

**SINTESIS DAN APLIKASI CORDIERITE SEBAGAI KATALIS PADA PEMBUATAN BODIESEL
DENGAN PROSES TRANSESTERIFIKASI
(PENGARUH BERAT CTAB PADA SINTESIS CORDIERITE)**

**SYNTHESIS AND APPLICATION OF CORDIERITE AS A CATALYST IN THE MANUFACTURE OF
BODIESEL BY TRANSESTERIFICATION PROCESS
(INFLUENCE OF CTAB HEAVY ON THE SYNTHESIS CORDIERITE)**

Taharuddin, Darmansyah, Andi Mulia* dan Supriyanto Ardi
Jurusan Teknik Kimia – Fakultas Teknik - Universitas Lampung
Jl. Prof. Dr. Soemantri Brojonegoro No.1 – Bandar Lampung 35145
Penulis korespondensi: email andii_msc@yahoo.com

ABSTRAK

Biodiesel adalah salah satu energi terbarukan yang dapat mengatasi krisis energi di masa depan. Biodiesel dibuat melalui reaksi esterifikasi asam lemak dan transesterifikasi trigliserida. Penelitian ini mereaksikan metanol dan minyak kelapa dengan menggunakan katalis *cordierite* mesopori yang berbentuk *powder*. Proses dijalankan secara batch dengan menggunakan *Batch Reactor*. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui berat *cetyl trimethyl ammonium bromide* (CTAB) ideal yang menghasilkan ukuran mesopori terbaik pada sintesis *cordierite* untuk memperbanyak sisi aktif guna mempercepat laju reaksi sehingga mendapatkan konversi biodiesel terbaik dan untuk mengetahui performa dari katalis *cordierite* mesopori ini. Variabel yang diteliti adalah berat CTAB yang digunakan pada saat sintesis *cordierite* yaitu 0 gram, 5 gram, 7 gram, dan 9 gram. Hasil uji BET menunjukkan diameter pori, *surface area*, dan total volume pori terbesar didapat dengan melakukan penambahan CTAB 7 gram, dan hal ini berpengaruh terhadap konversi biodiesel yang diperoleh yaitu sebesar 98.19%. Performa *cordierite* yang digunakan sebagai katalis ini diuji dengan melakukan percobaan yang diulang sebanyak tiga kali, dan hasil yang didapat bahwa konversi dari masing-masing sampel biodiesel mengalami penurunan konversi hal ini disebabkan karena adanya pengurangan sisi aktif oleh minyak kelapa. Penurunan konversi yang terjadi tidak terpaut jauh, sehingga *cordierite* mesopori ini dapat dipakai sebagai katalis pada proses transesterifikasi.

Kata kunci : biodiesel, *Cetyl Trimethyl Ammonium Bromide* (CTAB), *cordierite*, mesopori, transesterifikasi

ABSTRACT

Biodiesel research has been carried out by reacting methanol and coconut oil by using cordierite catalyst mesoporous powder. Run a batch process by using Batch Reactor. The aim of this study was to determine the weight of cetyl trimethyl ammonium bromide (CTAB) ideal that produces the best synthesis of mesoporous size cordierite to increase the active side in order to accelerate the reaction rate so get the best biodiesel conversion and to determine the performance of catalysts this mesoporous cordierite. The variables studied were severe CTAB used during the synthesis of cordierite is 0 gram, 5 grams, 7 grams and 9 grams. BET test results showed pore diameter, surface area, and the largest total pore volume obtained by adding CTAB 7 grams, and this contributes to the conversion of biodiesel obtained that is equal to 98.19%. Performance cordierite is used as a catalyst is tested by performing experiments were repeated three times, and the results obtained that the conversion of each sample of biodiesel decreased conversion of this case due to the reduction in the active site by coconut oil. Decrease in conversions that occurred not far adrift, so that mesoporous cordierite can be used as a catalyst in the process of transesterification.

