

# Sintesis Nanokomposit Cao-Sio<sub>2</sub> dari Ampas Tebu dan Batu Kapur Druju sebagai Katalis Biodiesel

CHUSNANA INSJAF YOGIHATI

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Malang. Jl. Semarang 5 Malang,

E-mail: chusnana.insjaf.fmipa@um.ac.id

TEL: 081252734417; FAX: -

**ABSTRAK:** Kabupaten Malang Jawa Timur merupakan salah satu wilayah di Indonesia yang memiliki lahan tebu yang sangat luas. Tebu adalah bahan pokok dalam pembuatan gula. Dalam proses produksi gula di pabrik selalu dihasilkan limbah berupa ampas tebu. Ampas tebu yang dihasilkan dari satu pabrik gula mencapai 35- 40% dari berat tebu yang digiling. Limbah pabrik gula yang jumlahnya sangat banyak itu perlu mendapat perhatian khusus, karena dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan. Seiring dengan kemajuan teknologi, dewasa ini banyak penelitian yang mengkaji tentang ampas tebu sebagai sumber silika. Berdasarkan hasil penelitian itu diketahui bahwa kandungan silika pada ampas tebu cukup besar, sehingga dimungkinkan untuk dijadikan bahan pembuatan nanokomposit CaO-SiO<sub>2</sub>. Hal inilah mendorong pemikiran tentang pengembangan nanokomposit CaO-SiO<sub>2</sub> sebagai katalis biodiesel.

**Kata Kunci:** Nanokomposit, katalis biodiesel.

## PENDAHULUAN

Tebu (*Saccharum officinarum*) merupakan tanaman yang tumbuh subur di Indonesia. Tanaman ini hanya tumbuh di daerah beriklim tropis dan digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan gula (Kristianingrum dkk, 2011). Salah satu wilayah di Indonesia yang memiliki lahan tebu yang sangat luas yaitu Kabupaten Malang.

Dalam proses pembuatan gula di pabrik gula selalu dihasilkan hasil sampingan berupa limbah ampas tebu (*bagasse*). Ampas tebu yang dihasilkan dari satu pabrik gula sekitar 35- 40% dari berat tebu (Misran, 2005). Jadi jika beberapa tahun terakhir produksi gula di Kabupaten Malang, Jawa Timur meningkat dari 4500 ton per hari menjadi 10. 000 ton per hari, maka kondisi ini secara langsung memberikan dampak pada pertambahan jumlah ampas tebu dalam setiap proses penggilingan tebu. Sayangnya penumpukan ampas tebu akan menjadi masalah bagi pabrik gula. Selain memerlukan tempat yang cukup luas untuk penyimpanannya juga diduga ampas tebu dapat menyebabkan kebakaran karena kandungan zat yang dikandungnya.

Selama ini ampas tebu atau *bagasse* umumnya dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan kertas dan bahan bakar pengolahan tebu, tetapi masih banyak yang melakukan pembakaran secara langsung (Hanafi dan Nandang, 2010). Bertolak dari sinilah pemanfaatan ampas tebu dirasa belum optimal. Sedangkan optimalisasi limbah pabrik merupakan perwujudan dalam rangka dukungan terhadap upaya menerapkan slogan yang dicanangkan dalam konsesus dunia untuk mengantisipasi pencemaran lingkungan dengan adanya *zero waste*.

Seiring dengan perkembangan teknologi banyak penelitian yang bertujuan mengoptimalkan pemanfaatan limbah ampas tebu. Diantaranya penelitian yang dilakukan oleh Usman dkk (2014: 51). Hasil penelitiannya menjelaskan bahwa ampas tebu yang mengalami pembakaran pada suhu 500 °C menghasilkan abu yang mengandung silica (SiO<sub>2</sub>) sebesar 76 % . Hasil ini memberi petunjuk bahwa ampas tebu dapat diharapkan berpotensi sebagai sumber silica (SiO<sub>2</sub>) dan memberikan kabar gembira bagi dunia penelitian tentang perkembangan keramik berpori,

terutama dalam hal aplikasi sebagai penyangga katalis biodiesel.

