

SUBSTITUSI SEKAM PADA TANAH LIAT UNTUK MEMBUAT KERAMIK BERPORI SEBAGAI MATERIAL RUANG BAKAR BIOETANOL

Ngafwan¹

¹ Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Pabelan Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura 57102 Telp 0271 717417
Email: ngafwan@ums.ac.id

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bentuk struktur mikro pada permukaan keramik yang berpori dan debit alir bioetanol pada media keramik berpori pada saat proses pembakaran. Metode penelitiannya adalah menggunakan Tanah liat (clay) dicampur secara merata dengan sekam padi yang dimixer dengan ukuran 100 mesh selanjutnya dijadikan material keramik, komposisi campuran menggunakan fraksi volume 10% ; 20%; 30%; 40% sekam padi, kemudian dilakukan uji struktur mikro dan debit alir bioetanol, aliran bioetanol yang masuk keramik berpori melalui selang kecil yang diberi tekanan dengan cara memberi energy potensial dengan ketinggian 50 cm; 100 cm; 150 cm, uji debit aliran bioetanol dilakukan dengan cara aliran bebas dan aliran melalui keramik berpori. Hasil uji struktur mikro pada permukaan keramik yang telah dilakukan pembakaran nampak pori-pori yang kepadatannya sebanding dengan nilai fraksi volume sekam padi. Hasil uji pada aliran bebas adalah 10,709 ml/men; 148,368 ml/men; 434,783 ml/men. Hasil pada aliran yang menggunakan keramik berpori adalah ⁽¹⁾ 0,326 ml/men; 0,590 ml/men; 0,748 ml/men untuk fraksi volume 10% sekam; ⁽²⁾ 0,439 ml/men; 0,827 ml/men; 1,094 ml/men untuk fraksi volume sekam 20%; ⁽³⁾ 0,450ml/men; 0,906 ml/men; 1,577ml/men untuk fraksi folumen 30%, ⁽⁴⁾ 0,763 ml/men; 1.302 ml/men; 2,488 ml/men untuk fraksi volume 40 %.

Kata kunci: debit aliran ; keramik berpori ; sekam.

Pendahuluan

Berbagai cara dan pengaturan pembakaran bioetanol telah dilakukan untuk memenuhi kebutuhan energi, cara-cara dan pengaturan yang telah dilakukan masih banyak kekurangannya terutama untuk nyala api yang kecil dan untuk bioetanol kadar rendah misal 40%, agar permasalahan ini ada solusinya maka pada riset ini dikembangkan material yang dapat membatasi hambatan aliran bioetanol sehingga aliran dapat diatur, dan material yang dapat berfungsi sebagai alat yang digunakan pembakaran.

Pada riset ini pembuatan pori-pori pada keramik dilakukan dengan cara mensubstitusi sekam secara merata pada tanah liat bahan keramik, pada saat dilakukan pembakaran maka sekam terbakar yang berakibat terjadinya rongga-rongga pada keramik yang berfungsi sebagai pori-pori, keutamaan dari pori-pori ini adalah untuk mengalirkan bioetanol secara kontinu ke permukaan keramik yang dipakai untuk pembakaran bioetanol sehingga dapat mampu untuk membakar bioetanol dengan baik. Jika bioetanol yang dipakai mempunyai kadar air tinggi misal 40% maka sangat dimungkinkan adanya sisa bioetanol yang tidak terbakar yang dapat mengganggu proses pembakaran, dengan menggunakan adanya pori-pori pada material maka bioetanol sisa pembakaran dapat mengalir secara kontinu.

Tinjauan Pustaka

Keramik alumina dibuat dengan proses *reaction bonding* dengan campuran serbuk aluminium (Al) berbentuk *flakes* (pipih) dan α -Al₂O₃ yang ditambahkan 30% berat tepung jagung. Kemudian dipanasi pada temperatur 1000-1400oC. Tambahan tepung jagung dimaksudkan untuk pembentuk pori menyediakan jalan bagi O₂ udara untuk mengoksidasi serbuk Al menjadi Al₂O₃. Hasil *reaction bonding* menunjukkan tidak adanya penyusutan (*zero shrinkage*) pada aluminium oksida. (Juliana Anggono, 2008).

Porositas pada keramik ditentukan oleh temperatur sintering dan jumlah karbon sekam padi yang disubstitusikan (Mustikasari, Rinta, 2011). Substitusi tepung jagung dan tepung tapioca pada suspensi alumina dalam air yang kemudian dicetak dengan proses slip casting untuk membuat keramik alumina berpori, hasil uji menunjukkan bahwa jumlah dan ukuran pori-pori bergantung pada karakteristik awal tepung yang ditambahkan, sampel tahap pra-sinter (1000? C) menunjukkan partikel alumina mulai terjadi ikatan antar partikel dan semua tepung menghasilkan pori-pori. Tahap sinter (1600? C) menunjukkan pori-pori pada sampel dengan penambahan tepung tapioka lebih besar dibandingkan tepung jagung, Ika Yuni Astuti (2006).

