



PENGARUH PENAMBAHAN KARBON AKTIF DARI ARANG TEMPURUNG KELAPA TERHADAP KARAKTERISTIK KERAMIK *CORDIERITE* ($2\text{MgO}\cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 5\text{SiO}_2$) BERPORI SEBAGAI BAHAN FILTER GAS BUANG

Mutia Amalia dan U. Simarmata*

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan, Indonesia

Diterima Oktober 2014; Disetujui November 2014; Dipublikasikan Desember 2014

Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang pengaruh penambahan karbon aktif terhadap karakteristik keramik *cordierite* berpori sebagai bahan filter gas buang kendaraan bermotor. Pengarangan tempurung kelapa menggunakan *furnace* pada suhu 700°C , aktivasi karbon dari arang tempurung kelapa dilakukan secara kimia melalui perendaman dalam larutan pengaktif NaOH konsentrasi 1,5% selama 2 jam. Pencampuran bahan baku MgO, Al_2O_3 dan SiO_2 menggunakan *Planetary Ball Mill* selama 2 jam, pengayakan hingga lolos 200 Mesh. Suhu kalsinasi yaitu 1100°C dengan persentase penambahan aditif berturut-turut 20%, 25%, dan 30%. Keramik dibuat dengan metode pencetakan *slip casting*. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa terdapat korelasi yang signifikan antara penambahan karbon aktif dengan karakteristik keramik *cordierite* berpori dan daya absorpsi gas buang dari kendaraan bermotor. Keramik dengan aditif 20%, 25% dan 30% berturut-turut menghasilkan densitas $0,83\text{ gr/cm}^3$, $0,74\text{ gr/cm}^3$, $0,69\text{ gr/cm}^3$, porositas 45%, 52%, 68%, kekerasan 1156,4 MPa, 1075,06 MPa, 938,84 MPa, kekuatan tekan $1,44 \cdot 10^5\text{ Pa}$, $1,21 \cdot 10^5\text{ Pa}$, $0,91 \cdot 10^5\text{ Pa}$ dan dapat mengabsorpsi gas buang CO sebesar 14%, 29%, dan 25%, gas HC sebesar 3,39%, 5%, dan 5,08%, serta gas CO_2 sebesar 0%, 33% dan 33%. Komposisi terbaik yang dihasilkan adalah dengan aditif 25%.

Kata Kunci: Karbon Aktif, Keramik *Cordierite* Berpori, Metode *Slip Casting*, Filter Gas Buang.

How to Cite: Mutia Amalia dan U. Simarmata, (2015), Pengaruh Penambahan Karbon Aktif Dari Arang Tempurung Kelapa Terhadap Karakteristik Keramik *Cordierite* ($2\text{MgO}\cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 5\text{SiO}_2$) Berpori Sebagai Bahan Filter Gas Buang, *Jurnal Einstein Prodi Fisika FMIPA Unimed*, 3 (1): 42-47.

*Corresponding author:

E-mail : mutiaamalia9@gmail.com

p-ISSN : I2338 - 1981

PENDAHULUAN

Gas buang dari kendaraan bermotor merupakan salah satu polutan yang menjadi masalah serius serta perlu dipikirkan solusinya. Salah satu alternatif untuk mengurangi polusi lingkungan adalah penggunaan filter sehingga lingkungan bebas dari polusi. Gas buang dihasilkan dari ruang bakar (tungku pembakaran) maupun kendaraan bermotor, memiliki suhu cukup tinggi sekitar: (400 – 800)°C. Di samping suhu yang tinggi juga banyak mengandung partikel-partikel halus (debu), partikel karbon aktif, gas CO, CO₂, SO₂, NO_x dan lain-lainnya. Filter mampu menangkap debu halus, partikel karbon aktif dan membutuhkan material berpori, kuat, stabil, tahan suhu tinggi, tahan abrasi/korosi dan mudah dibersihkan. Produk filter gas buang beredar di Indonesia masih di impor dari Jepang, Amerika dan Australia. Oleh karena itu perlu dikuasai teknologinya agar dapat dilakukan substitusi impor akan kebutuhan filter gas buang. (Sebayang, 2007)

Keramik berpori adalah keramik yang sengaja dibuat mempunyai rongga-rongga kecil yang dapat dirembesi oleh fluida (porinya ~ 30–70%) dan berfungsi sebagai media filter. Keramik cordierite berpori ini relatif lebih tahan terhadap perubahan suhu tinggi, korosi dan kontaminasi bahan lain, sehingga dapat digunakan sebagai media filter, antara lain air limbah, gas buang, penuangan logam cair (seperti timah) dan lainnya. Kualitas suatu produk keramik berpori sangat ditentukan oleh jenis, komposisi, ukuran partikel, dan suhu sinteringnya (Sebayang, 2009).

