

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sabut kelapa merupakan salah satu limbah pertanian yang jumlahnya sangat melimpah di Indonesia. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik tahun 2023, luas lahan perkebunan kelapa di Indonesia mencapai 3.331,6 ribu hektar, dengan Sulawesi menyumbang sekitar 20,64% dari total tersebut (Badan Pusat Statistik, 2023). Sayangnya, limbah sabut kelapa sering kali belum dimanfaatkan secara optimal dan berakhir sebagai limbah tak bernilai. Sementara itu beberapa penelitian menunjukkan apabila sabut kelapa memiliki potensi besar untuk dikembangkan menjadi bahan bakar alternatif, salah satunya dalam bentuk briket (Raju et al., 2014; Sari & Yulis, 2023).

Briket dari sabut kelapa memiliki keunggulan sebagai bahan bakar padat yang ramah lingkungan dan terbarukan. Namun, dalam penggunaannya, terdapat satu tantangan yaitu tingginya kandungan logam alkali berupa natrium (Na) dan kalium (K). Keberadaan logam alkali ini telah lama diidentifikasi sebagai masalah dalam pemanfaatan biomassa sebagai bahan bakar, terutama karena sifatnya yang volatil saat dibakar dan kemampuannya membentuk senyawa korosif (Henderson et al., 2006; Mansor et al., 2019). Logam-logam ini dapat menyebabkan *fouling* (penumpukan deposit), *slagging* (pembentukan kerak leleh), hingga korosi pada ruang pembakaran boiler (Melani et al., 2022). Masalah ini tentu sangat merugikan, terutama bagi industri yang menggunakan sistem pembakaran berskala besar, karena dapat menurunkan efisiensi perpindahan panas serta mempercepat kerusakan peralatan. Selain itu, tingginya kadar natrium dan kalium secara langsung berkontribusi pada peningkatan kadar abu dalam briket. Logam alkali ini, sebagai komponen anorganik, tidak terbakar selama proses pembakaran dan akan tertinggal sebagai residu padat. Kadar abu yang tinggi dapat menyebabkan masalah operasional seperti penyumbatan, penurunan efisiensi pembakaran, dan

peningkatan biaya pembersihan serta pemeliharaan (Oberberger & Thek, 2004; Susanto et al., 2018).

Dengan demikian, pengurangan kandungan natrium dan kalium dari sabut kelapa menjadi langkah penting untuk menghasilkan briket yang tidak hanya ramah lingkungan, tetapi juga sesuai dengan standar bahan bakar industri dengan kadar abu yang rendah. Salah satu pendekatan yang digunakan untuk menghilangkan logam alkali dari biomassa adalah proses perendaman (*leaching*) menggunakan pelarut tertentu (Jenkins et al., 1996).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa jenis pelarut dan waktu perendaman sangat memengaruhi efektivitas penghilangan logam. Melani et al. (2021) menunjukkan bahwa aquadest (air suling) dapat menurunkan kadar kalium dalam sabut kelapa secara signifikan (Melani et al., 2022). Sementara itu, logam natrium yang memiliki keterikatan lebih kuat pada jaringan biomassa memerlukan pelarut yang lebih reaktif. Dalam hal ini, asam asetat (CH_3COOH) menjadi salah satu pelarut yang menjanjikan. Amanda (2021) melaporkan bahwa penggunaan larutan asam asetat dengan konsentrasi 0,7 M mampu menurunkan kadar natrium dalam biomassa, dengan efisiensi ekstraksi sebesar 0,00819% (Amanda, 2021). Hasil ini menunjukkan bahwa asam asetat dapat menjadi alternatif pelarut yang efektif dalam menurunkan kadar natrium, sehingga mendukung pemanfaatannya dalam penelitian ini (Fauziah et al., 2020).

Efektivitas proses perendaman tersebut bergantung pada dua variabel utama, yaitu konsentrasi larutan dan lama waktu perendaman. Amanda (2021) menggunakan konsentrasi hingga 4%, sedangkan Jenkins et al. (1996) melaporkan bahwa proses perendaman hingga 360 menit (6 jam) mampu secara signifikan menurunkan kadar kalium pada biomassa sejenis jerami padi. Berdasarkan referensi tersebut, penelitian ini menggunakan variasi konsentrasi asam asetat dengan batas bawah sebesar 0% dan batas atas 4%, serta variasi waktu perendaman 30 hingga 360 menit (Amanda, 2021; Jenkins et al., 1996).

Karena itulah, dibutuhkan pendekatan optimasi menggunakan metode statistik yang dapat mengevaluasi pengaruh simultan antara dua variabel tersebut. *Response Surface Methodology* (RSM) menjadi salah satu metode yang efektif untuk tujuan ini. RSM tidak hanya dapat menganalisis pengaruh masing-masing variabel, tetapi juga interaksi antarvariabelnya, sehingga kondisi terbaik (optimal) untuk penghilangan Na dan K dapat diperoleh secara lebih efisien dan akurat (Cengel & Boles, 2006; Montgomery, 2017). Dalam penelitian ini, proses optimasi RSM dilakukan menggunakan perangkat lunak *Design Expert* versi 13, yang digunakan untuk merancang eksperimen, memodelkan respon, serta memvisualisasikan permukaan respon dan titik optimum multirespon secara lebih presisi (Stat-Ease Inc., 2023).

