



Laporan Hasil Penelitian

“Sintesis Si-Na-C Berbasis Batu Bara Dan Dicalite Diatomite Sebagai Bahan Baku Katoda Baterai”

BAB I PENDAHULUAN

I. 1. Latar Belakang

Berdasarkan data dari Badan Geologi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) pada tahun 2020, total sumber daya batu bara Indonesia mencapai 143,73 miliar ton, dengan cadangan sebesar 38,80 miliar ton. Namun pemanfaatan batu bara sebagai sumber energi menghadapi tantangan keberlanjutan yang signifikan, seperti emisi gas rumah kaca (terutama CO₂) dan produksi limbah berupa abu terbang (*fly ash*) yang berdampak pada lingkungan dan Kesehatan (Permatasari et al., 2023). Permasalahan terkait keberlanjutan pemanfaatan batu bara, terutama emisi CO₂ dan limbah fly ash, memerlukan pendekatan baru yang dapat mengurangi dampak lingkungan. Salah satu solusi yang ditawarkan dalam penelitian ini adalah pemanfaatan batu bara sebagai bahan baku sintesis material berbasis silika natrium karbon (Si-Na-C), yang tidak hanya mengurangi limbah hasil pembakaran batu bara, tetapi juga berpotensi menyerap karbon. Proses ini tidak hanya mengurangi limbah hasil pembakaran batu bara, tetapi juga menciptakan material bernilai tambah yang berpotensi digunakan sebagai penyerap karbon untuk mengurangi emisi CO₂.

Selain itu, kombinasi dicalite diatomite sebagai bahan sintesis mendukung optimalisasi sumber daya dan memberikan kontribusi terhadap pengembangan teknologi material yang ramah lingkungan. Penelitian ini sejalan dengan Road Map Pengembangan dan Pemanfaatan batu bara 2021-2045. Batu bara merupakan sumber karbon yang melimpah dan memiliki potensi besar untuk dikembangkan menjadi material komposit berbasis silika natrium karbon (Si-Na-C) guna mengatasi masalah tingginya kadar karbon di lingkungan. Di sisi lain, dicalite diatomite memiliki kandungan silika yang mencapai 80,6% (Guatame-Garcia & Buxton, 2018) yang menawarkan solusi alami yang optimal. Silika yang dihasilkan dari fosil ganggang mikroskopis diatom tidak hanya melimpah tetapi juga memiliki nilai tambah tinggi, karena perannya yang penting dalam berbagai aplikasi industri, seperti biosensor, adsorben, *insulation* material, penguat bahan keramik, dan bahan



Laporan Hasil Penelitian

“Sintesis Si-Na-C Berbasis Batu Bara Dan Dicalite Diatomite Sebagai Bahan Baku Katoda Baterai”

katoda baterai natrium-ion. Kombinasi batu bara sebagai sumber karbon dengan dicalite diatomite sebagai sumber silika dalam sintesis material Si-Na-C memberikan peluang untuk mengembangkan material maju dengan manfaat yang luas, sekaligus mendukung pemanfaatan sumber daya lokal dan pengelolaan karbon yang lebih berkelanjutan.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya menggunakan pembakaran sekam padi diperoleh ekstraksi silika sebesar 90% menggunakan metode hidrotermal (Brites et al., 2024). Hal ini menunjukkan potensi yang cukup baik mengingat sekam padi adalah limbah pertanian yang melimpah dan rendah biaya. Sementara itu, ampas tebu yang juga merupakan limbah dari industri gula, memiliki rendemen abu yang jauh lebih tinggi, yaitu sebesar 53,10% menggunakan metode sol-gel (Norsuraya et al., 2016). Ekstraksi silika dari batu bara menggunakan pelarut NaOH dan asam sitrat menghasilkan silika dengan rendemen sebesar 55,38% menggunakan metode karbonisasi *curing*. Fly ash batu bara menjadikan pemanfaatan limbah untuk menghasilkan silika sebagai guna mengurangi dampak lingkungan sekaligus menghasilkan material bernilai tinggi (Belayneh et al., 2024). Berdasarkan kajian penelitian sebelumnya, penelitian lanjutan dengan memanfaatkan kombinasi batu bara dan dicalite diatomite sebagai sumber karbon dan silika untuk sintesis material silika natrium karbon (Si-Na-C) menjadi hal yang menarik dan relevan untuk dikaji lebih mendalam.