Cordierite merupakan keramik oksida dengan formula: 2MgO.2Al₂O₃.5SiO₂ dapat digunakan sebagai filter gas buang. Dasar pemilihan material ini, karena cukup stabil sampai suhu 1300°C, kekuatan mekanik tinggi, koefisien ekspansi termal rendah dan tahan terhadap korosi/abrasi. *Cordierite* tidak terdapat di alam, tetapi dapat disintesa dari reaksi padatan oksida-oksida: MgO, Al₂O₃, dan SiO₂. Sumber

MgO diperoleh dari batuan magnesit MgCO₃ atau dolomite. Al₂O₃ dari alumina/bauksit atau kaolinit, dan SiO₂ dari pasir silika. Deposit dari bahan-bahan alam tersebut cukup banyak tersedia di bumi Indonesia, dan belum termanfaatkan secara optimal. Penggunaan keramik berpori antara lain terdapat pada substrat mikroba pada system penjernih air, media katalis pada industri yang mempergunakan proses kimia, saringan dan pemisah pada system pengecoran logam, filter gas pada cerobong gas buang, dan lain-lain (Sebayang, 2009).

Karbon aktif memiliki luas permukaan yang berkisar antara 300 hingga 2000 m²/gram dan ini berhubungan dengan struktur pori internal yang menyebabkan karbon aktif memiliki sifat sebagai absorben (Salamah, 2008). Karbon aktif dapat mengabsorpsi gas dan senyawa kimia tertentu. Besar absorpsi yang dilakukan karbon aktif bergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan. Daya serap karbon aktif sangat besar, yaitu 25 hingga 1000% berat karbon aktif (Salamah, 2008).

Karbon aktif dapat dibuat menggunakan bahan-bahan organik. Bahan baku yang umum digunakan untuk membuat karbon aktif berasal dari senyawa-senyawa organik seperti tempurung kelapa, arang tempurung kelapa, tongkol jagung, serbuk gergaji, dan lain-lain. Selain itu, juga terdapat bahan baku yang berasal dari hewan, tumbuh-tumbuhan, limbah atau mineral yang diberikan perlakuan khusus untuk menghasilkan karbon aktif (Sari, 2012)

METODE PENELITIAN

Prosedur untuk menghasilkan serbuk *cordierite*, yaitu dengan mencampur dan menggiling ketiga bahan baku (MgO, Al₂O₃ dan SiO₂) di dalam ball mill selama 1 jam. Pada saat menggiling ditambahkan air sebanyak 1:1 (volume) dan diisikan kedalam *ball mill* dengan syarat betas maksimum volume yang diisikan tidak lebih dari 2/3 volume ball mill. Setelah proses penggilingan selesai maka

dilakukan pengeringan serbuk di dalam oven pada suhu 110°C selama 24 jam. Dilanjutkan dengan pengayakan hingga lolos ayakan 200 mesh. Serbuk tersebut kemudian dikalsinasi pada suhu 1100°C untuk mendapatkan *fasa cordierite*. Penentuan suhu kalsinasi diperoleh dari eksperimen awal (penelitian sebelumnya).

Proses pembuatan arang aktif ini dilakukan dengan:

1. Tahapan aktivasi arang tempurung kelapa menggunakan metode gabungan kimia (merendam dengan larutan pengaktif NaOH)
2. Perendaman selama 4 jam.
3. Pemanasan pada suhu 700°C selama 4 jam .
4. Mencuci arang hasil aktivasi dengan aquades dan pengeringan di dalam oven.
5. Penghalusan karbon aktif dengan sampai ukuran 100 mesh.

Pembuatan keramik berpori dengan basis utamanya adalah serbuk *cordierite*, kemudian dicampur dengan karbon aktif dari arang tempurung kelapa yang telah digerus hingga lolos ayakan 100 mesh menggunakan *mixer* selama 30 menit. Bahan yang telah dicampur tersebut diaduk hingga rata , dicetak dengan cara cetak tuang (*slip casting*) dengan menggunakan bahan dari moulding dari gypsum, dikeringkan dan terakhir disinter.

