

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Siklus karbon di alam yang menghasilkan gas karbon dioksida (CO_2) diketahui memiliki peran yang penting bagi kehidupan. Namun sejak terjadinya revolusi industri, konsentrasi CO_2 di udara telah meningkat secara konstan yang disebabkan oleh pembakaran bahan bakar fosil dalam jumlah yang besar yang jumlahnya melebihi konsentrasi karbon di alam semestinya. Diperkirakan sekitar 496 Gt (giga ton) CO_2 akan dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil diantara tahun 2010-2060 (Kanjilal *et al.*, 2020).

Salah satu produk yang dapat disintesis melalui konversi CO_2 adalah senyawa karbamat (uretan). Kelompok senyawa karbamat ($\text{RNHCOOR}'$) merupakan salah satu senyawa penting pada kimia obat, produk insektisida dan industri poliuretan (PU) (Gu *et al.*, 2019). Konversi CO_2 menjadi karbamat dan poliuretan dengan bantuan katalis menjadi salah satu alternatifnya dan dapat terjadi dalam beberapa rute. Dibandingkan dengan katalis asam-basa dan molecular sieves, oksida logam memiliki kestabilan struktural dan kemampuan deaktivasi yang lebih baik (Tamura *et al.*, 2018).

Dari berbagai jenis oksida logam, Ceria (CeO_2) merupakan salah satu katalis yang sangat menjanjikan pada konversi gas CO_2 . CeO_2 merupakan salah satu oksida tanah jarang yang menunjukkan aplikasi potensial yang luar biasa di bidang katalisis karena sifatnya yang unik. Siklus redoks yang mudah bolak-balik pada ion cerium ($\text{Ce}^{3+}/\text{Ce}^{4+}$) akan menghasilkan material non-stoikiometri CeO_{2-x} yang memiliki sifat redoks seperti yang ditemukan pada sisi aktif asam-basa lewis pada katalis (Cao *et al.*, 2020).

Nanopartikel Ceria telah berhasil disintesis dengan berbagai metode seperti, sol gel, kopresipitasi, *microemulsion process*, solvotermal, dan hidrotermal. Diantara semua metode tersebut, metode hidrotermal merupakan metode yang dapat menghasilkan nanopartikel Ceria dengan tingkat kristalinitas dan kemurnian yang tinggi (Chavhan *et al.*, 2020).

Melalui penggunaan *capping agent* sintesis Ceria telah berhasil disintesis dengan berbagai morfologi seperti bentuk kubus, batang, bola, dll. Setiltrimetilamonium bromida (CTAB) merupakan surfaktan kationik yang telah

banyak digunakan sebagai *capping agent* untuk nanopartikel Ceria dan aplikasinya dalam katalisis. CTAB dapat mengontrol morfologi dan ukuran serta pori dari nanopartikel Ceria. Selain itu, CTAB juga meningkatkan S_{BET} , *reducibility* serum, mobilitas oksigen, dan dapat mempengaruhi sifat asam-basa, yang penting untuk adsorpsi reaktan dan dalam katalisis asam-basa (Kaplin *et al.*, 2020).

Salah satu metode pendekatan yang juga banyak digunakan untuk mensintesis nanopartikel yaitu juga dengan pendekatan *green synthesis*. Melalui pendekatan ini ekstrak tumbuhan dapat dijadikan sebagai *capping agent* alami dengan menggunakan kandungan metabolit sekundernya. Selain itu keuntungan dengan pendekatan *green synthesis* ini yaitu kesediaan ekstrak tumbuhan yang berlimpah dan ramah lingkungan. Sintesis nanopartikel Ceria juga telah banyak dilakukan dengan menggunakan ekstrak tumbuhan diantaranya seperti ekstrak daun *Gloriosa superba* (Arumugam *et al.*, 2015), ekstrak daun *Acalypha indica* (Kannan & Sundrarajan, 2014), ekstrak bunga *Hibiscus sabdarifa* (Thovhogi *et al.*, 2015), ekstrak daun *Olei europaea* (Maqbool *et al.*, 2016), ekstrak daun *Sida acuta* (Senthilkumar *et al.*, 2017), ekstrak daun *Prosofis julifora* (Arunachalam *et al.*, 2017) dan ekstrak bunga *Calotropis procera* (Muthuvel *et al.*, 2020).