Dewasa ini banyak kajian tentang pengembangan katalis padat untuk reaksi transesterifikasi pada proses pembuatan biodiesel yang lebih ramah lingkungan, lebih mudah dilakukan pemisahan dari sisa pengolahan biodiesel, dan dapat digunakan kembali, sehingga dapat menekan biaya produksi biodiesel (Mittelbach dan Renschmidt, 2004). Penelitian sebelumnya telah dibuat katalis  $MgO=SiO_2$  yang digunakan dalam proses transesterifikasi minyak kelapa murni dengan kemurnian mencapai 82% (Pahlevi dkk, 2013: 161). Tingkat kemurnian ini dirasa masih perlu ditingkatkan. Untuk itulah perlu dikembangkan katalis nanokomposit  $CaO=SiO_2$  untuk transesterifikasi biodiesel dengan harapan konversi yang dihasilkan akan lebih tinggi dari pada konversi yang telah dicapai sebelumnya. Selain itu penelitian ini merupakan upaya untuk mengoptimalkan limbah ampas tebu yang melimpah. Adapun  $CaO$  diperoleh dari sintesis batu kapur yang berasal dari Druju, Sumbermanjing Wetan Kabupaten Malang yang ketersediaannya sangat banyak.

Pengembangan nanokomposit  $CaO-SiO_2$  merupakan penelitian inovatif, mengingat bahwa dengan teknologi nanokomposit akan diperoleh material baru yang memiliki sifat-sifat fisis yang lebih baik dari pada sifat fisis material penyusunnya (Hadiyawardana, 2008). Namun demikian perbandingan komposisi material penyusunnya sangat berpengaruh dalam peningkatan sifat fisis tersebut.

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan adalah studi literatur.

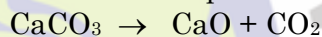
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Batu kapur merupakan batuan padat yang mengandung banyak kalsium karbonat. Batu kapur berwarna putih, abu-abu kuning tua, abu-abu-kebiruan, jingga dan hitam (Oates, 1998) tergantung pada pengotornya. Menurut Boynton (1980), batu kapur adalah bahan galian yang banyak digunakan pada:

- Bahan bangunan, pengeras jalan dan untuk campuran bangunan.
- Bahan baku untuk *portland cement*, semen alam dan *kalk zandsteen*.
- Industri keramik, terutama pembuatan gelas.
- Industri kimia, untuk bahan baku pembuatan kalsium dalam pabrik gula, pembuatan  $CO_2$ ,  $CaC_2$ ,  $CaO$ , bahan-bahan kedokteran, pasta, pencegahan penyakit tanaman dan untuk pembuatan pupuk.
- Industri logam, kapur dipergunakan sebagai *flux* dan bahan tahan api.
- Bahan baku untuk seni budaya dan *lithographi*.

Menurut Ginting (2004) ikatan pada senyawa  $CaCO_3$  akan terputus apabila diberi energi panas. Pemberian energi panas (kalsinasi) mengacu kepada proses *thermal decomposition* untuk menghasilkan senyawa kalsium oksida ( $CaO$ ) dan karbon dioksida ( $CO_2$ ).

Reaksi pemanasan batu kapur:



Pada proses kalsinasi proses batu kapur dipanaskan pada suhu di atas  $900^\circ C$ . Menurut Boynton (1980), proses pembakaran yang tidak sempurna atau tidak merata biasa dikurangi dengan memperkecil ukuran batu kapur pada proses pembakaran. Batu kapur dengan kadar magnesium rendah akan lebih mudah erkalsinasi menjadi  $CaO$  (Ginting, 2004). Impuritas yang sedikit dan pembakaran yang sempurna akan menghasilkan ( $CaO$ ) yang lebih tinggi.

Dengan penambahan air  $CaO$  akan menjadi bentuk yang lebih tidak mudah terbakar (*less caustic*), kalsium hidroksida ( $Ca(OH)_2$ ), tetapi masih merupakan alkali kuat (Oates, 1998).