Keywords: biodiesel, *Cetyl Trimethyl Ammonium Bromide* (CTAB), *cordierite*, mesoporous, transesterifikasi

PENDAHULUAN

Produksi bahan bakar minyak yang dihasilkan Indonesia dari tahun ke tahun mengalami penurunan yang cukup signifikan dimana hal ini sangat berpengaruh terhadap kebijakan BBM subsidi di Indonesia. Konsumsi energi dalam negeri terus melonjak sementara kapasitas produksi minyak mentah menurun dan cadangan minyak nasional makin menipis (Direktorat Jendral Industri Agro dan Kimia Departemen Perindustrian, 2009). Minyak kelapa memiliki karakteristik yang paling baik sebagai bahan bakar bila dibandingkan dengan minyak nabati lainnya. Ester dari minyak kelapa merupakan bahan terbaik untuk mesin diesel, bahkan lebih baik dari minyak diesel sendiri. Secara kimiawi, biodiesel dari minyak kelapa lebih stabil dibandingkan minyak lainnya dan memiliki sifat pembakaran yang lebih baik (Tim Sekretariat MAPI, 2006). Reaksi transesterifikasi dalam pembuatan biodiesel dari minyak kelapa berjalan lambat sehingga banyak peneliti yang sedang melakukan percobaan untuk mempercepat reaksi transesterifikasi. Diantaranya dengan pemilihan jenis katalis, yang berfungsi untuk mempercepat reaksi (Zajdlewicz, 2001). Penelitian ini menggunakan katalis *cordierite* ($2\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$). Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi aktivitas katalis dalam proses produksi biodiesel yang meliputi jenis katalis, luas permukaan, ukuran pori, volume pori dan konsentrasi (Taharuddin dkk., 2010). Katalis mempunyai sisi aktif di setiap titik permukaan katalis yang mempunyai keaktifan sama dalam mengadsorpsi adsorbat, permukaan padatan katalis yang kontak dengan molekul adsorbat yang cenderung memiliki volume pori besar akan memperbanyak sisi aktifnya sehingga kecepatan reaksi akan meningkat dan produk akan terdesorpsi dari permukaan aktif katalis yang akan meningkatkan konversi yang dihasilkan (Danny dkk., 2004). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berat CTAB ideal yang menghasilkan ukuran mesopori terbaik pada sintesis *cordierite* untuk memperbanyak sisi aktif katalis guna mempercepat laju reaksi sehingga mendapatkan konversi biodiesel terbaik.

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak kelapa, metanol 98%, SiO_2 , $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, NH_3 , CTAB (*Cetyltrimethyl ammonium bromide*), dan aquades. Peralatan yang digunakan antara lain Reaktor *Batch*, autoklaf, oven, furnace, neraca digital, magnetic stirrer, heater, pH meter, kertas saring, timbangan elektrik, thermometer, gelas ukur, botol sampel, dan labu erlenmeyer.

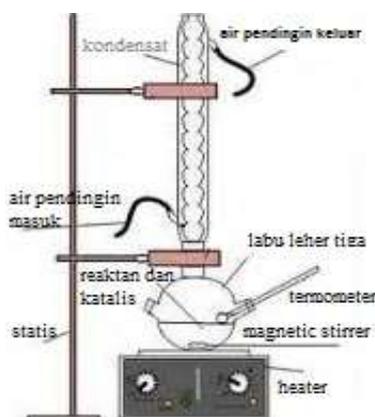
Pembuatan *Cordierite*

Sintesis *cordierite* dilakukan dengan bahan dasar $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, dan SiO_2 dengan perbandingan 2 : 2 : 5 menggunakan pelarut air bebas ion (*aquades*) dan ammonia (NH_3). Magnesium nitrat dan aluminium nitrat dihidrolisis dengan menggunakan *aquades*, kemudian kedua larutan tersebut diaduk dan ditambahkan dengan *ammonia* (NH_3) sambil terus diaduk pada suhu ruangan agar larutan homogen. Selanjutnya, larutan dipanaskan pada suhu $\pm 80^\circ\text{C}$ hingga mencapai pH 3,2 dan larutan terlihat jernih serta transparan. Hasil larutan ini menghasilkan komponen magnesia-alumina. Kemudian SiO_2 dan template *Cetyltrimethyl Ammonium Bromide* (CTAB) dihidrolisis dengan menggunakan *aquades*, kemudian kedua larutan tersebut diaduk hingga homogen. Larutan yang diperoleh kemudian dicampurkan dengan larutan magnesia-alumina, sambil terus diaduk pada suhu ruangan agar larutan homogen, penambahan template ini sebagai pengarah mesostruktur dan untuk menghasilkan sampel yang memiliki stabilitas asam dan hidrotermal yang baik. Larutan ini diidentifikasi sebagai larutan *cordierite*. Larutan *cordierite* yang diperoleh kemudian dipanaskan pada suhu 90°C sambil diaduk terus menerus sampai akhirnya membentuk bubuk *cordierite*. Setelah itu disaring menggunakan kertas saring untuk memisahkan padatan *cordierite* dengan air, setelah didapat bubuk *cordierite* kemudian dikeringkan untuk menghilangkan sisa air yang masih terkandung pada bubuk tersebut menggunakan oven.