Pembuatan keramik berpori dari bahan keramik dengan komposisi feldspar 20%, kaolin 30%, clay 15%, serta kuarsa 20%, ditambah dengan bahan aditif sekam padi sebanyak 15%. Kemudian proses sintering dilakukan dengan menggunakan variasi suhu 1000 °C, 1100 °C, dan 1250°C. Hasil uji menunjukkan semakin besar suhu sintering, nilai porositasnya semakin kecil, kuat tekan semakin besar, Astuti, Ika Yuni (2011).

Dasar Teori

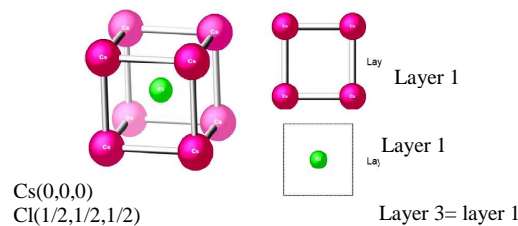
Perbandingan Fasa keramik dan Bukan keramik

Fasa keramik mempunyai struktur kristalin, tidak banyak memiliki elektron bebas, elektron-elektron pada keramik dibagi dengan dengan atom-atom yang berdekatan dalam ikatan kovalen. Elektron tersebut berpindah dari atom satu ke atom yang lainnya membentuk ikatan ion, sehingga atom terionisir dan bermuatan. Ikatan ionik menyebabkan bahan keramik mempunyai stabilitas yang relatif tinggi (Vblack, 1985). Elektron bebas pada keramik hanya sedikit sehingga keramik tembus cahaya (bila tipis) dan penghantar panas yang buruk, keramik memiliki titik cair yang lebih tinggi dan tahan terhadap perubahan-perubahan kimia dibandingkan dengan logam. Komposit matrik keramik sebagai salah satu material yang terus menerus dikembangkan dan disempurnakan sifat-sifatnya merupakan bahan alternatif pengganti logam yang potensial. Alasan utama untuk mengembangkan komposit matrik keramik adalah karena kemampuannya untuk memberikan sifat yang bisa diaplikasikan pada aplikasi temperature tinggi. Karakteristik material keramik dipengaruhi oleh temperatur proses, waktu tahan, prosentase magnesium dan volume fraksi penguat dan volume fraksi serat .

Struktur Kristal Keramik

Pada material keramik secara kimia (chemistry) bahan yang terdiri dari berbagai unsure bercampur saling mengikat membentuk berbagai jaringan pengikat yang saling bertautan yang relative teratur dan tidak saling berenggangan/ putus. Dimana pada kondisi ini padat material keramik komposit akan menghasilkan nilai koefisien yang sangat tinggi. Sebagai contoh Struktur atom Celcium Clorida - $CsCl$

$CsCl$ adalah suatu contoh bersifat ion [yang] chlorine ion siap membentuk suatu struktur [yang] berbentuk kubus sederhana celsium ion yang (mana) di pusat dari berbentuk kubus



Gbr .1. Struktur atom Celcium Clorida - $CsCl$

Jenis bahan keramik

Pembuatan Keramik ada berbagai macam jenis bahan keramik antara lain:

- Gerabah (Earthenware), dibentuk dan dibakar pada suhu maksimum 1200°C. Keramik jenis ini struktur dan teksturnya sangat rapuh, kasar. Contoh Bata, genteng, pot, anglo, kendi, gentong dan sebagainya termasuk keramik jenis gerabah.
- Keramik Batu (Stoneware), dibuat dari bahan lempung plastis yang dicampur bahan tahan api sehingga dapat dibakar pada suhu tinggi (1200°-1300°C). Keramik jenis termasuk kualitas golongan menengah.
- Porselin (Porcelain), adalah jenis keramik bakaran suhu tinggi yang dibuat dari bahan lempung murni yang tahan api, seperti kaolin, alumina dan silika..
- Keramik Baru (*New Ceramic*), adalah keramik yang secara teknis, diproses untuk keperluan teknologi tinggi seperti peralatan mobil, listrik, konstruksi, komputer, cerobong pesawat, kristal optic dll. (www.dinoyokeramik.com/pembakaran.htm).

