

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Batubara merupakan material non logam yang memiliki sifat seperti arang, namun panas yang dihasilkan lebih besar. Batubara merupakan fosil dari tumbuhan yang mengalami perubahan kimia akibat tekanan dan temperatur tinggi dalam jangka waktu lama. Komposisi batubara terdiri dari campuran hidrokarbon dengan komponen utama berupa karbon. Selain itu, juga mengandung senyawa dan oksigen, nitrogen, serta sulfur. Batubara diklasifikasikan menurut kandungan karbon di dalamnya, yakni semakin tinggi kandungannya seperti lignit, sub-bituminus, bitumen, dan antrasit. Para ahli di atas mengemukakan definisi batubara yang menjelaskan batubara dari berbagai aspek. Dari definisi tersebut, dapat disimpulkan bahwa batubara merupakan batuan sedimen organik yang bersifat heterogen dalam aspek fisika, kimia, dan geologi (Putri dan Fadillah, 2020).

Batubara sebagai sumber energi yang mengalami pertumbuhan tercepat di dunia dalam beberapa tahun terakhir. Pertumbuhannya lebih cepat dibandingkan gas, minyak, nuklir, air dan sumber daya alternatif lainnya. Endapan batubara yang heterogen memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Sifat heterogen ini menjadi pemicu perlunya teknologi yang tepat dan kualitas data yang akurat untuk memanfaatkan batubara secara maksimal (Malaidji dkk, 2018).

Pemanfaatan batubara peringkat rendah (lignit dan sub-bituminus) masih sangat kurang karena kurang ekonomis dan tidak memenuhi kriteria pasar. Peringkat batubara ditunjukkan dengan urutan: lignit, sub-bituminus, bituminus dan antrasit. Perubahan peringkat ini biasanya diikuti oleh peningkatan kadar karbon yang cepat dan merata, penurunan hidrogen, oksigen, zat terbang, penurunan kadar air inheren, peningkatan nilai kalor, dan juga pantulan vitrinit. Klasifikasi peringkat batubara ini dapat ditentukan dengan analisis proksimat dan nilai kalor, analisis ultimat, dan analisis petrografi, yang didasarkan pada standar ASTM (American Standard Testing Material) atau BS (British Standard) (Heriyanto dkk, 2014).

Berbagai teknologi *upgrading* batubara muda telah dikembangkan di dunia. Permasalahannya adalah hampir semua proses *upgrading* yang dikembangkan, harganya masih cukup mahal dan menghasilkan limbah cair/gas yang berbahaya bagi lingkungan, karena didalam prosesnya melibatkan proses kimia/pirolisa. Akan tetapi bila batubara tersebut hanya dikeringkan saja, maka akan dihasilkan produk yang tidak stabil, karena batubara yang telah kering tersebut akan mengabsorpsi kembali uap air yang ada disekitarnya. Karena itu perlu terobosan proses baru yang sederhana/tidak mahal, tetapi dapat menyelesaikan permasalahan, dapat menghasilkan batubara sekelas *bituminous*, bersih dan stabil (Heriyanto dkk, 2014).

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas batubara adalah dengan melakukan *Upgrade Brown Coal (UBC)*. *Upgrading brown coal* merupakan suatu teknologi peningkatan nilai kalor batubara peringkat rendah menjadi produk yang relatif sama dengan batubara peringkat tinggi yang memiliki nilai kalor tinggi dan kandungan air rendah. Proses ini sangat sederhana karena berdasarkan pengurangan kandungan air sehingga tidak ada reaksi kimia yang terjadi. Shafira dkk (2024) telah melakukan penelitian yang membandingkan ketiga batubara yang melalui proses UBC untuk meningkatkan kualitas batubara. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini yakni *calorific value*, *moisture content*, *ash content*, dan *volatile matter* berturut-turut untuk perbandingan (1:1,5) adalah 7144 kcal/kg, 2.61%, 7.39%, dan 56.59%, kemudian untuk perbandingan (1:1,67) adalah 7060 kcal/kg, 2.82%, 7.44%, dan 55.41%, dan untuk perbandingan (1:2) adalah 7087 kcal/kg, 2.35%, 7.25%, dan 56.63%. Dari hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa penambahan minyak jelantah berpengaruh terhadap peningkatan nilai kalori batubara.

Pemanasan yang terjadi dalam proses pembaharuan menyebabkan kandungan air dalam batubara menguap. Hilangnya kandungan air dalam batubara menyebabkan terjadinya kekosongan dalam pori-pori batubara sehingga setelah proses pemanasan terjadi, air dapat diserap kembali ke dalam batubara, sehingga diperlukan pencampuran bahan lain sebagai upaya untuk mencegah kembalinya air dalam pori-pori batubara. Penambahan minyak kelapa sawit cukup kuat untuk bertahan lama sehingga batu bara dapat disimpan dalam tempat terbuka.

Selain parameter kualitas konvensional seperti kadar abu dan nilai kalor, performa batubara sebagai bahan bakar juga sangat dipengaruhi oleh karakteristik pembakarannya. Parameter kinetika pembakaran, khususnya energi aktivasi, memberikan gambaran mengenai kemudahan reaksi oksidasi dan reaktivitas batubara selama proses pembakaran. Analisis kinetika menjadi penting untuk mengevaluasi apakah peningkatan kualitas batubara melalui proses *upgrading* juga diikuti oleh peningkatan performa reaksi pembakaran secara termal.