Setelah didapat serbuk *cordierite*, lalu dilakukan proses sintering menggunakan tungku pembakaran (*furnace*) listrik yang dapat diatur suhunya sesuai yang diinginkan. Sintering dilakukan secara bertahap hingga mencapai suhu 750°C .

Transesterifikasi Minyak Kelapa

Pada reaksi transesterifikasi, CPO direaksikan dengan alkohol dan katalis di dalam reaktor *batch* selama 60 menit. Jenis alkohol yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu metanol. Katalis yang digunakan adalah *cordierite*. Reaktor *batch* pada penelitian ini menggunakan labu leher tiga. Reaktor dapat dilihat pada Gambar 1. Pemisahan *cordierite* dari produk dilakukan dengan menggunakan saringan. Produk yang dihasilkan membentuk tiga lapisan dimana lapisan paling bawah adalah lapisan yang banyak mengandung gliserol dan air, lapisan tengah adalah lapisan cairan yang banyak mengandung alkil ester (biodiesel) serta lapisan paling atas yaitu lapisan metanol sisa yang tidak bereaksi. Pemisahan lapisan bawah dilakukan dengan menggunakan corong pemisah. Prinsip pemisahannya berdasarkan perbedaan densitas dari masing-masing cairan. Cairan yang memiliki densitas paling besar akan membentuk lapisan paling bawah dan cairan yang memiliki densitas paling kecil akan membentuk lapisan paling atas. Setelah itu dilakukan proses pengeringan lapisan metanol dari lapisan biodiesel dengan cara memanaskan sampel di dalam oven pada suhu 80°C selama ± 1 jam yang bertujuan untuk menguapkan sisa alkohol yang tidak bereaksi. Setelah semua alkohol teruapkan, barulah dilakukan pengukuran berat biodiesel yang terbentuk.



Gambar 1. Skema Reaktor Batch

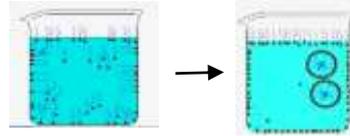
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, diperoleh data-data hasil penelitian yang didapatkan dengan melakukan variasi terhadap berat CTAB (*cetyltrimethyl ammonium bromide*) yang ditambahkan pada sintesis *cordierite*. Sintesis *cordierite* pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *sol-gel*. Pada sintesis ini dilakukan variasi penambahan CTAB, untuk mengetahui pengaruh CTAB terhadap *cordierite* yang dihasilkan.

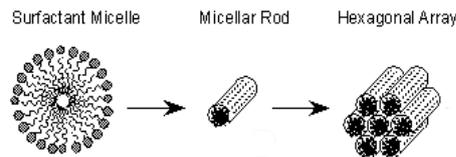
Hasil sintesis dilakukan analisis XRD, BET, SEM, dengan mengaplikasikan *cordierite* sebagai katalis pada proses transesterifikasi minyak kelapa dan methanol sehingga menghasilkan produk berupa biodiesel. Surfaktan CTAB bertindak sebagai template pengarah susunan heksagonal *cordierite* dengan cara membentuk misel (Zhao *et al*, 1996). Sintesis ini diawali dengan pelarutan surfaktan CTAB ke dalam aquades, proses yang terjadi pada pelarutan ini adalah terbentuknya *surfactant micell* akibat dari interaksi surfaktan dengan air, dimana surfaktan terdiri dari kepala yang bersifat hidrofilik yang akan menuju luar bersentuhan langsung dengan air, dan ekor bersifat hidrofobik yang akan menjauhi pelarut air sehingga terbentuk *surfactant micell* seperti Gambar 2. Setelah *surfactant micell* terbentuk maka *surfactant micell* akan membentuk *micellar rod*, dan akan membentuk *hexagonal array* yang merupakan pembentukan awal dari struktur heksagonal dari aluminasilikat *cordierite* seperti pada Gambar 3.

Sampel yang dihasilkan akan disaring kemudian dikeringkan, dan dilakukan proses kalsinasi. Kalsinasi merupakan proses pemanasan pada suhu 750°C, dengan kenaikan suhu 1°C/min dilakukan secara bertahap. Proses kalsinasi ini bertujuan untuk menghilangkan senyawa organik seperti surfaktan. Hasil sintesis dilakukan analisis XRD, BET, SEM, dengan mengaplikasikan *cordierite* sebagai katalis pada

reaksi transesterifikasi. Katalis *cordierite* ini digunakan berulang sebanyak tiga kali, atau disebut batch 1, 2 dan 3 guna untuk melihat performa dari katalis tersebut terhadap konversi yang dihasilkan masing-masing batch.



Gambar 2. Proses pembentukan *surfactant- micelle*



Gambar 3. Proses pembentukan *hexagonal array*

Produk biodiesel yang dihasilkan membentuk 3 lapisan dimana lapisan paling bawah adalah lapisan yang banyak mengandung gliserol dan air, lapisan tengah adalah lapisan cairan yang banyak mengandung biodiesel serta lapisan paling atas yaitu lapisan metanol sisa yang tidak bereaksi. Pemisahan lapisan bawah dilakukan dengan menggunakan corong pemisah. Prinsip pemisahannya berdasarkan perbedaan densitas dari masing-masing cairan. Cairan yang memiliki densitas paling besar akan membentuk lapisan paling bawah dan cairan yang memiliki densitas paling kecil akan membentuk lapisan paling atas.

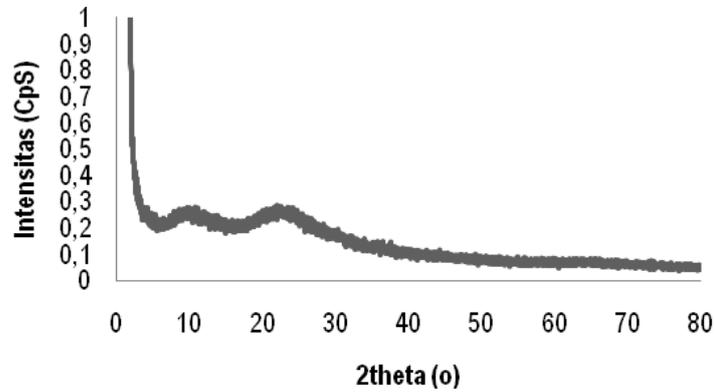
Setelah itu dilakukan proses penguapan lapisan alkohol dan air pada produk dengan cara memanaskan sampel di dalam oven pada suhu 100°C secara bertahap, setiap 30 menit sekali ditimbang sampai beratnya konstan yang bertujuan untuk menguapkan sisa metanol yang tidak bereaksi. Setelah semua metanol teruapkan, barulah dilakukan proses analisis, yang meliputi analisis penentuan bilangan sabun, bilangan asam, dan jumlah gliserol total. Dari hasil analisis yang diperoleh kemudian dapat dihitung nilai konversi yang ditabulasikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai konversi produk biodiesel

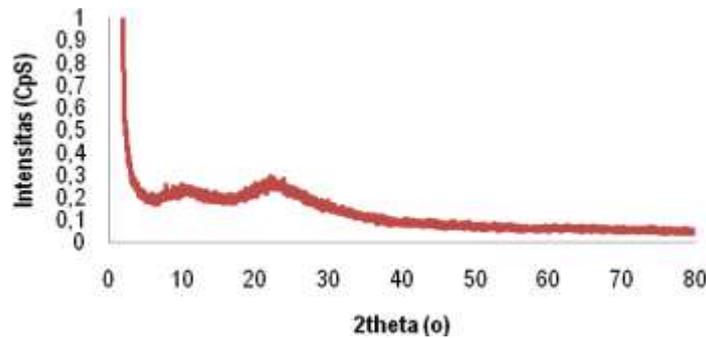
No	Berat CTAB	Batch ke-	Konversi (%)
1	0 gram	1	96,9
2		2	96,85
3		3	96,5
4	5 gram	1	96,9
5		2	96,6
6		3	96,43
7	7 gram	1	98,19
8		2	97,26
9		3	97,15
10	9 gram	1	97,17
11		2	96,83
12		3	96,26

X-ray Diffraction (XRD)

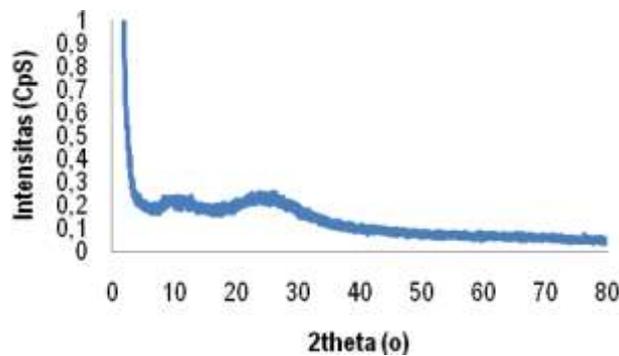
Cordierite yang dihasilkan dari proses sintesis dikarakterisasi untuk mengetahui struktur yang terbentuk yaitu dengan metode Difraksi sinar-X (XRD) yang dilakukan di Laboratorium Terpadu Universitas Islam Negeri Jakarta. Hasil analisa XRD untuk setiap run ditunjukkan pada Gambar 4 sampai Gambar 7.