Tabel 1. Komposisi dan dari pembuatan keramik *cordierite* dengan aditif arang tempurung kelapa.

komposisi (% berat)		Kode sampel
<i>Cordierite</i>	Arang tempurung kelapa	
80	20	A
75	25	B
70	30	C

Komposisi kimia serbuk <i>Cordierite</i> , MgO, Al ₂ O ₃ dan SiO ₂ (dalam % berat)		
MgO = 14	Al ₂ O ₃ = 34	SiO ₂ = 52

Untuk membuat benda uji, sampel dibuat ke dalam bentuk pellet untuk

pengujian sifat mekanik dan bentuk silinder untuk pengujian absorbs gas buang kendaraan bermotor. Adapun pengujian-pengujian yang akan dilakukan adalah uji densitas, porositas, kekerasan, kekuatan tekan, SEM dan uji absorpsi gas buang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan pengamatan dan pengukuran terhadap sampel dengan persamaan (2.1) untuk kerapatan (densitas) dan persamaan (2.2) untuk porositas maka diperoleh hasil seperti di bawah ini.

Untuk nilai kerapatan (densitas) setiap kenaikan 5% aditif perubahan densitas cenderung menurun. Hasil data menunjukkan untuk aditif 20%, 25% dan 30%, nilai densitas berturut-turut adalah 0,83, 0,74 dan 0,69 gr/cm³. Artinya bahwa penambahan aditif berbanding terbalik dengan densitas.

Gambar 1. Grafik Perubahan Densitas Terhadap Penambahan Aditif Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa

Untuk nilai porositas bahwa penambahan aditif berbanding lurus dengan penambahan porositas. Pada suhu sekitar 900° – 1000 ° C karbon aktif yang berasal dari tempurung kelapa (bahan organik) menguap dan meninggalkan jejak pori pada keramik. Hal ini sejalan dengan peran karbon aktif dari tempurung kelapa sebagai pembentuk pori. Nilai porositas meningkat seiring dengan penambahan persentase aditif terhadap keramik berpori.

Gambar 2. Grafik Perubahan Porositas Terhadap Penambahan Aditif Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa

Hasil uji kekerasan diperlihatkan pada gambar 2 menunjukkan bahwa kekerasan keramik *cordierite* semakin menurun dengan bertambahnya bahan aditif. Artinya bahwa kekerasan berbanding terbalik terhadap penambahan aditif. Grafik kekerasan keramik *cordierite* diperlihatkan sebagai berikut :

Gambar 3. Grafik Perubahan Kekerasan Terhadap Penambahan Aditif Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa

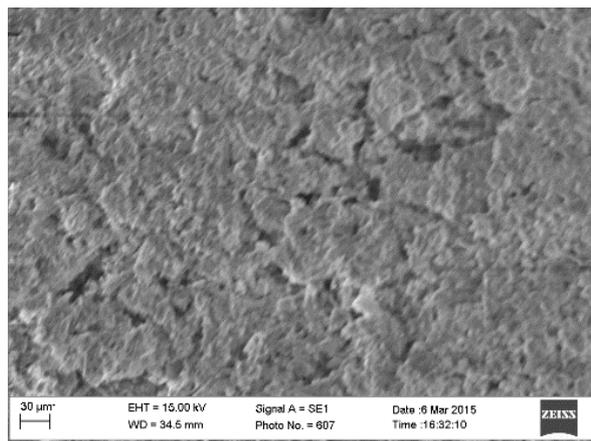
Dilihat dari grafik hubungan persentase penambahan aditif karbon aktif terhadap kekerasan keramik penambahan karbon aktif yang semakin besar cenderung menurunkan nilai kekerasan yang diperoleh. Penambahan aditif karbon aktif yang berperan sebagai pembentuk pori pada keramik *cordierite* membuat pori pada keramik bertambah seiring dengan penambahan aditif. Jumlah pori yang meningkat akan mempengaruhi kekerasan pada keramik. Semakin banyak pori yang terbentuk mengakibatkan keramik yang dibuat semakin rapuh sehingga nilai kekerasannya menurun seiring dengan penambahan karbon aktif.

Hasil uji kekuatan tekan diperlihatkan pada gambar 3. menunjukkan bahwa kekuatan tekan keramik *cordierite* semakin menurun dengan bertambahnya bahan aditif. Artinya bahwa kekuatan tekan berbanding terbalik terhadap penambahan aditif. Grafik kekuatan tekan keramik *cordierite* diperlihatkan sebagai berikut :

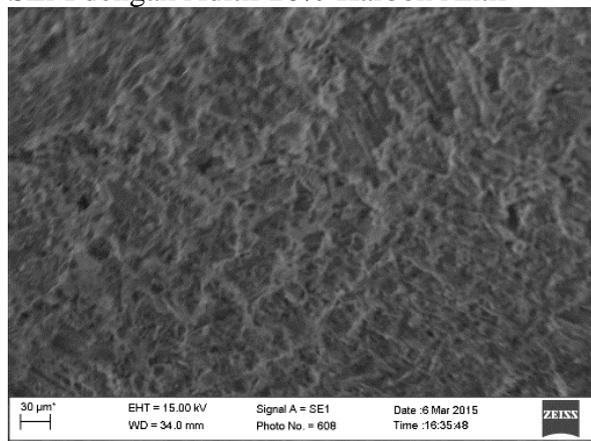
Gambar 4. Grafik Perubahan Kekuatan Tekan Terhadap Penambahan Aditif Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa

Dari Grafik pada gambar 4 menunjukkan bahwa kekuatan keramik *cordierite* berpori mengalami penurunan seiring dengan penambahan aditif karbon aktif. Bertambahnya persentase penambahan aditif ini pada keramik tentu mengakibatkan keramik menjadi lebih rapuh sehingga kekuatannya terhadap tekanan juga menurun.

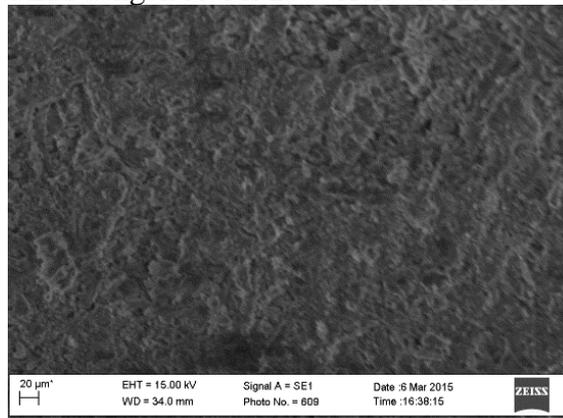
Hasil foto permukaan keramik *cordierite* yang diperlihatkan oleh *Scanning Electron Microscopy* (SEM) spesifikasi dengan perbesaran untuk ketiga sampel.



Gambar 5. Foto Permukaan Menggunakan SEM dengan Aditif 20% Karbon Aktif



Gambar 6. Foto Permukaan Menggunakan SEM dengan Aditif 25% Karbon Aktif



Gambar 7. Foto Permukaan Menggunakan SEM EVO M-10 dengan Aditif 30% Karbon Aktif

Untuk melihat gambar permukaan dari keramik yang telah dibuat, dilakukan pengujian *Scanning Electron Microscopy* (SEM) yang dilakukan di Laboratorium Fisika Universitas Negeri Medan. SEM yang digunakan adalah SEM dengan merk Zeiss spesifikasi EVO M-10. Dari gambar foto SEM di atas memperlihatkan bahwa

bentuk permukaan keramik *cordierite* adalah tidak beraturan dengan ukuran pori berkisar antar 10-100 µm dengan distribusi yang tidak merata. Gambar permukaan keramik dengan aditif 20% karbon aktif terlihat lebih terang dan cenderung terlihat banyak pori yang menumpuk tidak merata. Sedangkan untuk keramik dengan aditif karbon aktif sebesar 25% menunjukkan persebaran pori lebih merata dan permukaannya terlihat seragam. Pada keramik dengan aditif 30% karbon aktif foto permukaan keramik lebih gelap dan permukaannya tidak seragam. Dari gambar diatas dapat dilihat kondisi terbaik dari ketiga sampel yaitu pada penambahan 25 % karbon aktif karena distribusi pori lebih merata dan relatif sama.

Hasil pengujian absorpsi gas buang ditunjukkan oleh tabel 3.1.

