

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara dengan jumlah penduduk terbesar di Asia Tenggara dan termasuk salah satu negara dengan pertumbuhan ekonomi tercepat di antara negara-negara G20, sehingga permintaan energi terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk, urbanisasi, dan pembangunan ekonomi. Sumber energi utama di Indonesia masih didominasi oleh bahan bakar fosil, seperti minyak bumi, gas alam, dan batubara, yang hingga saat ini menyumbang porsi terbesar dalam bauran energi nasional. Dalam upaya mendukung dekarbonisasi ekonomi, Pemerintah Indonesia telah berkomitmen untuk menurunkan emisi gas rumah kaca (GRK), sebagaimana tercantum dalam Kontribusi yang Ditentukan Secara Nasional (NDC) yang disampaikan kepada *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC) pada tahun 2016, dengan target penurunan emisi GRK sebesar 29% dibandingkan skenario bisnis seperti biasa pada tahun 2030 (Sharma dkk., 2018).

Energi fosil merupakan komoditas strategis yang berperan penting dalam berbagai sektor perekonomian. Di sisi lain, sektor energi nasional masih menghadapi berbagai tantangan. Meskipun tingkat keamanan energi menunjukkan tren peningkatan, capaian tersebut masih tergolong rendah dan belum sebanding dengan kondisi di banyak negara maju maupun berkembang lainnya. Selain itu, sejumlah wilayah pedesaan masih memiliki keterbatasan akses terhadap energi modern dan sebagian besar masyarakatnya bergantung pada penggunaan bioenergi tradisional, seperti kayu bakar, melalui pembakaran langsung, yang berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan serta memberikan dampak negatif terhadap lingkungan (Devia & Sri, 2024).

Meningkatnya kelangkaan sumber daya bahan bakar fosil menuntut adanya upaya antisipatif melalui pengembangan sumber energi alternatif. Salah satu sumber energi alternatif yang saat ini banyak dikembangkan dan diteliti adalah

biomassa yang berasal dari limbah pertanian. Berdasarkan Data Prospek Energi Indonesia, biomassa memiliki potensi cadangan energi sebesar 434.000 GW atau setara dengan 225 juta barel minyak bumi. Potensi tersebut menunjukkan bahwa biomassa sangat layak dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif pengganti bahan bakar minyak, khususnya untuk memenuhi kebutuhan energi rumah tangga. Biomassa yang bersumber dari limbah pertanian dan kehutanan pada umumnya dianggap tidak memiliki nilai guna dan sering kali dibuang, sehingga berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan (Suryaningsih dkk., 2019).

Pemanfaatan biomassa merupakan salah satu isu strategis dalam pengembangan energi terbarukan karena perannya yang penting sebagai sumber energi berkelanjutan. Biomassa adalah bahan organik yang dihasilkan melalui proses fotosintesis dan umumnya dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan primer seperti serat, pangan, pakan ternak, minyak nabati, serta bahan bangunan, selain juga berfungsi sebagai sumber energi. Energi biomassa berasal dari sumber alami yang dapat diperbarui, dengan bahan baku yang berasal dari makhluk hidup, baik hewan dalam bentuk mikroorganisme maupun makroorganisme, serta tumbuhan, dan dapat berwujud padat, cair, maupun gas. Energi ini terbentuk melalui siklus karbon yang berlangsung di bumi. Sebagai salah satu sumber energi terbarukan, biomassa memiliki potensi yang sangat besar, dengan total ketersediaan sekitar 60 juta ton setara dengan 50 GW listrik, serta secara global mampu menyumbang sekitar 11% energi primer dunia. Di Indonesia sendiri, potensi biomassa diperkirakan mencapai 145 juta ton per tahun, namun hingga saat ini pemanfaatannya masih belum optimal (Wulandari, 2019).

Sekam padi merupakan biomassa lignoselulosa yang berasal dari produk samping pertanian dan banyak ditemukan di berbagai wilayah penghasil beras di dunia. Setiap proses pengolahan sekitar 100 kg gabah menjadi beras akan menghasilkan kurang lebih 20 kg limbah berupa sekam padi. Dalam bidang pertanian, sekam padi berperan dalam memperbaiki kualitas tanah dan dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik yang efektif. Kandungan silika pada sekam padi memiliki beragam kegunaan industri, antara lain pada sektor konstruksi, elektronik, serta sebagai media filtrasi. Selain itu, sekam padi juga dapat digunakan

sebagai bahan tambahan pakan ternak, bioplastik, dan komposit ramah lingkungan, sehingga mendukung prinsip keberlanjutan dan menekan dampak negatif terhadap lingkungan. Secara umum, limbah pertanian dan industri mengandung berbagai unsur bernilai yang berpotensi untuk diekstraksi dan dimanfaatkan dalam pembuatan beragam material. Salah satu unsur penting yang dapat diperoleh dari limbah tersebut adalah selulosa. Sekam padi termasuk material dengan kandungan lignoselulosa yang tinggi. Menurut Malik dkk., (2024) pada umumnya, biomassa lignoselulosa dari sektor pertanian tersusun atas sekitar 10–25% lignin, 20–30% hemiselulosa, dan 40–50% selulosa. Selulosa merupakan komponen struktural utama penyusun dinding sel tanaman yang berfungsi memberikan kekuatan mekanik. Sementara itu, hemiselulosa yang tersusun atas polimer pentosa dan heksosa berulang berperan melengkapi struktur selulosa dalam dinding sel.