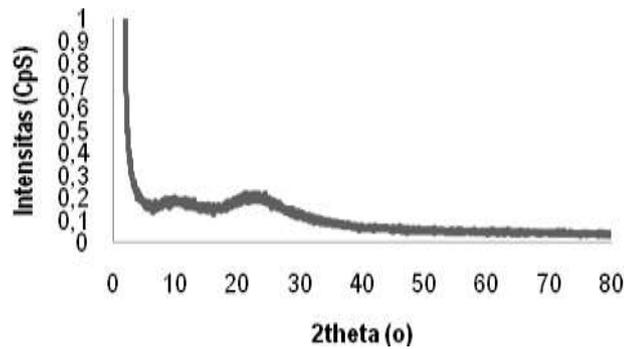
Gambar 4. Difraktogram XRD *cordierite* tanpa menggunakan CTAB



Gambar 5. Difraktogram XRD *cordierite* menggunakan CTAB 5 gram



Gambar 6. Difraktogram XRD *cordierite* menggunakan CTAB 7 gram



Gambar 7. Difraktogram XRD *cordierite* menggunakan CTAB 9 gra

Berdasarkan grafik XRD *cordierite standard* pada BAB II, terlihat bahwa terbentuk puncak utama pada 2θ $9^\circ - 10^\circ$, dan puncak lain pada $21^\circ - 22^\circ$, $26^\circ - 27^\circ$, $28^\circ - 29^\circ$. Dapat dilihat pada gambar di atas puncak tajam pada rentang $2\theta = 9^\circ - 10^\circ$ merupakan puncak karakteristik pertama yang mengindikasikan terbentuknya *cordierite*. Puncak yang terbentuk pada sampel hasil analisis adalah 2θ pada $21^\circ - 22^\circ$, $25^\circ - 26^\circ$, $28^\circ - 29^\circ$ sedangkan puncak utama pada $9^\circ - 10^\circ$ mengalami penurunan intensitas sehingga hanya terlihat puncak yang rendah, hasil XRD untuk perbedaan berat CTAB dapat dilihat pada Tabel 2- Tabel 5.

Tabel 2. XRD *cordierite* tanpa CTAB

2θ ($^\circ$)	Intensitas (CpS)
22,498	100
9,7333	86
18,96	31

Tabel 3. XRD *cordierite* dengan CTAB 5 gram

2θ ($^\circ$)	Intensitas (CpS)
22,32	100
10,23	54
12,72	23

Tabel 4. XRD *cordierite* dengan CTAB 7 gram

2θ ($^\circ$)	Intensitas (CpS)
25,38	100
10,5666	66
32,8733	15

Tabel 5. XRD *codierite* dengan CTAB 9 gram

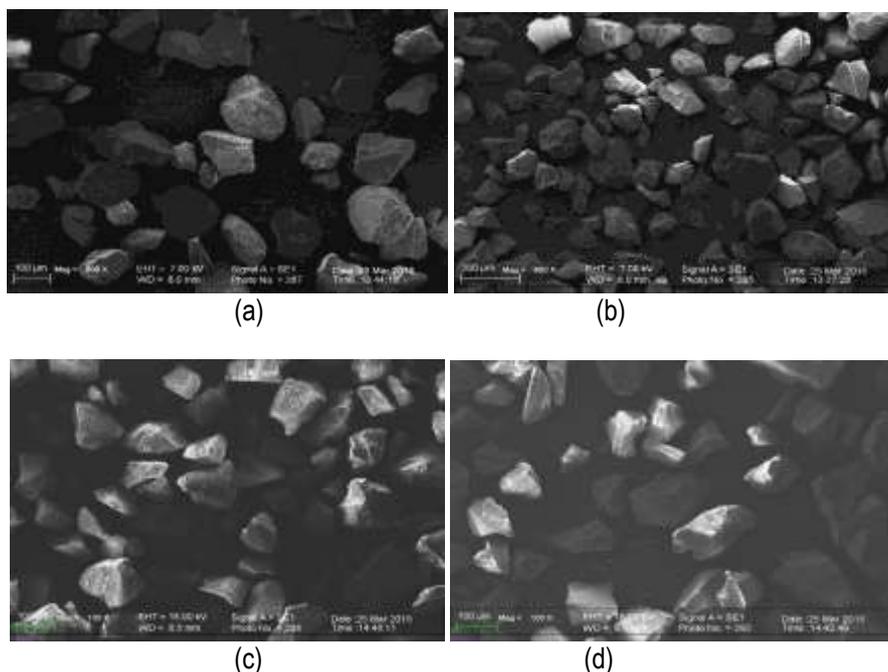
t	Intensitas (CpS)
22,82	100
9,9233	52
29,16	18

