

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ketersediaan energi, khususnya bahan bakar, merupakan salah satu faktor utama yang mendukung aktivitas masyarakat dan pembangunan suatu negara. Selama ini, kebutuhan energi tersebut sebagian besar dipenuhi dari bahan bakar fosil. Namun, ketersediaannya semakin menurun akibat peningkatan konsumsi yang signifikan, terutama oleh masyarakat yang mengalami peningkatan kebutuhan bahan bakar fosil hingga 7% per tahun. Angka ini jauh lebih tinggi dibandingkan pertumbuhan rata-rata penggunaan energi global yang hanya sebesar 2,6% per tahun. Kondisi ini menyebabkan Indonesia menghadapi krisis bahan bakar fosil. Salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan ini adalah dengan mengembangkan bahan bakar alternatif yang bersumber dari alam, berbiaya rendah, serta dapat diperbaharui (Karlina dkk. 2022a).

Oleh karena itu, biomassa merupakan salah satu sumber daya yang mampu menghasilkan produk kimia dan listrik di antara semua alternatif terbarukan. Penggunaan biomassa meningkat pesat karena sifatnya yang serbaguna sebagai bahan baku dan aplikasinya. Sebagai contoh, aplikasi ini dapat mencakup berbagai macam hal, mulai dari pembakaran langsung untuk menghasilkan panas dan listrik hingga sintesis *biofuel* untuk memperoleh produk kimia dengan nilai ekonomi tinggi (Chojnacki dkk. 2020) .

Limbah biomassa yang tersedia di setiap daerah bergantung pada sumber daya alam dan kegiatan pertanian. Penggunaan biomassa yang bersumber dari daerah setempat sangat penting untuk mengurangi biaya transportasi material. Karena karakteristik khusus dari setiap limbah biomassa, maka perlu dilakukan identifikasi sifat fisik dan kimia melalui analisis proksimat dan ultimat. Selanjutnya, reaktor, media

gasifikasi, dan katalis yang tepat akan dipilih sesuai dengan karakteristik biomassa, produk gas yang diinginkan, dan investasi modal (Setiawan dkk. 2024).

Menurut Hlavsová dkk. (2014) di antara sumber daya energi terbarukan seperti biomassa, tanaman energi merupakan tanaman yang sangat diminati. Proyeksi tersebut menunjukkan bahwa pada tahun 2050 tanaman energi akan memiliki potensi untuk menghasilkan sekitar 200–400 *Exa Joule*/tahun dengan biaya yang kompetitif. Salah satu biomassa yang dapat dimanfaatkan adalah rumput gajah.

Rumput gajah (*Pennisetum purpureum*) merupakan salah satu tanaman energi, hal ini dikarenakan produktivitasnya yang tinggi, biaya investasi dan pemeliharaan lingkungan yang rendah, serta nilai energi yang tinggi. Oleh karena itu, rumput gajah sangat berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan bakar biomassa (Hlavsová dkk. 2014). Rumput gajah memiliki potensi sebagai bahan bakar biomassa karena produktivitasnya yang tinggi.

Di balik keunggulannya, penggunaan rumput gajah juga memiliki sejumlah keterbatasan. Salah satu kendala utama adalah tingginya kadar air, sehingga memerlukan proses pengeringan sebelum digunakan. Proses ini berdampak pada efisiensi waktu dan biaya. Selain itu, nilai kalor rumput gajah masih tergolong rendah jika dibandingkan dengan bahan bakar fosil atau biomassa padat seperti kayu dan batubara. Di sisi lain, biomassa secara umum juga memiliki kelemahan, antara lain bentuk dan ukuran yang tidak seragam, Densitas rendah, serta mudah terurai oleh mikroorganisme. Kondisi ini dapat menyulitkan dalam hal penyimpanan, penanganan, dan transportasi. Untuk mengatasi hal tersebut, diperlukan pengolahan lanjutan seperti karbonisasi, briketisasi, atau pirolisis. Metode karbonisasi terbukti mampu meningkatkan nilai kalor biomassa dari sekitar 14,7 MJ/kg menjadi 25–30 MJ/kg, serta meningkatkan sifat tahan air, mengurangi emisi, dan memperlambat kerusakan biologis. Dengan pengolahan yang tepat, rumput gajah dapat dimanfaatkan secara lebih optimal sebagai sumber energi terbarukan (Mesa-Pérez dkk. 2014).

