



## BAB I PENDAHULUAN

### I.1 Latar Belakang

Batu bara adalah batuan organik yang terbentuk dari fosil tumbuhan berwarna gelap yang mengandung mineral seperti abu dan belerang. Proses pembentukan batu bara berlangsung melalui dua tahap yaitu biokimia dan geokimia dengan pengaruh dari kondisi lingkungan, suhu, dan tekanan. Batu bara terdiri dari tiga tingkatan yaitu lignit (brown coal), bituminus, dan antrasit. Indonesia merupakan salah satu produsen batu bara terbesar di dunia dengan produksi mencapai 614 juta ton pada tahun 2021 atau 98,2 persen dari target 625 juta ton. Berdasarkan data tahun 2022 dari Pusat Sumber Daya Mineral, Batu Bara, dan Panas Bumi tercatat cadangan batu bara Indonesia sebesar 31,7 miliar ton. Meskipun memiliki cadangan yang melimpah, tingkat konsumsi batu bara Indonesia masih sangat rendah, bahkan di bawah tingkat konsumsi Malaysia yang cadangannya jauh lebih sedikit. Dengan adanya teknologi batu bara bersih dan skema Net Zero Emission, tingkat pemanfaatan batu bara Indonesia diperkirakan akan menurun. Oleh karena itu, diperlukan pemanfaatan alternatif batu bara selain sebagai sumber energi. Berdasarkan pasal 102-103 pada Undang-Undang Minerba Nomer 4 Tahun 2009, pemilik Izin Usaha Pertambangan dan Izin Usaha Pertambangan Khusus wajib mendongkrak nilai ekonomis batu bara baik di tahap penambangan dan pemrosesan. Sebagai upaya pemanfaatan daya guna batu bara, maka pada penelitian ini peneliti akan berfokus mensintesa batu bara untuk menjadi karbon aktif yang berkualitas.

Karbon aktif ialah adsorben yang sangat penting untuk berbagai sektor industri, termasuk farmasi, pengolahan air, makanan, dan minuman. Seiring dengan meningkatnya permintaan terhadap karbon aktif, penggunaan karbon aktif juga semakin meningkat baik di dalam negeri maupun di luar negeri. Di Indonesia, meskipun penggunaan karbon aktif cukup tinggi, kebutuhan ini masih dipenuhi melalui impor. Padahal, sumber daya alam Indonesia memungkinkan untuk memproduksi



Laporan Hasil Penelitian  
"SINTESA KARBON AKTIF DARI *SHORT FLAMING COAL* DENGAN  
AKTIVATOR KOH SEBAGAI ADSORBEN "

---

karbon aktif secara mandiri. Karbon aktif dapat disintesa dengan bahan yang mengandung karbon, seperti hewan, tumbuhan, dan barang tambang, termasuk batu bara. Batu bara sebagai barang tambang memiliki potensi besar untuk didayagunakan menjadi karbon aktif melalui proses yang relatif mudah mengingat ketersediaan batu bara yang melimpah terutama antrasit yang memiliki kandungan karbon lebih tinggi dibandingkan jenis batu bara lainnya. Antrasit juga memiliki kadar air rendah yang menghasilkan luas permukaan besar, kadar abu yang rendah yang mendukung pembentukan pori yang lebih terbuka, serta kadar zat terbang yang rendah dan kadar karbon tetap (*fixed carbon*) yang tinggi. Karakteristik ini membuat antrasit sangat cocok untuk diolah menjadi karbon aktif. Oleh karena itu, pengembangan produksi karbon aktif dari antrasit di Indonesia sangat berpotensi untuk mengurangi ketergantungan pada impor dengan memanfaatkan sumber daya alam yang tersedia.