Pada Tabel 2- Tabel 5 menunjukkan bahwa pembentukan struktur *cordierite* semakin meningkat seiring dengan penambahan CTAB pada saat sintesis, namun terlihat pada penambahan CTAB 9 gram terjadi penurunan intensitas karena dan pergeseran sudut pada puncak utama, hal ini dapat disimpulkan bahwa dengan penambahan CTAB yang terlalu banyak akan mempengaruhi ke pembentukan kristal *cordierite* dan tingkat kristalinitas sehingga mengakibatkan regularitas struktur *cordierite* menurun (bertambah amorf) karena kemungkinan terjadi kerusakan parsial pada strukturnya, karena Si-O-Al dan

Si-O-Mg terasosiasi tidak stabil (Sofyan, 2012). Dari ketiga sampel yang terbentuk, sampel dengan penambahan CTAB 7 gram memiliki puncak dengan intensitas lebih tinggi.

SEM (Scanning Electron Microscopy)

Analisis SEM dilakukan di Laboratorium Jakarta, dimana analisis SEM merupakan analisis untuk mengetahui struktur morfologi permukaan dari alumina silika *cordierite* pada setiap penambahan CATB ditunjukkan pada Gambar 8. Berdasarkan Gambar 8 terlihat bahwa sampel *cordierite* berbentuk *amorf*, terbentuknya *amorf* pada sampel ini dikarenakan surfaktan (*cetyltrimethyl ammonium bromide*) hilang karena proses kalsinasi pada suhu 750 °C sehingga membentuk pori yang halus dan tidak homogen yang terdiri dari butiran-butiran kecil dengan ukuran dan bentuk partikel yang berbeda, serta terdistribusi tidak merata. Pada penambahan CTAB 9 gram yang mengakibatkan partikel terpecah kembali karena terlalu banyaknya konsentrasi CTAB yang digunakan pada proses sintesis *cordierite* yang ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Mikrostruktur *Cordierite* mesopori a) tanpa menggunakan CTAB. b) menggunakan CTAB 5 gram. c) menggunakan CTAB 7 gram, dan d) menggunakan CTAB 9 gram.

BET (Brunauer-Emmet-Tellet)

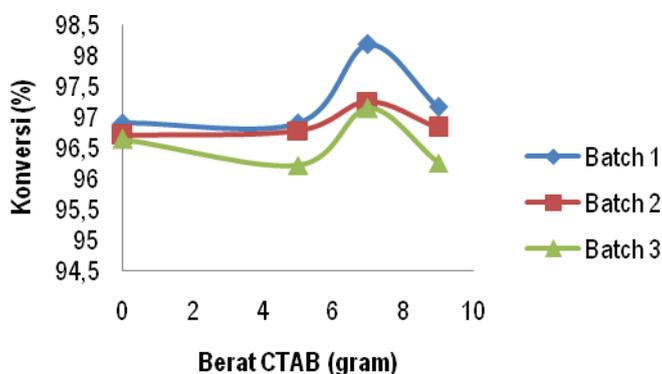
Karakteristik BET (*Brunauer-Emmet-Tellet*) dilakukan di Laboratorium Teknik Kimia ITB Bandung. Analisis dilakukan pada keempat sampel yang telah disintesis (Tabel 6). Pada Tabel 6 menunjukkan hasil analisis adsorpsi-desorpsi nitrogen yang didapat yaitu bahwa keempat sampel *cordierite* termasuk ke dalam ukuran mesopori (2-50nm) sehingga tujuan membuat *cordierite* dengan menambahkan CTAB ini terpenuhi, karena reaktan yang digunakan adalah metanol dengan ukuran molekul sebesar 0,38-0,41 nm [9] dan trigliserida 2-4 nm. Dilihat dari ukuran molekul kedua reaktan yang dipakai dapat disimpulkan bahwa reaksi dapat terjadi di dalam pori dan teradsorpsi di permukaan luar maupun dalam *cordierite*. Namun untuk luas permukaan dan volume pori kecil sehingga reaktan yang bereaksi di dalam pori dan teradsorpsi di permukaan luar maupun dalam *cordierite* hanya sedikit.