Menurut Muhammad dkk. (2024) menyampaikan bahwa, Sampah merupakan salah satu permasalahan lingkungan yang semakin mengkhawatirkan, terutama di wilayah dengan pertumbuhan penduduk dan aktivitas ekonomi yang tinggi. Peningkatan volume sampah yang tidak diimbangi dengan sistem pengelolaan yang baik dapat menimbulkan berbagai dampak negatif, baik terhadap lingkungan maupun kesehatan masyarakat. Salah satu sampah yang paling banyak dihasilkan manusia ialah sampah plastik. Sampah plastik merupakan salah satu sumber masalah untuk masyarakat dan lingkungan. Sehingga perlunya kesadaran akan dampak buruk ini. Langkah-langkah seperti penggunaan alternatif yang ramah lingkungan, edukasi pengurangan plastik, dan kebijakan pemerintah untuk membatasi produksi serta distribusi plastik sekali pakai semakin digalakkan. Dengan menerapkan langkah-langkah alternatif tersebut dapat memberikan dampak dalam menjaga kebersihan bumi kita. Salah satu jenis plastik yang dapat dimanfaatkan ialah plastik HDPE (Muhammad dkk. 2024).

Plastik HDPE (High Density Polyethylene) merupakan salah satu jenis plastik yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari, seperti untuk botol kemasan, kantong belanja, dan wadah makanan. Limbah plastik HDPE memiliki potensi besar untuk dijadikan bahan bakar alternatif melalui proses pirolisis karena kandungan hidrokarbonnya yang tinggi dan struktur kimianya yang relatif stabil. Keunggulan utama HDPE sebagai bahan bakar adalah nilai kalorinya yang tinggi, mendekati bahan bakar fosil, serta ketersediaannya yang melimpah sebagai limbah pascakonsumsi. Selain itu, HDPE tidak mengandung logam berat, sehingga hasil pembakarannya relatif lebih bersih dibandingkan beberapa jenis plastik lainnya. Namun, penggunaan HDPE sebagai bahan bakar juga memiliki kelemahan. Salah satunya adalah emisi gas berbahaya yang dapat dihasilkan jika proses pirolisis atau pembakaran tidak dilakukan secara optimal. Selain itu, HDPE sulit terurai secara alami, sehingga bila tidak dikelola dengan baik dapat mencemari lingkungan. Untuk mengatasi hal tersebut, diperlukan pengolahan lanjutan seperti karbonisasi, briketisasi, atau pirolisis. Nilai kalor dari plastik HDPE ialah 49,06 MJ/Kg. Karena plastik HDPE memiliki nilai kalor yang cukup

tinggi, maka plastik HDPE dapat di manfaatkan sebagai alternatif bahan bakar padat. Salah satu metode yang efektif untuk memanfaatkan plastik HDPE ialah metode pirolisis (Önal dkk. 2014).

Pirolisis adalah proses pemanasan bahan baku tanpa oksigen, hingga bahan baku mencapai suhu tertentu untuk mengubah menjadi *biochar*, *bio-oil* dan *syngas*. *Biochar* adalah produk padat kaya karbon yang stabil yang diperoleh ketika biomassa diuraikan secara termal (pirolisis) dalam sistem tertutup atau dalam sistem dengan kondisi udara terbatas antara 350°C dan 700°C (Rutigliano dkk. 2014). Pirolisis secara *termal* menguraikan struktur karbohidrat biomassa menjadi padatan berkarbon residu (*biochar*), dan uap yang dapat dikondensasi dan tidak dapat dikondensasi dari beragam senyawa yang berbeda berat molekul. *Biochar* adalah produk bernilai tambah yang dapat digunakan untuk berbagai tujuan seperti produksi energi, remediasi dan pemupukan tanah, pengurangan emisi gas rumah kaca, karbon-karbon, penyerapan karbon, dan adsorpsi polutan (Viglašová dkk. 2018), (Sher dkk. 2020a).