$CaO$  memiliki struktur *rocksalt* dengan bilangan koordinasi 6. Setiap atom  $Ca$  dikelilingi enam atom  $O$  dan sebaliknya (Gambar 2.1).  $CaO$  merupakan keramik yang kreatif pada akhir dan memiliki titik yang tinggi yaitu  $2927 \pm 50^\circ C$  (Barsoum, 2003).  $CaO$  memiliki sifat plastis dan *workability* (kemampuan pengerjaan) yang baik (Ariyani, 2007).

Silika atau dikenal dengan silikon dioksida ( $SiO_2$ ) merupakan senyawa yang

umum ditemui dalam kehidupan sehari-hari dan banyak digunakan sebagai bahan baku industri elektronik. Senyawa ini juga banyak ditemui dalam bahan galian yang disebut pasir kuarsa, terdiri atas kristal—kristal silika ( $\text{SiO}_2$ ) dan mengandung senyawa pengotor yang terbawa selama proses pengendapan.

Silikon dioksida terbentuk melalui ikatan kovalen yang kuat, serta memiliki struktur lokal yang jelas: empat atom oksigen terikat pada posisi sudut tetrahedral di sekitar atom pusat yaitu atom silikon. Struktur silikat primer adalah tetrahedron  $\text{SiO}_4$ , jadi setiap satu atom silikon dikelilingi empat atom oksigen. Gaya—gaya yang mengikat atom tetrahedral berasal dari ikatan ionik dan kovalen sehingga ikatan tetrahedral sangat kuat (Worral, 1986). Pada temperatur kamar, satuan tetrahedral dari silika tersusun dalam suatu susunan heksagonal, tetapi pada temperatur  $875^\circ\text{C}$  kestabilan susunan tetrahedral silika berubah.

Atom oksigen bersifat elektronegatif dan kerapatan elektron pada atom silikon sebagian ditransfer pada atom oksigen, tetapi tidaklah tepat jika silika dikatakan sebagai garam yang terdiri dari ion  $\text{Si}^{4+}$  dan ion  $\text{O}^{2-}$ , yang terkadang ditemukan dalam beberapa literatur. Untuk memahami hal ini maka dapat dilihat melalui arah ikatan (momen dipol) pada struktur silika.

Sudut ikatan di sekitar  $\text{O—Si—O}$  merupakan sudut tetrahedral yaitu sebesar  $109^\circ$ ; jarak antara atom  $\text{Si—O}$  sebesar  $1,61 \text{ \AA}$  ( $0,16 \text{ nm}$ ). Silikon dioksida memiliki ikatan yang disebut "jembatan" oksigen yang terdapat diantara atom silikon, hal inilah yang memberikan sifat unik pada silikon dioksida. Sudut ikatan pada  $\text{Si—O—Si}$  sekitar  $145^\circ$ , tetapi nilai ini sangat bervariasi antara  $100\text{--}170^\circ$  yang dipengaruhi oleh perubahan energi ikatan, sehingga sangat memungkinkan terjadinya rotasi ikatan secara bebas.

Cara yang cukup mudah untuk mengamati struktur  $\text{SiO}_2$  adalah dengan menggunakan model Zachariasen Warren. Struktur  $\text{SiO}_2$  terbentuk melalui kelompok—kelompok  $\text{SiO}_4$  yang saling

berikatan melalui atom oksigen pada sudut—sudut tetrahedralnya.