Tabel 6. Hasil analisis BET (*Brunauer-Emmet-Tellet*)

t	Surface area (m ² /g)	Diameter pori ()	Total volume pori (cc/g)
0	93,765	141,23	0,3311
5	142,765	163,212	0,5825
7	303,957	76,5	0,5813
9	282,490	80,28	0,567

Pengaruh Berat CTAB yang Dipakai saat Sintesis *Cordierite* terhadap Konversi

Katalis *cordierite* mampu mempercepat reaksi transesterifikasi. Namun, menurut Normarita yang dikutip dari penelitian Prajanto (2007) (Xu *et al* , 2007) penggunaan katalis dalam periode waktu tertentu dapat menyebabkan penurunan aktivitas katalis hingga akhirnya terdeaktivasi. Berikut ini dapat dilihat grafik pengaruh berat CTAB yang dipakai saat sintesis *cordierite* dan jumlah reaktor *batch* terhadap konversi yang dihasilkan.



Gambar 9. Grafik Pengaruh Berat CTAB dan Jumlah Reaktor *Batch* terhadap Konversi

Gambar 9 menunjukkan bahwa pada sintesis *cordierite* menggunakan CTAB 7 gram menghasilkan konversi terbaik dibandingkan dengan sintesis *cordierite* yang lainnya, hal tersebut dapat dilihat pada Tabel 6. Pada sintesis *cordierite* tanpa menggunakan CTAB memiliki diameter pori 141,23Å (14,123 nm), *surface area* 93,765 m²/g dan total volume pori 0,3311 cc/g menghasilkan konversi 96,9%. Untuk sintesis *cordierite* menggunakan CTAB 5 gram memiliki diameter pori 163,212Å (16,3212 nm), *surface area* 142,765 m²/g dan total volume pori 0,5825 cc/g menghasilkan konversi 96,9% sedangkan untuk sintesis *cordierite* menggunakan CTAB 7 gram memiliki diameter pori 76,5Å (7,65 nm), *surface area* 303,957 m²/g dan total volume pori 0,5813 cc/g menghasilkan konversi 98,19%.

Kemudian untuk sintesis *cordierite* menggunakan CTAB 9 gram memiliki diameter pori 80,28Å (8,028 nm), *surface area* 282,490 m²/g dan total volume pori 0,567 cc/g menghasilkan konversi 97,17%. Bisa dilihat bahwa pada sintesis menggunakan CTAB 7 gram menghasilkan konversi terbaik, hal ini ditunjukkan pada diameter pori, *surface area* dan total volume pori yang dimiliki *cordierite* hasil sintesis menggunakan CTAB 7 gram. Diameter pori *cordierite* ini lebih ideal walaupun semua sampel *cordierite* hasil sintesis ini dapat mereaksikan reaktan pada proses transesterifikasi di dalam pori karena reaktan yang digunakan adalah metanol dengan ukuran molekul sebesar 0,38-0,41 nm (Xu *et al* , 2007) dan trigliserida 2-4 nm. Walaupun demikian *cordierite* dengan menggunakan CTAB 7 gram ini memiliki *surface area* yang sangat luas dan memiliki total volume pori yang lumayan besar pula, sehingga reaksi dapat terjadi di dalam pori dan teradsorpsi di permukaan luar maupun dalam *cordierite*. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa *cordierite* yang menggunakan CTAB 7 gram memiliki situs aktif yang sangat banyak untuk mereaksikan kedua reaktan (metanol-minyak kelapa) pada proses transesterifikasi.

Pengaruh Jumlah Reaktor *Batch* terhadap Konversi

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa pada reaktor *batch* pertama untuk masing-masing variasi berat CTAB mampu menghasilkan nilai konversi terbaik dibandingkan dengan konversi yang dihasilkan pada reaktor *batch* kedua dan ketiga. Namun demikian secara umum dari grafik terlihat bahwa konversi mengalami penurunan dengan penambahan jumlah reaktor *batch* sehingga *codierite* cocok untuk digunakan sebagai katalis pada reaksi transesterifikasi.

Sintesis *cordierite* tanpa menggunakan CTAB, pada reaktor *batch* pertama memberikan konversi sebesar 96,9%. Kemudian pada reaktor *batch* kedua, konversi menurun menjadi 96,85% atau terjadi penurunan konversi sebesar 0,05%. Begitu pula pada reaktor *batch* ketiga, konversi menurun menjadi 96,5% atau terjadi penurunan konversi sebesar 0,35%.