Cara Pembuatan Keramik

- Teknik coil (lilit pilin) Teknik Lilit pilin ini cara pembuatannya dengan alat putar
- Teknik tatap batu/pijat jari cara pembuatannya dengan alat putar disertai dengan tatap batu
- Teknik slab (lempengan) Teknik ini berbeda dengan kedua teknik di atas, proses pembuatannya diperlukan alat pres dengan pola materialnya tipis. Contoh: genteng, tegel dll.
- Teknik putar Teknik pembentukan dengan alat putar dapat menghasilkan banyak bentuk yang simetris (bulat, silindris) dan bervariasi. Cara pembentukan dengan teknik putar ini sering dipakai oleh para pengrajin di sentra-sentra keramik. Pengrajin keramik tradisional biasanya menggunakan alat putar tangan (hand wheel) atau alat putar kaki (kick wheel).

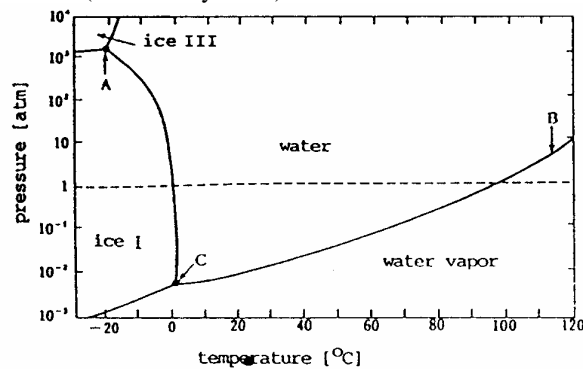
- e. Teknik cetak. Teknik pembentukan dengan cetakan yang dapat memproduksi barang dengan jumlah yang banyak dalam waktu relatif singkat (Karyadi, Bayat klaten. 2009)

Teknik Pembakaran

- a. *Anagama* : Biasanya terdiri satu lorong panjang dengan tungku disalah satu ujung dan cerobong asap diujung lainnya. Biasanya *Anagama* dibangun di lereng. Waktu pembakarannya bervariasi mulai sehari sampai beberapa minggu.
- b. *Black Firing*: adalah salah satu teknik “primitif” pembakaran keramik. Teknik ini menggunakan suhu 1000 derajat Celcius yang dihasilkan dari gas yg dibuat secara tradisional(bio gas), desain tungku terdiri dari tumpukan batu bata yang direkatkan dengan tanah liat tahan api. Pada saat pembakaran ditambahkan gula dengan jumlah yang banyak melalui pintu tungku..
- c. *Pit Firing*: Teknik pembakaran ini dilakukan di dalam kubangan tanah dimana bagian bawah kubangan tersebut diisi oleh tumpukan kayu, ranting, daun atau rumput kering. Keramik mentah ditempatkan diatas tumpukan tersebut dan tumpukan kayu, ranting dan kotoran disusun disamping keramik mentah sampai membentuk gundukan yg menutupi keramik dan kemudian dibakar. teknik ini, teknik ini sangat cocok untuk tanah liat merah.
- d. *Raku* : Pembuatannya menggunakan bara api kecil, dimana keramik mentah dibakar secara cepat pada temperatur panas (sedang), dan kemudian keramik dapat segera diambil dari tungku pembakaran. Cara ini dapat mengurangi penggunaan bahan bakar serbuk kayu, koran dan bahan2 bakar lainnya.

Reaksi pengolahan keramik

Ketika energi bebas pada system dalam keadaan minimum, pada sisitem G ini dalam konsisi seimbang : $G = H - TS$. Dimana H, S dan T adalah enthalpin, entropy dan temperature absolute. Pada derajat kebebasan bisa digambarkan pada variabel nomer, yang mana bisa bervariasi dengan bebas tanpa memindah nomer fhase pada sistem. Variabel kebebasan pada temperatur , tekanan dan komposisi. $F = C - P + 2$, dimana F, C, P adalah degree of freedom, Composition, dan preasure.(John Wiley.1996).



Gambar 1. diagram fase dari H₂O

Pada fase diagram gambar 1 digambarkan bahwa dalam dua tempat bisa saling bertukaran menurut temperatur dan tekanan yang bebas tanpa mempengaruhi pada kesetabilan pada pase, pada derajat kebebasan dimungkinkan untuk menyatu dimana ada pencampuran pada fashe ini, baik itu air dengan es, air dengan air atau air dengan uap air yang dalam pembakaran hanya menempatkan dalam satu parameter saja. (John Wiley.1996).