Studi mengenai pemanfaatan batubara sebagai bahan dasar membuat karbon aktif cukup banyak ditemukan. Menurut penelitian Patmawati tahun 2017, tentang pemanfaatan batu bara lignit Kalimantan Timur menjadi karbon aktif, didapatkan bahwa dengan proses aktivasi menggunakan aktivasi fisika dihasilkan karbon aktif yang memiliki kadar air terkecil sebesar 0,36% (maks. 10% SII 258-79), kadar abu terkecil 12,62 % (maks. 2,5% SII 258-79), dan daya serap iod terbesar 46,75% (min. 20% SII 258-79). Penelitian Septiana tahun 2022 tentang sintesis dan karakterisasi karbon aktif dari prekursor batu bara bituminus, menunjukkan bahwa suhu aktivasi memengaruhi kadar air dan kemampuan serapan karbon aktif yang dihasilkan, dimana kadar air terendah yang didapatkan sebesar 9,20% (maks. 15% SNI -07-3704-1995) dan daya serap terbesar 621, 96 mg/g (min. 750 mg/g SNI -07-3704-1995). Sedangkan penelitian Legiso tahun 2023 tentang pemanfaatan batu bara sub-bituminus menjadi karbon aktif sebagai adsorben logam Fe, menunjukkan bahwa batu bara yang diaktivasi dengan asam sitrat menghasilkan kandungan kadar air terendah sebesar 7% (maks. 15% SNI -07-3704-1995), kadar zat menguap terendah sebesar 37% (maks. 25% SNI -07-3704-1995), kadar abu terendah sebesar 5% (maks. 10% SNI -07-3704-1995) serta kadar karbon tetap (*fixed carbon*) tertinggi sebesar 49,2% (min. 65% SNI -07-3704-

---



1995). Beberapa penelitian tersebut menunjukkan bahwa masih ada kekurangan dalam hal rendahnya kadar abu, kadar zat menguap, kadar karbon, dan daya serap karbon aktif, serta luas permukaan yang belum diketahui. Proses aktivasi memainkan peran penting dalam menghasilkan karbon aktif berkualitas. Pada aktivasi fisik, suhu aktivasi sangat berpengaruh, sementara pada aktivasi kimia, pemilihan aktivator penting untuk memperluas ukuran pori dan memperbesar luas permukaan karbon aktif. Aktivasi fisik menghasilkan kadar zat menguap yang lebih rendah dan daya serap iodium yang tinggi, sedangkan aktivasi kimia menghasilkan kadar air, kadar abu, dan luas permukaan yang tinggi. Berdasarkan beberapa keunggulan yang ada di tiap proses aktivasi, maka pada penelitian ini digunakan metode integrasi aktivasi kimia-fisika untuk mendapatkan hasil produk karbon aktif yang lebih baik.

Terdapat berbagai zat kimia yang sering dipilih untuk digunakan sebagai aktivator seperti  $H_3PO_4$ ,  $ZnCl_2$ ,  $KOH$ , dan  $NaOH$ . Aktivator  $ZnCl_2$  dan  $H_3PO_4$  banyak digunakan untuk bahan prekursor lignoselulosa. Untuk bahan kokas atau batu bara,  $KOH$  dan  $NaOH$  lebih banyak digunakan karena lebih dapat bereaksi dengan karbon (Esterlita, 2018). Dari beberapa studi terkait penggunaan aktivator kimia, diketahui aktivator terbaik yang dapat digunakan untuk bahan baku batu bara terutama antrasit adalah  $KOH$  dengan  $NaOH$  sebagai *substitute* (pengganti) terbaik setelahnya dikarenakan antrasit merupakan batubara dengan kandungan karbon tertinggi daripada jenis lainnya. Hal ini juga telah dibuktikan oleh banyak penelitian seperti yang dilakukan oleh Boujibar et al. pada tahun 2019, menggunakan batu bara antrasit maroko (jerrada) yang telah diaktivasi dengan  $KOH$  dengan perbandingan 1:4 (Antrasit: $KOH$ ) memiliki kualitas terbaik dengan luas permukaan yang tinggi sebesar  $2934 \text{ m}^2/\text{g}$  serta memiliki kadar zat terbang yang rendah, sedangkan aktivator  $NaOH$  dengan perbandingan 1:4 (Antrasit: $KOH$ ) memiliki luas permukaan sebesar  $1199 \text{ m}^2/\text{g}$ . Menurut penelitian yang dilakukan oleh Erdogan dan Kopac pada tahun 2018 tentang produksi karbon aktif dari batu bara bituminus Turkish–Kozlu menggunakan aktivator  $KOH$  dengan rasio 1:4, didapatkan bahwa perlakuan pada suhu  $800^\circ\text{C}$  menghasilkan luas permukaan spesifik sebesar  $1904 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ . Menurut penelitian yang dilakukan oleh