Penelitian lebih lanjut tentang pirolisis ialah kopirolisis. Kopirolisis ialah proses pirolisis dua atau lebih jenis bahan secara bersamaan dalam kondisi minim oksigen. Proses ini bertujuan untuk memanfaatkan efek sinergis antar bahan, sehingga dapat meningkatkan efisiensi konversi dan kualitas produk, seperti *biochar*, *bio-oil*, dan gas. Kopirolisis terbukti lebih efektif dibanding pirolisis tunggal karena mampu menghasilkan energi yang lebih tinggi serta mengurangi limbah secara simultan. Oleh karena itu, penelitian mengenai kopirolisis penting dilakukan untuk mengoptimalkan parameter proses dan mengevaluasi potensi energi dari berbagai kombinasi bahan baku (Sunarno dkk. 2024).

Salah satu parameter penting dalam proses kopirolisis adalah suhu reaksi, karena secara langsung memengaruhi distribusi dan kualitas produk yang dihasilkan. Pada suhu 450°C, proses termal pirolisis berjalan secara intensif dan mampu memecah struktur kimia biomassa maupun plastik menjadi senyawa volatil dan karbon padat. Pada kondisi ini, kombinasi antara rumput gajah (*Pennisetum purpureum*) dan plastik

HDPE dapat menghasilkan efek sinergis yang menguntungkan, seperti peningkatan nilai kalor produk serta efisiensi konversi bahan baku menjadi *biochar*, *bio-oil*, dan gas. Pemilihan suhu 450°C didasarkan pada hasil penelitian terdahulu yang menunjukkan bahwa suhu tersebut merupakan titik optimal untuk menghasilkan fraksi cair dan padat dengan kualitas baik dari bahan campuran biomassa dan plastik. Dengan demikian, suhu 450°C menjadi acuan yang tepat dalam studi kopyrolisis untuk mengevaluasi potensi energi dari kombinasi rumput gajah dan plastik HDPE (Samal dkk. 2024).

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan biomassa seperti rumput gajah dan limbah plastik HDPE melalui metode kopyrolisis merupakan pendekatan yang potensial dalam menghasilkan bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan dan efisien. Kombinasi kedua bahan ini diharapkan mampu memberikan efek sinergis yang meningkatkan nilai kalor dan kualitas produk pirolisis. Oleh karena itu, penelitian mengenai kopyrolisis rumput gajah dan plastik HDPE penting untuk dilakukan guna mendukung pengembangan energi terbarukan dan pengelolaan limbah yang berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian yaitu :

1. Bagaimana pengaruh variasi campuran limbah plastik HDPE dan rumput gajah terhadap sifat fisik dan termal produk biopellet ?
2. Bagaimana pengaruh variasi campuran limbah plastik HDPE dan rumput gajah terhadap laju pembakaran dari produk biopellet ?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian yaitu :

1. Mengetahui pengaruh variasi campuran rumput gajah dan limbah plastik HDPE terhadap sifat fisik dan termal produk biopellet.

2. Mengetahui pengaruh variasi campuran rumput gajah dan limbah plastik HDPE terhadap karakteristik pembakaran bahan bakar dari produk biopelet.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian adalah :

1. Memberikan wawasan dalam bidang ilmu pengetahuan terkait penerapan yang berguna seperti biopelet berbahan *biochar*.
2. Memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan di bidang energi terbarukan, khususnya dalam pembuatan bahan bakar alternatif berbasis biomassa.
3. Menjadi referensi bagi penelitian lanjutan terkait penggunaan limbah organik dan plastik dalam produksi *bioenergy* dan membantu mengurangi volume limbah plastik HDPE melalui daur ulang menjadi bahan bakar alternatif.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bahan yang digunakan adalah limbah plastik HDPE dan rumput gajah.
2. Proses yang digunakan adalah kopirólisis dengan suhu 450°C.
3. Menggunakan ayakan *mesh* 40.