Tabel.1. Komponen dari material keramik cristalin

	Ceramics					
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	MgO	CaO	Lain
Silica Refraktory	96					4
Fireclay refractory	50-70	45-75				5
Mullite refractory	28	72				0
Electrical porselin	61	32	6			1
Steatite porselin	64	5		30		1

Rumus Fraksi Volume Pada Matrik Clay dengan Serat.

$$V_f = \frac{W_f / \rho_f}{W_f / \rho_f + W_m / \rho_m}$$

Dimana W_f = massa serat
 W_m = massa matrik

$$V_m = \frac{W_m / \rho_m}{W_f / \rho_f + W_m / \rho_m}$$

ρ_f = density serat

ρ_m = density matrik

V_f = fraksi volume

Bahan Bakar Bio-Ethanol

Ethanol memiliki angka oktan yang lebih rendah dari pada minyak tanah yaitu research octane 108, Nilai kalor ethanol sekitar 67% nilai kalor minyak tanah, Ethanol memiliki panas penguapan (*heat of vaporization*) yang tinggi. Ini berarti ketika menguap ethanol akan memerlukan panas yang lebih besar, Ethanol memiliki satu molekul OH dalam susunan molekulnya. Oksigen yang inheren didalam molekul ethanol tersebut membantu penyempurnaan pembakaran antara campuran udara bahan bakar dalam keramik. (Yuksel dkk, 2004)

Debit aliran

Debit aliran dipergunakan untuk menghitung kecepatan aliran pada masing masing pipa eksperimen diaman rumus debit aliran:

$$Q = \frac{v}{t}$$

Q = ml/menit
V = ml
T = menit

Metodologi

a. Persiapan bahan

Tanah liat diambil dari pengrajin gerabah yang telah diproses sudah jadi di daerah Bayat Klaten tempat kerajinan gerabah, dilanjutkan persiapan sekam yang sudah dibersihkan kemudian dihaluskan menggunakan blender sampai halus hingga 100 mesh kemudian dikeringkan. Tahap selanjutnya dilakukan pencampuran secara merata antara tanah liat dengan sekam yang komposisinya adalah 10%; 20%; 30%; 40% fraksi volume sekam.

b. Pencetakan dan pengeringan

Tanah liat yang sudah dicampur dengan sekam diberi air secukupnya kemudian dimolen hingga ulet selanjutnya di cetak dalam pipa ukuran 2 inch panjang 15 cm. Selanjutnya diambil dan dikeringkan dalam ruangan agar keringnya secara perlahan.

c. Pembakaran

Pembakaran ini dilakukan dilakukan dua tahap yaitu pada pembakaran pertama dilakukan pemanasan 800°C selama 6 jam kemudian didiamkan dalam tungku sampai tungku hingga temperature rendah, selanjutnya dipanaskan lagi hingga temperature 1200°C selama 12 jam selanjutnya dibiarkan dalam tungku sampai temperature rendah, Selanjutnya keramik diambil kemudian dilakukan pembubutan sesuai ukuran dan bentuk yang direncanakan untuk ruang pembakaran ditunjukkan pada gambar 2



Gambar 2 model ruang bakar

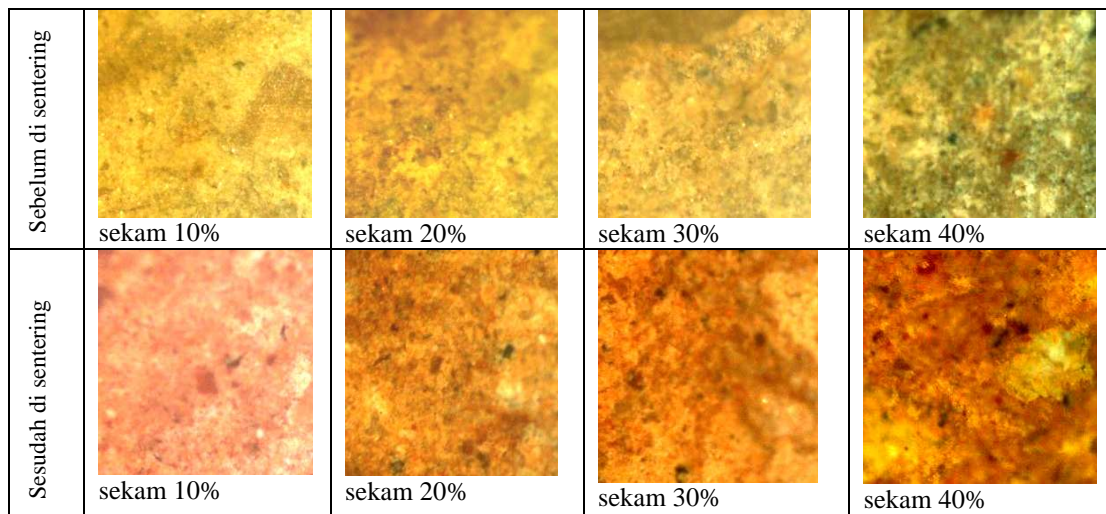
Hasil dan Pembahasan

Uji struktur mikro.