Uncaria gambir Roxb. merupakan salah satu komoditas di Sumatera yang banyak dimanfaatkan sebagai material bangunan, serta obat tradisional untuk berbagai penyakit (Rauf, Rahmawaty and Siregar, 2015). Manfaatnya sebagai obat berkaitan dengan kandungan senyawa polifenol yang berperan sebagai antioksidan alami, terutama senyawa katekin, yang tergolong dalam kelompok senyawa flavonoid. Penggunaan ekstrak daun *Uncaria gambir Roxb.* untuk mensintesis nanopartikel telah berhasil dilakukan untuk mensintesis nanopartikel emas (Au NPs), perak (Ag NPs) dan tembaga (Cu NPs) (Firdaus *et al.*, 2015).

Sifat katalitik CeO_2 juga dapat ditingkatkan dengan beberapa cara seperti pengembangan sistem Ceria berpori dengan morfologi yang ditentukan. Salah satu cara untuk meningkatkan luas permukaan nanopartikel Ceria sehingga dapat menghasilkan sifat katalitik yang baik yaitu dengan melalui *etching process*. Yang (2015) melaporkan bahwa telah berhasil disintesis nanopartikel Ceria berpori dengan luas permukaan $202.7 \text{ m}^2/\text{g}$ dengan menggunakan asam anorganik yaitu HCl dalam proses *etching* (N. Yang *et al.*, 2015). Yihong (2014) juga melaporkan

proses *etching* dapat meningkatkan jumlah cacat permukaan, sehingga material dapat menyerap oksigen aktif. Hal tersebut dapat meningkatkan sifat oksida dan katalitiknya (Ke & Lai, 2014).

Pada penelitian ini akan dikaji pengaruh beberapa parameter seperti yang diuraikan di atas terhadap sifat dan aktivitas katalitik dari CeO₂ seperti pengaruh penambahan *capping agent* (CTAB dan Ekstrak daun gambir) sebagai pengontrol morfologi dan ukuran partikel dari CeO₂, serta pengaruh proses *etching* dengan menggunakan HCl dan PVA dalam pembentukan pori pada CeO₂. Aktivitas katalis akan diuji pada reaksi pembentukan senyawa karbamat dengan menggunakan gas CO₂ sebagai sumber karbonil dan penambahan prekursor seperti alkohol, amin atau alkanolamin.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan suatu permasalahan bahwa:

- a. Bagaimana pengaruh *capping agent* terhadap sintesis nanopartikel CeO₂ melalui metode hidrotermal?
- b. Bagaimana pengaruh HCl dan PVA dalam proses *etching* terhadap nanopartikel CeO₂ hasil sintesis?
- c. Bagaimana aktivitas katalitik dari nanopartikel CeO₂ hasil sintesis terhadap pembentukan senyawa karbamat dari CO₂?

1.3 Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah tersebut, tujuan penelitian ini untuk:

- a. Mengetahui pengaruh *capping agent* terhadap sintesis nanopartikel Ceria melalui metode hidrotermal.
- b. Menganalisis pengaruh HCl dan PVA dalam proses *etching* terhadap nanopartikel Ceria hasil sintesis dan karakteristik dari nanopartikel Ceria hasil sintesis.
- c. Menganalisis aktivitas katalitik dari nanopartikel Ceria hasil sintesis terhadap pembentukan senyawa karbamat dari CO₂

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dalam menambah wawasan tentang sintesis katalis nanopartikel Ceria berpori melalui *protecting etching* dan aplikasi katalitiknya untuk pembentukan senyawa karbamat dari CO₂. Selain itu penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi salah satu solusi alternatif dalam mengatasi permasalahan global karena emisi gas CO₂ dengan mentransformasinya menjadi senyawa kimia yang berharga dan menjadikan citra gas CO₂ tidak lagi sebagai polutan yang sulit diatasi.