**Tabel 2.1 Tiarakteristik fisis  $\text{SiO}_2$  (Webelement, 2008)**

Sifat—Sifat	Nilai
Struktur kristal	FCC
Warna	Putih
Bentuk	Kristal padat
Densitas	$2634 \text{ Kg.m}^{-3}$
Titik didih	$2230^\circ\text{C}$
Titik leleh	$1650 (+75^\circ\text{C})$
Konduksi Termal	$1,4 \text{ W/m K}$
Ekspansi Termal	$0,4 \cdot 10^{-6} /\text{K}$
Kekuatan Tarik	$110 \text{ MPa}$
Ketangguhan Patah	$0,79 \text{ MPa}$
Kuat Tekan (Gores)	$7 \text{ Skala Mohs}$
Rasio Poisson	$0,165$
Modulus Elastisitas	$73,6$
Permitivitas	$3,8$

Variasi sudut yang terbentuk sangat memungkinkan terbentuknya struktur kristalin yang berbeda pada silikon dioksida, dan dapat dengan mudah membentuk struktur amorfous. Silikon dioksida memiliki 35 bentuk kristalin dengan berbagai kerapatan yang berbeda—beda ( $17$  sampai  $43$  unit  $\text{SiO}_2$  per  $100 \text{ \AA}^3$ ).

## KESIMPULAN

Sintesis nanokomposit  $\text{CaO—SiO}_2$  dapat dilakukan dengan memanfaatkan ampas tebu sebagai sumber silika dan batu kapur Druju Sumber Manjing Wetan Malang sebagai sumber  $\text{CaO}$ .

## DAFTAR RUJUKAN

- Ariyani, Ninik dan Ardiyanto C, Nugroho. 2007. *Pengaruh Kapur dan abu sekam padi pada nilai cbr laboratorium tanah tras dari dusun Seropan untuk stabilitas subgrade timbunan*. Majalah Ilmiah UKRIM 1(XII).
- Barsoum, Michael W. 2003. *Fundamentals of Ceramics*. Institute of Physics Publishing: Philadelphia.
- Boynton, R. 1980. *Chemistry and Technology of Lime and Limestone*. 2nd Edition. John Wiley & Sons, inc: New York, NY.
- Erni Misran Industri Tebu Menuju Zero Waste Industry Jurnal Teknologi Proses 4(2) Juli 2005 : 6-10 ISSN 1412-7814.
- Ginting, Immanuel. 2004. *Proses Kalsinasi Batu Gamping dari Kalimantan*



- Timur Skala Laboratorium*. Metalurgi 19(1).
- Hadiyawardman, Agus Rijal, Bebeh Wahid Nuryadin, Mikrajuddin Abdullah, dan Khairurrijal, *Jurnal Nanosains & Nanoteknologi* Vol. 1 No. 1 Februari 2008 ISSN 1979-0880 Fabrikasi Material Nanokomposit Superkuat, Ringan dan Transparan Menggunakan Metode Simple Mixing.
- Hanafi, A., A. Nandang R. Studi Pengaruh Bentuk Silika dari Abu Ampas Tebu terhadap Kekuatan Produk Keramik *Jurnal Kimia Indonesia* Vol. 5 (1), 2010, h.35-38.
- Reza Pahlepi, Simon Sembiring, Kamisah D. Pandiangan. Pengaruh Penambahan MgO Pada SiO<sub>2</sub> Berbasis Silika Sekam Padi Terhadap karakteristik Komposit MgO-SiO<sub>2</sub> Dan Kesuaiannya sebagai Bahan Pendukung Katalis. *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*. Vol 01. No. 02 Juli 2013.
- Susila Kristianingrum, Endang Dwi Siswani, dan Annisa Fillaeli PENGARUH JENIS ASAM PADA SINTESIS SILIKA GEL DARI ABU BAGASSE DAN UJI SIFAT ADSORPTIFNYA TERHADAP ION LOGAM TEMBAGA (II) Prosiding Seminar Nasional Kimia Jurusan Pendidikan Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta, 26 November 2011.
- Usman, A. M., A. Raji, N. H. Waziri and M. A. Hassan *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE)* e-ISSN: 2278-1684, p-ISSN: 2320-334X, Volume 11, Issue 3 Ver. V (May- Jun. 2014), PP 48-52 [www.iosrjournals.org](http://www.iosrjournals.org) A Study on Silica and Alumina Potential of the Savannah Bagasse Ash.
- Worrall, 1986. *Clay and Ceramics Raw Material Second Edition*: New York: Elsevier Science Publishing.