## Laporan Hasil Penelitian "SINTESA KARBON AKTIF DARI *SHORT FLAMING COAL* DENGAN AKTIVATOR KOH SEBAGAI ADSORBEN "

---

Wazir pada tahun 2020, di semua sampel karbon aktif dari batu bara Pakistan (Dara Adam Khel Coal Mines), didapatkan nilai luas permukaan berdasarkan BET sebesar  $1598 \text{ m}^2/\text{g}$  dengan kondisi suhu  $900^\circ\text{C}$  dan rasio KOH/batu bara sebesar 2:1. Studi yang dilakukan oleh Spencer tahun 2024, menyebutkan bahwa KOH merupakan aktivator yang dapat digunakan di berbagai jenis batu bara dengan kondisi geologis di tiap tempat yang berbeda, seperti Lignit Cina, Bituminus Turki, Discarded Coal Afrika Selatan, dan Antrasit Spanyol. KOH juga merupakan aktivator yang umum digunakan di dalam industri karena dapat menaikkan luas permukaan sampai  $3000 \text{ m}^2/\text{g}$ . Unsur mineral aktivator KOH menembus diantara plat *hexagon* dari *crystallite* dan memisahkan permukaan yang semula tertutup. Maka dari itu, saat pemanasan dilakukan, senyawa kontaminan yang ada dalam pori lebih mudah terlepas. Peristiwa tersebut mengakibatkan luas permukaan bertambah besar serta meningkatkan daya serap karbon aktif (Hassler, 2019). Selain itu, KOH juga dapat bertindak sebagai basa kuat yang dapat menghilangkan dan mencegah zat pengotor seperti pembentukan tar, asam asetat, metanol, dan lainnya (Lano et al, 2020). KOH juga merupakan *dehydrating agent*, proses dehidrasi ini membuat karbon terkikis dan meningkatkan luas permukaan karena pembentukan pori yang semakin banyak, aktivator KOH juga lebih reaktif dengan karbon (makin tinggi kadar karbon makin reaktif). Dari beberapa keunggulan tersebut, maka KOH dipilih untuk digunakan sebagai agen aktivator pada penelitian ini.

Proses pembuatan karbon aktif dari batu bara yang umum digunakan adalah melalui aktivasi secara fisika atau secara kimia. Namun dari berbagai uji yang dilakukan, kualitas karbon aktif yang dihasilkan dinilai masih kurang dapat memenuhi kriteria dan standar baku produk karbon aktif seperti kadar fix carbon yang masih dibawah 65% dan daya serap yang masih kurang dari  $750 \text{ mg/g}$  serta tidak dicantumkan luas permukaan yang terbentuk hasil proses aktivasi karbon aktif. Selain itu, kurangnya pemberdayaan terkait pemanfaatan batu bara indonesia sebagai karbon aktif, khususnya batu bara jenis antrasit lokal belum banyak ditemukan. Hal tersebut mendorong peneliti untuk melakukan penelitian guna mengetahui dan



memahami pembuatan karbon aktif dari batu bara indonesia jenis *Short Flaming Coal* secara efektif menggunakan metode gabungan aktivasi fisika dan aktivasi kimia menggunakan aktivator Kalium Hidroksida dengan harapan bahwa hasil yang didapatkan memiliki luas permukaan yang lebih besar dan telah sesuai dengan standar baku mutu produk Indonesia. Pembuatan karbon aktif dari batu bara yang dilakukan peneliti pada saat ini dilakukan pada skala laboratorium yang apabila ditinjau dari aspek ketersediaan bahan menunjukkan kemudahan bahan baku yang didapatkan. Hasil penelitian ini juga diharapkan dapat digunakan sebagai landasan bagi lembaga maupun industri untuk dapat diterapkan dalam skala besar serta sebagai landasan bagi peneliti berikutnya dalam pengembangan pembuatan dan penggunaan karbon aktif dari batu bara antrasit (*Short Flaming Coal*).

### **I.2 Tujuan**

1. Untuk mengetahui pengaruh rasio penggunaan KOH terhadap luas permukaan dan daya adsorpsi karbon aktif dari batu bara
2. Untuk mengetahui pengaruh suhu aktivasi fisika terhadap luas permukaan dan daya adsorpsi karbon aktif dari batu bara
3. Untuk membuat karbon aktif menggunakan gabungan metode kimia dan metode fisika sebagai adsorben

### **I.3 Manfaat**

1. Membuka peluang alternatif dalam pemanfaatan batu bara indonesia menjadi karbon aktif selain sebagai sumber energi
2. Mengurangi kadar pencemaran lingkungan dengan pemanfaatan karbon aktif dari batu bara
3. Meningkatkan nilai konsumsi dan pemanfaatan daya guna batu bara Indonesia
4. Mengurangi kandungan senyawa berbahaya Pb dalam kawasan perairan dengan aplikasi adsorben karbon aktif dari batu bara