Dengan demikian, penggunaan minyak kelapa sawit dalam proses *Upgrading Brown Coal* tidak hanya berfungsi untuk meningkatkan nilai kalor batubara, tetapi juga berperan sebagai media pelapis hidrofobik yang meningkatkan stabilitas batubara hasil *upgrading* serta berpotensi memperbaiki karakteristik pembakaran. Oleh karena itu, penelitian ini menjadi penting untuk mengevaluasi pengaruh minyak kelapa sawit terhadap kualitas dan kinetika pembakaran batubara peringkat rendah.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh variasi penambahan minyak kelapa sawit dalam proses *Upgrading Brown Coal* terhadap karakteristik fisik dan termal batubara sub-bituminus?
2. Bagaimana perubahan karakteristik pembakaran batubara, khususnya parameter kinetika pembakaran, setelah proses *upgrading* dengan media minyak kelapa sawit?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini diantaranya yaitu :

1. Mengkaji pengaruh variasi penambahan minyak kelapa sawit dalam proses *Upgrading Brown Coal* terhadap kualitas batubara sub-bituminus berdasarkan parameter analisis proksimat dan nilai kalor.

2. Menganalisis perubahan karakteristik pembakaran batubara setelah proses upgrading melalui pendekatan kinetika pembakaran, khususnya penentuan energi aktivasi.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk memberikan kontribusi yang signifikan dalam beberapa aspek, baik dari segi akademis, industri, maupun lingkungan. Berikut adalah manfaat yang diharapkan dari penelitian ini:

1. Manfaat Akademis
 - a. Menambah wawasan dan literatur ilmiah mengenai metode *Upgrading Brown Coal* (UBC) dalam meningkatkan kualitas batubara *low rank*.
 - b. Memberikan referensi bagi peneliti selanjutnya dalam mengembangkan metode peningkatan nilai kalor batubara dengan bahan alternatif.
 - c. Memberikan kontribusi ilmiah dalam pemahaman karakteristik kinetika pembakaran batubara hasil *upgrading* melalui pendekatan analisis termal (TGA/DSC).
 - d. Mendorong penelitian interdisipliner antara bidang energi, teknik kimia, dan lingkungan terkait pemanfaatan minyak kelapa sawit dalam proses *upgrading* batubara.
2. Manfaat Industri
 - a. Memberikan alternatif solusi bagi industri pertambangan batubara dalam meningkatkan nilai kalori sehingga lebih ekonomis dan efisien sebagai sumber energi.
 - b. Meningkatkan pemanfaatan batubara peringkat rendah melalui peningkatan karakteristik pembakaran sehingga lebih efisien sebagai sumber energi.
 - c. Mengurangi biaya impor batubara peringkat tinggi dengan memanfaatkan sumber daya lokal.

3. Manfaat Lingkungan

- a. Mengurangi dampak negatif dari penggunaan batubara peringkat rendah yang memiliki kandungan air tinggi dan nilai kalor rendah, sehingga lebih ramah lingkungan.
- b. Mendukung prinsip ekonomi sirkular melalui pemanfaatan minyak kelapa sawit atau minyak goreng bekas sebagai media pelapis dalam proses upgrading batubara.
- c. Mengurangi potensi limbah minyak dengan mengalihfungsikannya menjadi bahan bernilai tambah dalam industri energi..

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian mengenai karakteristik kualitas batubara peringkat rendah dengan metode *Upgrading Brown Coal* menggunakan media minyak kelapa sawit lebih terarah dan fokus, maka batasan masalah dalam penelitian ini ditetapkan sebagai berikut:

1. Jenis batubara peringkat rendah yang diuji adalah Sub-Bituminus C berdasarkan ASTM D388-23, dengan rentang Nilai Kalor antara 4611-5277 cal/g dan kadar air yang tinggi yaitu 15-30% berdasarkan Kementerian ESDM (2021).
2. Proses *upgrading* yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Upgrading Brown Coal (UBC), dengan tujuan meningkatkan nilai kalor serta memodifikasi karakteristik kualitas batubara, khususnya kadar abu dan zat terbang, yang selanjutnya dianalisis pengaruhnya terhadap karakteristik pembakaran..
3. Minyak goreng kelapa sawit digunakan sebagai media dalam proses *upgrading* batubara peringkat rendah.
4. Analisis kinetika pembakaran dalam penelitian ini dibatasi pada penentuan energi aktivasi berdasarkan data analisis termal (TGA/DSC) dengan satu laju pemanasan, tanpa mempertimbangkan pendekatan kinetika multi-laju pemanasan.

5. Penelitian ini tidak mencakup pengujian stabilitas jangka panjang produk UBC, seperti pengujian penyerapan kembali air (moisture re-adsorption) dan perubahan Nilai Kalor selama masa penyimpanan tertentu.
6. Penggunaan sampel batubara dan minyak goreng kelapa sawit dalam satuan gram
7. Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium.