populasi yang mendorong aktivitas produksi, konsumsi, dan industri. Saat ini, sektor rumah tangga masih bergantung pada *liquefied petroleum gas* (LPG) dan minyak tanah sebagai sumber energi utama karena nilai kalornya yang tinggi dan kemudahan penggunaannya. Namun, bahan bakar fosil bersifat tidak terbarukan, dan semakin menipis, sehingga menyebabkan keterbatasan pasokan. Selain itu, distribusi bahan bakar fosil di Indonesia masih belum merata, terutama di pedesaan, turut memperparah ketimpangan akses energi (Rohmaningsih, 2019).

Penggunaan bahan bakar fosil seperti batu bara, minyak bumi, dan gas alam juga menghasilkan emisi karbon dioksida (CO₂) dalam jumlah besar. Ini dikarenakan bahan bakar tersebut merupakan senyawa karbon yang terbentuk selama jutaan tahun di dalam bumi. Saat dibakar, karbon tersebut dilepaskan ke atmosfer sehingga menyebabkan akumulasi gas rumah kaca yang menjadi pemicu utama pemanasan global dan perubahan iklim (IPCC, 2023).

Sebagai alternatif, biomassa berasal dari material organik seperti limbah pertanian, kayu, dan dedaunan dapat menggantikan bahan bakar fosil dalam berbagai sektor. Pembakaran biomassa bersifat karbon netral, karena karbon yang dilepas melalui pembakaran biomassa akan diserap kembali oleh pohon pada proses fotosintesis (Amirta, 2018). Berdasarkan data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM, 2023), penggunaan biomassa kayu bakar tercatat sebesar 15,3 juta ton pada tahun 2023. Sementara itu, Badan Pusat Statistik (BPS, 2024) mencatat bahwa 9,82% masyarakat Indonesia masih bergantung pada biomassa kayu bakar, dengan Provinsi Sumatera Barat sebagai salah satu pengguna terbesar (10,35%).

Meskipun tersedia dalam jumlah melimpah, pembakaran biomassa dengan tungku tradisional memiliki efisiensi rendah dan menghasilkan emisi berbahaya, seperti gas karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO₂), hidrogen sulfida (H₂S), nitrogen oksida (NO_x), sulfur oksida (SO_x), serta *particulate matter 2.5* (PM_{2.5})

(Goembira *et al.*, 2021). Emisi gas ini berkontribusi terhadap pencemaran udara dan meningkatkan risiko berbagai gangguan kesehatan, termasuk infeksi saluran pernapasan akut (ISPA) dan penyakit kronis. Secara global, lebih dari 1,3 juta orang meninggal setiap tahunnya akibat penyakit terkait polusi udara, dengan wanita dan anak-anak sebagai kelompok yang paling rentan (Kirumbi & Ondu, 2016).

Salah satu potensi biomassa yang belum dimanfaatkan secara optimal adalah kulit ubi kayu. Sumatera Barat, khususnya Kota Padang merupakan sentra produksi berbagai olahan ubi kayu, seperti keripik sanjai, dan tapai yang menghasilkan limbah kulit ubi kayu dalam jumlah besar. Saat ini, limbah kulit ubi kayu tersebut hanya dimanfaatkan sebagai pakan ternak (Hirniah, 2020). Menurut BPS (2024) dan Hidayat *et al* (2020), produksi ubi kayu di Sumatera Barat mencapai 140.358,55 ton dengan 16% dari total tersebut adalah kulit ubi kayu atau 22.457,3 ton.

Menurut Rahmat *et al* (2022) dan Widiarto *et al* (2019) kulit ubi kayu memiliki nilai kalor pembakaran sebesar 3.843,84 kkal/kg, kulit ubi kayu juga mengandung lignoselulosa, dengan 40,5% selulosa, 21,4% hemiselulosa, dan 11,7% lignin, menjadikannya bahan baku yang potensial untuk produksi energi terbarukan. Dengan pemanfaatan yang lebih optimal, limbah kulit ubi kayu ini dapat memberikan nilai ekonomi lebih bagi masyarakat sekaligus mengurangi dampak lingkungan dari pembuangan limbah tersebut.