Ekstraksi batu bara guna memperoleh senyawa karbon dan ekstraksi dicalite diatomite sebagai sumber penghasil silika. Pada proses tersebut pH dan konsentrasi berperan dalam hasil efisiensi produk. Pembentukan silika dapat dilakukan dengan metode polikondensasi, pengendapan, dan sol-gel (Muljani et al., 2014). Dibandingkan metode lain, sol-gel sering kali memerlukan suhu proses yang lebih rendah, sehingga lebih hemat energi, ramah lingkungan, serta kesesuaiannya dengan kebutuhan penelitian yang bertujuan menciptakan material komposit berkinerja tinggi dengan biaya dan dampak lingkungan yang minimal. Dalam penelitian ini, beberapa parameter eksperimen yang digunakan adalah perbandingan volume filtrat larutan batu bara dan dicalite diatomite, yang terdiri dari rasio 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, dan 1:5. Pemilihan variasi perbandingan ini bertujuan



Laporan Hasil Penelitian

“Sintesis Si-Na-C Berbasis Batu Bara Dan Dicalite Diatomite Sebagai Bahan Baku Katoda Baterai”

untuk mengidentifikasi rasio yang paling optimal dalam menghasilkan material komposit Si-Na-C dengan karakteristik yang diinginkan. Selain itu, variasi pH pada proses asidifikasi yang digunakan adalah 4, 5, 6, 7, dan 8. Pemilihan pH yang berbeda bertujuan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap pembentukan silika yang lebih efisien, karena pH dapat mempengaruhi kelarutan komponen silika dan proses polikondensasi selama sintesis. Dengan mengoptimalkan kedua faktor ini, diharapkan dapat diperoleh material komposit dengan performa tinggi tetapi juga lebih ramah lingkungan dan ekonomis. Karakterisasi material akan dilakukan menggunakan berbagai teknik analisis yang meliputi, XRF untuk mengetahui kandungan unsur yang terdapat dalam suatu bahan (Frydrych & Jurowski, 2023), SEM-EDX untuk mengamati struktur morfologi (Rausch et al., 2022), FTIR untuk Analisa gugus fungsional dari bahan (Yan et al., 2022), dan XRD untuk menentukan komposisi kristalografi (Unutulmazsoy et al., 2022)

Adanya kombinasi antara proses kimia dan teknologi material dalam sintesis Si-Na-C berbasis batu bara dan dicalite diatomite, penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan nilai ekonomi dari bahan tersebut, serta berkontribusi terhadap pengembangan bahan baku alternatif bagi industri silika. Selain itu, dapat juga menjadikan solusi dalam pengurangan dampak dari limbah B3 yang berpotensi membuka peluang baru dalam diversifikasi bahan baku silika di Indonesia. Hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi bagi peningkatan daya saing industri, sekaligus mendukung pengembangan teknologi ramah lingkungan. Dengan demikian, material ini diharapkan mampu menunjukkan performa optimal dengan manfaat yang tinggi serta bernilai ekonomis.

I. 2. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis dan menganalisis karakterisasi silika natrium karbon dari batu bara dan dicalite diatomite dengan mengkaji pengaruh pH dan konsentrasi, serta mengacu untuk memenuhi kriteria sebagai material katoda baterai.



Laporan Hasil Penelitian

“Sintesis Si-Na-C Berbasis Batu Bara Dan Dicalite Diatomite Sebagai Bahan Baku Katoda Baterai”

I. 3. Manfaat

Penelitian yang dilakukan memanfaatkan dicalite diatomite dan batu bara sebagai bahan suatu produk yang bernilai tambah dengan fungsi untuk bahan katoda baterai Natrium-Ion. Apabila ditinjau sebagai bahan katoda baterai natrium-ion, material ini dapat memberikan solusi yang lebih ekonomis dan ramah lingkungan dibandingkan baterai litium-ion, dengan potensi penerapan pada sistem perpindahan energi.