Limbah gergaji kayu adalah salah satu jenis limbah yang dihasilkan sebagai produk sampingan utama dari berbagai proses industri pengolahan kayu, seperti pemotongan, penggergajian, dan pembuatan furnitur. Sayangnya, sebagian besar perusahaan di sektor ini belum sepenuhnya memanfaatkan potensi limbah tersebut dan juga belum mengelola serta mengolahnya dengan cara yang efektif dan ramah lingkungan. Saat ini, metode pengolahan limbah serbuk gergaji kayu yang paling umum dilakukan adalah dengan membakarnya secara langsung atau membuangnya begitu saja ke dalam badan sungai tanpa adanya proses daur ulang yang memadai. Praktik-praktik tersebut jelas menimbulkan berbagai masalah serius terkait pencemaran lingkungan, seperti polusi udara dari asap pembakaran dan kontaminasi air sungai yang dapat merusak ekosistem serta kesehatan masyarakat sekitar. Namun, limbah gergaji kayu ini sebenarnya memiliki komposisi kimia yang kaya, termasuk lignin, selulosa, dan hemiselulosa, sehingga memiliki potensi besar untuk diubah menjadi bahan yang lebih bernilai, seperti karbon aktif yang dapat digunakan dalam berbagai aplikasi industri dan lingkungan (Suharti dkk., 2021).

Penelitian mengenai *co-pyrolysis* sekam padi dan limbah gergaji kayu sejalan dengan upaya pengembangan sumber energi alternatif yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Kombinasi sekam padi dan limbah gergaji kayu dilakukan sebagai upaya menjaga ketersediaan bahan baku. Kombinasi kedua

biomassa tersebut juga memungkinkan terjadinya saling melengkapi karakteristik masing-masing bahan, dimana sekam padi berperan dalam mengurangi pembentukan tar pada limbah gergaji kayu serta mendukung peningkatan kualitas gas sintesis (*syngas*) yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik produk hasil *co-pyrolysis* sekam padi dan limbah gergaji kayu dengan meninjau parameter menggunakan *proximate analysis*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi konversi biomassa yang berkelanjutan serta mendukung pemanfaatan limbah pertanian dan industri kayu sebagai sumber energi terbarukan di Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi rasio campuran sekam padi dan limbah gergaji kayu terhadap karakteristik sifat fisik, kimia dan termal dari produk hasil *co-pyrolysis*?
2. Pada variasi rasio berapa campuran sekam padi dan limbah gergaji kayu yang optimal dalam proses *co-pyrolysis* berdasarkan evaluasi parameter *proximate analysis*?
3. Bagaimana mutu arang yang dihasilkan oleh *retort kiln* pipa api ganda?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditentukan, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh variasi rasio campuran sekam padi dan limbah gergaji kayu terhadap nilai parameter dari *proximate analysis* pada produk hasil *co-pyrolysis*.
2. Mengetahui rasio campuran sekam padi dan limbah gergaji kayu yang optimal dalam proses *co-pyrolysis* berdasarkan evaluasi parameter *proximate analysis*.
3. Mengetahui mutu arang yang dihasilkan oleh *retort kiln* pipa api ganda.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan tidak meluas dikarenakan ilmu mengenai *co-pyrolysis* yang kompleks, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah sekam padi dan limbah gergaji kayu yang diambil langsung dari pabrik pemotongan kayu, di wilayah Kota Lhokseumawe dengan jenis kayu yang berbeda beda.
2. Penelitian ini hanya berfokus pada karakteristik sifat fisik, dan termal dari sekam padi dan limbah gergaji kayu.
3. Penelitian ini menggunakan temperatur tetap sebesar 320°C dengan *holding time* yang tidak ditetapkan secara spesifik.
4. Analisis yang digunakan hanya berfokus pada *proximate analysis*, nilai kalor, densitas, *yield*, dan analisis kuantitas senyawa dalam produk *bio-oil*.
5. Penelitian ini tidak membahas secara mendalam mengenai emisi gas buang, *ultimate analysis*, maupun uji pembakaran lanjutan.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki manfaat untuk beberapa aspek, baik akademis maupun manfaat bagi lingkungan. Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat akademis
 - a. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah mengenai karakteristik dasar biomassa limbah sebagai bahan baku energi alternatif, terutama dengan sekam padi maupun limbah gergaji kayu.
 - b. Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan referensi bagi penelitian selanjutnya yang fokus pada analisis bahan baku biomassa dan *proximate analysis*.
2. Manfaat lingkungan
 - a. Penelitian ini berkontribusi pada pengelolaan dan pemanfaatan limbah biomassa melalui karakterisasi bahan baku, mengurangi pencemaran lingkungan dari pembuangan limbah.

- b. Pemanfaatan biomassa limbah sebagai bahan baku energi mendorong ekonomi sirkular, yaitu optimalisasi sumber daya melalui daur ulang limbah menjadi produk bernilai.