Gambar struktur mikro material keramik yang belum disintering nampak pada fraksi volume sekam 40% lebih kelihatan merta sehingga setelah dilakukan sintering pembentukan lubang pori-pori pada material lebih merata dan kepadatan lubang pori-pori nampak lebih banyak yang diperlihatkan pada noda-noda hitam pada gambar struktur mikro.

Uji kepadatan pori-pori pada pembakaran bioetanol

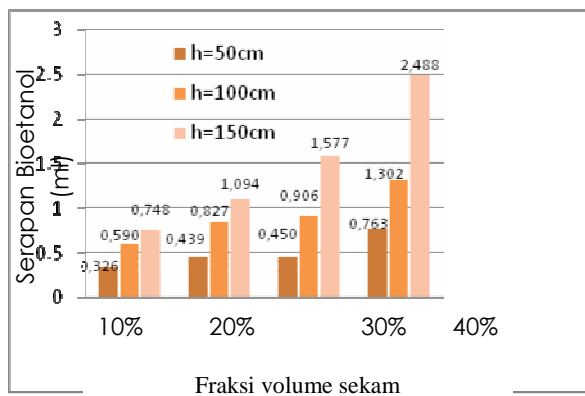
Besar nyala api dipengaruhi oleh tingkat kepadatan pori-pori, kejadian pada percobaan diperlihatkan pada gambar 4 yaitu pada substitusi sekam 40% nyala apinya terbesar, sehingga dapat disimpulkan bahwa tingkat kepadatan pori-pori terjadi pada substitusi sekam 40%



Gambar 3. Struktur mikro



Gambar 4. Uji pembakaran



Gambar 5. Grafik hasil uji debit penggunaan

Tabel 2. Hasil uji debit penggunaan bioetanol

	Q (ml/menit) h=50 CM	Q (ml/menit) H=100 cm	Q (ml/menit) H=150 cm
Aliran dengan selang	10,709	148,368	434,783
Fraksi Volume sekam	Q (ml/menit) h=50 CM	Q (ml/menit) H=100 cm	Q (ml/menit) H=150 cm
10%	0,326	0,590	0,748
20%	0,439	0,827	1,094
30%	0,450	0,906	1,577
40%	0,763	1,302	2,488

Pada uji debit aliran bahan bakar yang ditunjukkan pada gambar 5 nampak bahwa pada substitusi sekam 40% memberikan debit aliran bioetanol yang paling besar

Kesimpulan

1. Pada pembuatan keramik berpori menggunakan substitusi sekam dapat membuat pori-pori dapat dialiri bioetanol dengan hasil kepadatan pori-pori tergantung fraksi volume sekam yang di substitusikan.
2. Keramik berpori dapat digunakan ruang bakar bioetanol.

Daftar`Pustaka

Annual Book of Standards **C1212-98(2004)**, “*Standard Practice for Fabricating Ceramic Reference Specimens Containing Seeded Voids* “

Annual Book of Standards, “*ASTM C949-80(2000) Standart Test Method for Porosity in Vitreous Whitewares by dye Penetration*”

Barsoum, W. Michel., 1997, *Fundamental of Ceramic*, Mc Graw Hill Componies, Inc.

Gibson, Ronald F. 1994.*Principle Of Composite Material Mechanics*. New York : Mc Graw Hill,Inc.

Ika Yuni Astuti (2006), “Pengaruh Ukuran Partikel Bahan Penyusun dan Suhu Sintering pada Keramik Berpori dengan Bahan Aditif Karbon Sekam Padi terhadap Kuat Tekan, Porositas, dan Mikrostruktur “ Publisher Universitas Kristen Petra

Astuti, Ika Yuni (2011), “ Pengaruh Ukuran Partikel Bahan Penyusun dan Suhu Sintering pada Keramik Berpori dengan Bahan Aditif Karbon Sekam Padi terhadap Kuat Tekan, Porositas, dan Mikrostruktur”. FMIPA Universitas Negeri Malang.

Rinta Mustikasari(2011), “ Pengaruh suhu sintering pada keramik berpori dengan komposisi bahan aditif karbon sekam padi (10% & 30%) terhadap nilai porositas, kekerasan dan mikrostruktur “*library.um.ac.id Universitas Negeri Malang*