Setelah proses perendaman, sabut kelapa akan dikeringkan dan diuji kandungan Na dan K. Hasil Sabut optimal akan dikarbonisasi menjadi briket, yang kemudian diuji karakteristik fisik dan kimianya, termasuk kandungan Na, K, nilai kalor, kadar air serta kadar abu, untuk melihat apakah telah memenuhi standar kualitas bahan bakar padat. Respon utama yang diamati adalah persentase penurunan kadar natrium dan kalium dari sabut kelapa setelah perlakuan, serta dampak dari penghilangan tersebut terhadap kadar abu briket (Ahmad et al., 2023; Obernberger & Thek, 2004).

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan proses penghilangan natrium dan kalium dari sabut kelapa menggunakan larutan asam asetat, melalui pendekatan *Response Surface Methodology* (RSM) menggunakan *Design Expert* versi 13. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan briket biomassa yang berkualitas tinggi dan berstandar industri, sekaligus menjadi solusi pemanfaatan limbah sabut kelapa yang selama ini belum terkelola secara optimal, terutama di wilayah Sulawesi yang memiliki potensi produksi sabut kelapa sangat tinggi.

1.2 Perumusan Masalah

Untuk mengetahui hasil dari optimalisasi terhadap penurunan kadar natrium dan kalium dari sabut kelapa, berdasarkan variasi konsentrasi asam asetat dan waktu perendaman, untuk menghasilkan briket yang memenuhi standar bahan bakar.

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan kondisi optimal proses penurunan kadar natrium (Na) dan kalium (K) pada sabut kelapa menggunakan metode Response Surface Methodology (RSM), dengan mempertimbangkan pengaruh konsentrasi asam asetat dan waktu perendaman terhadap efektivitas pelarutan logam alkali. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengevaluasi karakteristik briket hasil perlakuan pada kondisi optimum terhadap parameter mutu bahan bakar, meliputi nilai kalor, kadar abu, dan kadar air.

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini meliputi:

1. Menambah wawasan ilmiah mengenai optimasi proses perendaman sabut kelapa dengan asam asetat untuk menurunkan kandungan logam natrium (Na) dan kalium (K), serta penerapannya dalam konteks pengolahan biomassa.
2. Memberikan kontribusi terhadap pengembangan teknologi bahan bakar biomassa berkualitas tinggi melalui pendekatan optimasi menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM), yang diolah secara komprehensif dengan bantuan perangkat lunak *Design Expert* versi 13 untuk perancangan eksperimen, pemodelan statistik, dan visualisasi kondisi optimum.
3. Menyediakan alternatif pemanfaatan limbah sabut kelapa secara lebih bernilai tambah, khususnya sebagai bahan bakar boiler yang aman, efisien, dan berdaya guna tinggi.
4. Menghasilkan briket sabut kelapa dengan kandungan Na dan K yang rendah, sehingga mengurangi risiko *fouling* dan *slagging* dalam sistem pembakaran boiler, yang pada akhirnya dapat memperpanjang umur peralatan dan meningkatkan efisiensi energi.

5. Mendukung penggunaan energi terbarukan yang ramah lingkungan dan potensial secara ekonomi, serta membuka peluang investasi lokal di wilayah penghasil kelapa seperti Sulawesi.

1.5 Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini mencakup:

1. Penelitian ini difokuskan pada proses optimasi perendaman sabut kelapa menggunakan larutan asam asetat untuk menurunkan kandungan logam alkali, khususnya natrium (Na) dan kalium (K), dengan tujuan meningkatkan kualitas briket sebagai bahan bakar boiler yang efisien dan ramah lingkungan.
2. Objek penelitian adalah sabut kelapa murni yang akan menjalani proses perendaman dalam larutan asam asetat dan air deionisasi, dengan variasi konsentrasi larutan serta waktu perendaman sebelum memasuki tahapan karbonisasi.
3. Variabel bebas dalam penelitian ini terdiri dari konsentrasi larutan asam asetat dan waktu perendaman. Variabel terikat adalah kadar natrium dan kalium dalam briket setelah perlakuan. Sementara itu, variabel kontrol meliputi suhu dan durasi karbonisasi, serta kondisi lingkungan laboratorium selama proses berlangsung.
4. Metode yang digunakan adalah eksperimen laboratorium berbasis statistika, dengan pendekatan *Response Surface Methodology* (RSM) untuk mengidentifikasi kondisi optimum. Proses optimasi didukung oleh perangkat lunak *Design Expert* versi 13, yang digunakan untuk perancangan eksperimental, pemodelan regresi, analisis multivariat, serta visualisasi respon.
5. Penelitian ini dibatasi pada penggunaan sabut kelapa tanpa campuran bahan tambahan lain, dan fokus pada parameter-parameter yang secara langsung memengaruhi performa briket sebagai bahan bakar boiler, terutama terkait potensi *fouling* dan *slagging* akibat kandungan logam alkali.