Putra (2016) telah menganalisis pemanfaatan limbah kulit ubi sebagai bahan bakar pada tungku biomassa *Top-Lit Up Draft* (TLUD) *gasifier*. Hasil pembakaran menunjukkan efisiensi termal hanya sebesar 8,79% dan laju konsumsi bahan bakar sebesar 4,272 kg/jam. Hasil tersebut tergolong rendah, yang mengindikasikan bahwa karakteristik bahan bakar sangat memengaruhi performa tungku. Salah satu cara untuk mengoptimalkan bahan bakar biomassa adalah melalui proses gasifikasi dan pengolahan menjadi bentuk padat seperti biopellet, yang dapat meningkatkan kandungan *volatile matter* dan efisiensi pembakaran (Ariani, 2013).

Biopellet merupakan bahan bakar padat bertekanan tinggi yang memiliki keunggulan dari segi nilai kalor, kepadatan, kadar air, dan emisi dibandingkan pembakaran terbuka (*open burning*) (Pradana *et al.*, 2023). Biopellet juga kompatibel dengan teknologi pembakaran bersih seperti tungku biomassa TLUD

gasifier, yang dirancang untuk meningkatkan efisiensi termal dan menurunkan emisi gas buang seperti CO dan PM_{2.5} secara signifikan.

Beberapa penelitian telah mengkaji pemanfaatan limbah ubi kayu sebagai bahan bakar. Hafiz (2024), meneliti tentang karakteristik biopelet limbah kulit ubi kayu, yang memiliki kadar air 9,76%, kadar zat terbang 83,24%, kadar abu 4,94%, karbon terikat 11,72%, dan nilai kalor 12,24 MJ/kg (2.925 kkal/kg). Novanto (2022), menganalisis biopelet berbahan kulit ubi kayu menunjukkan kadar air sebesar 11%, kadar abu 3,69%, dan nilai kalor 18,21 MJ/kg (4.352 kkal/kg). Ini menunjukkan kulit ubi kayu sebagai bahan bakar alternatif dengan potensi tinggi.

Meskipun beberapa penelitian terkait pemanfaatan biopelet kulit ubi kayu sebagai bahan bakar telah dilakukan sebelumnya, namun informasi mengenai kinerja pembakaran biopelet kulit ubi kayu pada tungku biomassa TLUD *gasifier* belum ada informasinya. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik biopelet dari kulit ubi kayu sebagai bahan bakar alternatif, sesuai standar SNI 8675:2018 tentang Pelet Biomassa Untuk Energi. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengevaluasi kinerja pembakaran biopelet pada tungku biomassa TLUD *gasifier*, khususnya ditinjau dari parameter faktor emisi PM_{2.5}, CO dan CO₂. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan pembakaran *volatile matter* dalam tungku biomassa TLUD *gasifier* yang optimal serta penggunaan biomassa kulit ubi kayu sebagai bahan bakar alternatif dapat dimanfaatkan untuk tungku biomassa dengan pembakaran yang sempurna, sehingga dapat di aplikasikan pada masyarakat umum sebagai bahan bakar rumah tangga yang terbarukan dan ramah lingkungan, khususnya di Sumatera Barat.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud penelitian ini adalah menganalisis faktor emisi dan kinerja tungku biomassa TLUD *gasifier* dari pembakaran biopelet kulit ubi kayu, serta membandingkannya dengan nilai acuan pada SNI 7926:2013.

Tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. Menganalisis kualitas biopelet kulit ubi kayu berdasarkan SNI 8675:2018 tentang Pelet Biomassa Untuk Energi;
2. Menghitung dan menganalisis faktor emisi PM_{2.5}, CO, dan CO₂ dari

pembakaran biopelet kulit ubi kayu pada tungku biomassa TLUD *gasifier* serta membandingkannya dengan nilai acuan pada SNI 7926:2013 dan dibandingkan dengan penelitian sebelumnya;

3. Mengevaluasi kinerja pembakaran tungku biomassa TLUD dalam membakar biopelet kulit ubi kayu berdasarkan SNI 7926:2013 dan dibandingkan dengan penelitian sebelumnya.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi ilmiah tentang karakteristik dan potensi biopelet kulit ubi kayu sebagai bahan bakar alternatif serta menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya mengenai pemanfaatan limbah biomassa, khususnya kulit ubi kayu;
2. Memberikan alternatif solusi dalam mengatasi permasalahan limbah kulit ubi kayu dan ketergantungan pada bahan bakar fosil;
3. Menjadi sumber informasi bagi pemerintah dan masyarakat, khususnya petani ubi kayu di Sumatera Barat, mengenai potensi kulit ubi kayu sebagai bahan bakar alternatif;
4. Mendorong inovasi dan penerapan teknologi tepat guna di bidang energi terbarukan dan pengolahan limbah biomassa.

1.4 Batasan Masalah

Dalam pelaksanaan penelitian ini digunakan batasan masalah sebagai berikut:

1. Objek penelitian ini adalah kualitas biopelet kulit ubi kayu, faktor emisi pembakaran, dan kinerja tungku biomassa berbahan bakar biopelet kulit ubi kayu.
2. Lokasi penelitian meliputi:
 - a. Pembuatan biopelet kulit ubi kayu dilakukan di PPST Universitas Andalas;
 - b. Pengujian kualitas biopelet dilakukan di Laboratorium Buangan Padat, Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Andalas;
 - c. Pengujian kinerja tungku biomassa dilakukan di Laboratorium Penelitian, Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Andalas;
 - d. Pengujian nilai kalor dan kadar sulfur biopelet dilakukan di Laboratorium Dasar dan Sentral, Universitas Andalas.

3. Alat dan Bahan:
 - a. Kulit ubi kayu yang digunakan berasal dari agroindustri ubi kayu di Kota Padang, Sumatera Barat;
 - b. Tungku biomassa yang digunakan adalah tungku biomassa tipe TLUD *gasifier*.
4. Metode penelitian antara lain:
 - a. Pembuatan biopelet melalui proses pencacahan, pengayakan, pencetakan menggunakan mesin pelet, pengeringan, dan pengemasan;
 - b. Pengujian kualitas biopelet mengacu pada SNI 8675:2018 tentang Pelet Biomassa Untuk Energi;
 - c. Pengujian kinerja tungku biomassa mengacu pada SNI 7926:2013 tentang Kinerja Tungku Biomassa.
5. Parameter yang diukur sebagai berikut:
 - a. Kualitas biopelet: kadar air, kadar abu, kadar zat terbang, kadar karbon terikat, nilai kalor, kadar sulfur, dan kerapatan;
 - b. Faktor emisi: PM_{2,5}, CO, dan CO₂;
 - c. Kinerja tungku biomassa: konsumsi spesifik bahan bakar, efisiensi pembakaran dan efisiensi termal.
6. Penelitian ini tidak membahas aspek ekonomi dan sosial dari pemanfaatan biopelet kulit ubi kayu.

1.5 Sistematika Penulisan Laporan

Sistematika penulisan tugas akhir ini adalah:

BAB I PENDAHULUAN

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

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas literatur mengenai biomassa, biopelet, karakteristik kulit ubi kayu, tungku biomassa TLUD *gasifier*, pembakaran, pencemaran udara, PM_{2,5}, CO dan CO₂, serta studi terdahulu.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tahapan penelitian yang dilakukan, mulai dari studi

literatur, pengumpulan data primer, teknik sampling, teknik analisis, serta lokasi dan waktu penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan temuan penelitian dan analisis pembahasannya. Analisis mencakup data kualitas biopellet, faktor emisi PM_{2.5}, CO dan CO₂, serta kinerja tungku biomassa. Hasil pengujian dibandingkan dengan standar acuan pada SNI 8675:2018 dan SNI 7926:2013, serta dengan hasil-hasil penelitian sebelumnya yang relevan.

BAB V PENUTUP

Bab ini membahas hasil penelitian yang telah diuraikan, yang mencakup kesimpulan dan saran.

