

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemanasan global merupakan peningkatan suhu rata-rata bumi akibat emisi gas rumah kaca, yang kini menjadi perhatian serius di seluruh dunia¹. Industri penerbangan merupakan salah satu sektor yang menyumbang emisi gas rumah kaca, dengan kontribusi sekitar 3% dari total emisi global saat ini dan diperkirakan akan meningkat menjadi 5% pada tahun 2050¹. Kontribusi emisi dari sektor ini sebagian besar berasal dari proses pembakaran bahan bakar jet yang digunakan sebagai sumber energi utama pesawat². Salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan ini yaitu dengan mengembangkan *Sustainable Aviation Fuel* (SAF), dimana SAF mampu menurunkan emisi tanpa memerlukan perubahan signifikan pada sistem mesin pesawat³. Estimasi dari International Air Transport Association (IATA) menunjukkan bahwa SAF akan berkontribusi sebesar 65% terhadap target *net-zero* emisi karbon sektor penerbangan pada tahun 2050⁴. Potensi pengurangan emisi karbon yang tinggi di sektor penerbangan ini, menjadikan SAF sebagai komponen penting dalam mewujudkan penerbangan berkelanjutan⁵.

SAF dapat diproduksi melalui proses deoksigenasi, dimana proses ini mampu menghilangkan kandungan oksigen dari senyawa pada bahan baku, sehingga dihasilkan hidrokarbon dengan panjang rantai karbon yang sesuai untuk kebutuhan bahan bakar pesawat⁶. SAF yang dihasilkan memiliki kandungan oksigen yang rendah, stabilitas oksidatif yang tinggi, serta sifat fisikokimia yang sebanding dengan bahan bakar fosil konvensional⁷.

Keberhasilan proses deoksigenasi sangat bergantung pada desain katalis yang efektif. Berbagai penelitian telah mengkaji reaksi deoksigenasi menggunakan katalis logam mulia seperti paladium (Pd) dan platinum (Pt)⁸. Namun, keterbatasan ketersediaannya di alam dan biaya produksi yang tinggi menjadi kendala utama dalam pemanfaatannya. Sebagai alternatif, logam transisi seperti nikel (Ni), kobalt (Co), mangan (Mn), seng (Zn), dan tembaga (Cu) menunjukkan potensi sebagai katalis dalam reaksi deoksigenasi⁹. Akan tetapi, efektivitasnya masih terbatas karena konversi produk yang rendah dan sensitivitas terhadap kondisi reaksi tertentu⁸.

Keterbatasan tersebut mendorong eksplorasi lebih lanjut terhadap penggunaan katalis bimetalik dalam proses deoksigenasi yang menunjukkan aktivitas lebih tinggi dibandingkan katalis monometalik pada kondisi reaksi serupa⁸. Di antara berbagai kombinasi, katalis bimetalik Cu-Bi berpotensi meningkatkan aktivitas dan kestabilan katalis, karena logam Cu mampu mempercepat pemutusan ikatan C–C dan C–O, sementara logam Bi berperan dalam mencegah *sintering*^{10,11}.

Di samping pemilihan logam, pemilihan *support* juga berperan penting dalam memaksimalkan desain katalis. *Support* membantu penyebaran partikel logam secara merata dan mencegah terjadinya *sintering* yang dapat menurunkan aktivitas katalis¹². Pemilihan

support yang tepat perlu mempertimbangkan keseimbangan antara situs asam dan basa pada katalis, karena keseimbangan ini berpengaruh langsung terhadap efisiensi reaksi¹³. Katalis dengan sifat terlalu asam berpotensi meningkatkan pembentukan kokas (*coke*), yang dapat menghambat kinerja katalis¹³. Oleh sebab itu, diperlukan *support* yang bersifat basa untuk menyeimbangkan sifat asam dari logam aktif. Salah satu *support* basa yang dapat digunakan adalah CaO, yang dikenal memiliki sifat basa yang kuat..

Selain mempertimbangkan sifat kimia dan fungsionalitas *support*, aspek keberlanjutan dan efisiensi biaya juga menjadi pertimbangan penting dalam pengembangan katalis. Salah satu cara untuk mencapai hal ini yaitu dengan memanfaatkan bahan alam sebagai bahan dasar pembuatan *support* katalis bimetalik. Tulang sotong (*Sepia officinalis*) menjadi kandidat potensial sebagai sumber CaO karena mengandung sekitar 95% kalsium karbonat (CaCO₃)¹⁴. Data Kementerian Kelautan dan Perikanan menunjukkan bahwa produksi limbah tulang sotong di Indonesia mencapai 2.386,4 ton pada tahun 2023^{15,16}. Oleh karena itu, pemanfaatan tulang sotong tidak hanya meningkatkan nilai ekonomis, tetapi juga mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya alam yang melimpah.

Aspek penting lainnya dalam produksi SAF yaitu ketersediaan trigliserida sebagai bahan baku. Produksi SAF skala besar berbasis minyak nabati konsumsi dinilai tidak ekonomis dan berisiko menimbulkan krisis pangan¹. Penggunaan minyak jelantah sebagai sumber trigliserida alternatif dapat menghindari persaingan antara kebutuhan pangan dan energi, sekaligus menjadi solusi terhadap permasalahan limbah minyak¹⁷.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka dilakukanlah penelitian mengenai deoksigenasi minyak jelantah menggunakan katalis Cu-Bi/CaO berbasis tulang sotong untuk pembuatan *sustainable aviation fuel* (SAF).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana karakteristik katalis Cu-Bi/CaO berbasis tulang sotong (*Sepia officinalis*) yang disintesis menggunakan metode impregnasi?
2. Bagaimana kinerja katalitik katalis Cu-Bi/CaO dalam reaksi deoksigenasi?
3. Bagaimana kondisi reaksi deoksigenasi yang optimal dalam meningkatkan kinerja katalis Cu-Bi/CaO?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mensintesis katalis Cu-Bi/CaO berbasis tulang sotong (*Sepia officinalis*) melalui metode impregnasi dan mengkarakterisasinya menggunakan XRD, SAA, TPD-CO₂, dan TPD-NH₃.
2. Menganalisis kinerja katalitik katalis Cu-Bi/CaO dalam reaksi deoksigenasi.

3. Mengevaluasi kondisi reaksi deoksigenasi yang optimal dalam meningkatkan kinerja katalis Cu–Bi/CaO.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan menambah wawasan ilmu pengetahuan mengenai kemampuan katalis Cu-Bi/CaO berbasis tulang sotong dalam reaksi deoksigenasi untuk produksi SAF.