Tabel 2. Tabel Hasil Pengukuran Uji Emisi Gas

ADITIF (%)	TANPA FILTER			DENGAN FILTER			HASIL (%)		
	CO (%)	HC (ppm)	CO ₂ (%)	CO (%)	HC (ppm)	CO ₂ (%)	CO	HC	C O
20	0,07	59	0,3	0,06	57	0,3	14	3,39	0
25	0,07	60	0,3	0,05	57	0,2	29	5,00	3
30	0,08	59	0,3	0,06	56	0,2	25	5,08	3

Dari hasil pengukuran uji emisi gas didapatkan data untuk penambahan aditif 20% karbon aktif terhadap daya absorpsi gas CO, HC, dan CO₂ berturut-turut adalah 14%, 3,39% dan 0%. Artinya bahan dapat menyerap gas buang berupa CO dan HC dengan persentase yang cukup besar. Namun, untuk gas CO₂ tidak ada pengurangan. Sementara, untuk penambahan aditif sebanyak 25% dapat mengabsorpsi gas CO, Hc, dan CO₂ masing-masing sebesar 29%, 5% dan 33%. Sedangkan untuk 30% aditif gas CO, HC, dan CO₂ mampu diserap sebanyak 25%, 5,08% dan 33%.

Dari ketiga data di atas, komposisi yang paling baik untuk penyerapan gas radikal CO adalah dengan penambahan

25% aditif karbon aktif. Sedangkan untuk penyerapan gas radikal HC dan CO₂ adalah dengan penambahan 30% aditif karbon aktif.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap sampel keramik *cordierite* berpori dengan pemberian aditif karbon aktif 20% - 30% dan suhu sintering 1100°C, disimpulkan bahwa :

1. Terdapat hubungan yang berbanding lurus antara penambahan karbon aktif dengan nilai porositasnya. Densitas cenderung mengalami penurunan dengan penambahan aditif karbon aktif.
2. Sifat mekanik keramik, kekerasan dan kekuatan tekan mengalami penurunan seiring dengan penambahan karbon aktif yang disebabkan oleh pori yang semakin banyak pada setiap penambahan aditif karbon aktif.
3. Penyerapan (absorpsi) gas buang kendaraan bermotor CO, CO₂, dan HC sebanding dengan penambahan aditif karbon aktif dan banyaknya pori (porositas) pada keramik *cordierite* berpori.
4. Persentase berkurangnya gas radikal yang berasal dari kendaraan bermotor yang dilewatkan melalui keramik *cordierite* berpori mengalami peningkatan sebanding dengan penambahan aditif karbon aktif.

SARAN

1. Sebaiknya proses kalsinasi serbuk *cordierite* dan suhu sintering keramik yang telah dicetak di atas 1100°C. Hal ini dikarenakan semakin tingginya suhu pembakaran akan meningkatkan sifat mekanik seperti kekerasan dan kuat tekan sebab dalam aplikasinya sebagai filter gas buang harus tahan terhadap getaran.
2. Sebaiknya filter gas yang dibuat harus lebih panjang sehingga lebih banyak gas buang yang menyentuh

permukaan keramik sehingga daya absorpsi gas buangnya yang maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Salamah, Siti. 2008. *Pembuatan Karbon Aktif Dari Kulit Buah Mahoni Dengan Perlakuan Perendaman Pada Larutan KOH*. Program Studi Teknik Kimia. Universitas Ahmad Dahlan.
- Sari, Ervina Purnama, 2012, Pengaruh Aditif Arang Batok Kelapa terhadap Densitas dan Porositas Membran Keramik berbasis Zeolit dan Tanah Lempung, *Seminar Nasional Fisika*,68-71.
- Sebayang, P, Muljadi., Ginting, Masno., Deni, S.K., 2007, Pengaruh Penambahan Serbuk Kayu Terhadap Karakteristik Keramik *Cordierite* Berpori Sebagai Bahan Filter Gas Buang, *Himpunan Fisika Indonesia*, Vol.7.25-30
- Sebayang, P., Muljadi., Ginting, Masno., Deni, S.K., 2009, Pembuatan Bahan Filter Keramik Berpori Berbasis Zeolit Alam Dan Arang Sekam Padi, *Himpunan Fisika Indonesia*, Vol.32.99-105