Hal yang sama juga terjadi untuk sintesis *cordierite* menggunakan CTAB 5 gram, pada reaktor *batch* pertama memberikan konversi sebesar 96,9%. Kemudian pada reaktor *batch* kedua, konversi menurun menjadi 96,6% atau terjadi penurunan konversi sebesar 0,3%. Begitu pula pada reaktor *batch* ketiga, konversi menurun menjadi 96,43% atau terjadi penurunan konversi sebesar 0,17%.

Begitu pula untuk sintesis *codierite* menggunakan CTAB 7 gram, pada reaktor *batch* pertama memberikan konversi sebesar 98,19%. Kemudian pada reaktor *batch* kedua, konversi menurun menjadi 97,26% atau terjadi penurunan konversi sebesar 0,93%. Begitu pula pada reaktor *batch* ketiga, konversi menurun menjadi 97,15% atau terjadi penurunan konversi sebesar 0,11%.

Kemudian untuk sintesis *codierite* menggunakan CTAB 9 gram, pada reaktor *batch* pertama memberikan konversi sebesar 97,17%. Kemudian pada reaktor *batch* kedua, konversi menurun menjadi 96,83% atau terjadi penurunan konversi sebesar 0,34%. Begitu pula pada reaktor *batch* ketiga, konversi menurun menjadi 96,26% atau terjadi penurunan konversi sebesar 0,57%.

Penurunan konversi ini terjadi karena bertambahnya waktu penggunaan katalis sebagai akibat dari adanya penambahan reaktor *batch*. Semakin lama katalis digunakan, semakin berkurang pula situs aktif katalis yang dapat digunakan sebagai tempat berlangsungnya reaksi sehingga akan lebih sedikit reaktan yang bereaksi.

Penurunan konversi yang diperoleh dari masing-masing *batch* tidak terlalu signifikan, hal ini tidak dapat dikatakan bahwa katalis tersebut mengalami deaktivasi karena pada proses transesterifikasi katalis tidak terdapat pengotor karena minyak kelapa yang dipakai pada proses ini didapat dari pasar yang telah melewati tahap pemurnian, dan penggunaan katalis pada proses *batch* ini juga tidak memakan waktu yang lama sehingga katalis ini tidak mengalami *attrition* (aus karena pemakaian yang lama). Sehingga, katalis ini sangat cocok digunakan untuk proses transesterifikasi secara *batch*.

SIMPULAN

Simpulan yang didapat dari penelitian ini adalah berat CTAB yang digunakan saat sintesis *cordierite* mempengaruhi banyak atau sedikitnya situs aktif *cordierite* sebagai katalis pada reaksi transesterifikasi. Terlalu banyaknya CTAB yang digunakan saat sintesis *cordierite*, maka dapat mengurangi situs aktif katalis saat proses transesterifikasi dan berpengaruh pada konversi biodiesel. Performa katalis ini sangat bagus untuk digunakan saat proses transesterifikasi dengan reaktor *batch*, karena penurunan konversi yang tidak terlalu signifikan dapat dikatakan bahwa katalis tersebut tidak terdeaktivasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Danny W, Yuanita I, Anggorowati AA, Ismadji S, 2004. Sintesa Nanoporus Material MCM-41. Universitas Katholik Widya Mandala. Surabaya.
- Direktorat Jendral Industri Agro dan Kimia Departemen Perindustrian Jakarta. 2009. Roadmap industry Pengolahan Kelapa. Jakarta.
- Sofyan IGG. 2012. Sintesis dan Karakterisasi Bahan Keramik *cordierite* dari Sekam Padi. Universitas Negeri Semarang. Semarang.

Taharuddin, Tua M, dan Silalahi N. 2010. Cordierite sebagai Katalis Heterogen pada Metanolisis Minyak Kelapa (Coconut Oil). Seminar Rekayasa Kimia dan Proses, ISSN: 1411 – 4216 Universitas Diponegoro. Semarang.

Tim Sekretariat MAPI. 2006. Teknologi Proses Pengolahan Minyak Kelapa. Jakarta.

Xu R, Pang W, Yu J, Huo Q and Chen J. 2007. Chemistry of Zeolites and Related Porous Materials hal. 468-482. A Willey Interscience Publication, John Willey and Sons, New York.

Zajdlewicz, JD. 2001. Clean Cities-Alternative fuel Information Series, USA.

Zhao XS, Lu GQM, Millar GJ, 1996. Advances in mesoporous molecular sieve MCM-41, Ind. Eng. Chem. Res. 35 (2075–2090).