

LEMBAR
HASIL PENILAIAN SEJAWAT SEBIDANG ATAU PEER REVIEW
KARYA ILMIAH : JURNAL ILMIAH

Judul Jurnal Ilmiah (Artikel) : Pengaruh Serbuk Kaca dan Variasi Suhu Pembakaran pada Pembuatan Genteng Lempung Sedimentasi Banjir Kanal Timur Kota Semarang terhadap Kuat Tekan serta Daya Serapnya terhadap Air

Jumlah Penulis : 3 orang

Status Pengusul : Penulis Anggota

Identitas Jurnal Ilmiah :

- a. Nama Jurnal : Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi
- b. Nomor ISSN : 1410-8917
- c. Vol, No., Bln Thn : vol. 11, no. 3, pp. 63-69, Dec. 2008
- d. Penerbit : Kimia FSM Undip
- e. DOI artikel (jika ada) : <https://doi.org/10.14710/jksa.11.3.63-69>
- f. Alamat web jurnal : <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/index>
- Alamat Artikel : <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/article/view/15099/11475>
- Url Turnitin: (18%)
<https://doc-pak.undip.ac.id/2874/8/Turnitin%20C9.pdf>
- g. Terindex : Jurnal Nasional Tidak Terakreditasi

Kategori Publikasi Jurnal Ilmiah : ☐ Jurnal Ilmiah Internasional
 (beri ✓ pada kategori yang tepat) ☐ Jurnal Ilmiah Nasional Terakreditasi
☒ Jurnal Ilmiah Nasional Tidak Terakreditasi

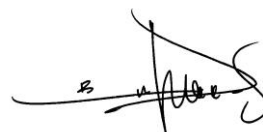
Hasil Penilaian *Peer Review* :

Komponen Yang Dinilai	Nilai Maksimal Jurnal Ilmiah			Nilai Akhir Yang Diperoleh
	Internasional	Nasional Terakreditasi	Nasional Tidak Terakreditasi	
	☐	☐	☒	
a. Kelengkapan unsur isi jurnal (10%)			1	1
b. Ruang lingkup dan kedalaman pembahasan (30%)			3	3
c. Kecukupan dan kemutakhiran data/informasi dan metodologi (30%)			3	2,5
d. Kelengkapan unsur dan kualitas terbitan/jurnal (30%)			3	2,5
Total = (100%)			10,00	9,0
Penulis Anggota: $(0,4 \times 9)/2 = 1,8$				

Catatan Penilaian artikel oleh Reviewer :

- Kesesuaian dan kelengkapan unsur isi jurnal:**
Kesesuaian dan kelengkapan unsur sudah bagus mulai dari pendahuluan, metode, hasil dan kesimpulan. Nilai 1
- Ruang lingkup dan kedalaman pembahasan:**
Ruang lingkup sudah sesuai dengan hasil yang disajikan, dan pembahasan cukup mendalam. Nilai 3
- Kecukupan dan kemutakhiran data/informasi dan metodologi:**
Metodologi yang digunakan sudah mencukupi dan sesuai serta menggunakan metode yg cukup mutakhir dimasanya. Hanya masih ada sedikit penjelasan yang kurang didukung referensi. Nilai 2,5
- Kelengkapan unsur dan kualitas terbitan:**
Terbitan jurnal mempunyai kualitas cukup bagus tapi belum terakreditas. Nilai 2,5

Semarang, 30 Maret 2020
 Reviewer 1



Dr. Bambang Cahyono
 NIP. 196303161988101001
 Unit Kerja : Departemen Kimia FSM UNDIP

LEMBAR
HASIL PENILAIAN SEJAWAT SEBIDANG ATAU PEER REVIEW
KARYA ILMIAH : JURNAL ILMIAH

Judul Jurnal Ilmiah (Artikel) : Pengaruh Serbuk Kaca dan Variasi Suhu Pembakaran pada Pembuatan Genteng Lempung Sedimentasi Banjir Kanal Timur Kota Semarang terhadap Kuat Tekan serta Daya Serapnya terhadap Air

Jumlah Penulis : 3 orang

Status Pengusul : Penulis Anggota

Identitas Jurnal Ilmiah :

- a. Nama Jurnal : Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi
- b. Nomor ISSN : 1410-8917
- c. Vol, No., Bln Thn : vol. 11, no. 3, pp. 63-69, Dec. 2008
- d. Penerbit : Kimia FSM Undip
- e. DOI artikel (jika ada) : <https://doi.org/10.14710/jksa.11.3.63-69>
- f. Alamat web jurnal : <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/index>
- Alamat Artikel : <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/article/view/15099/11475>
- Url Turnitin: (18%)
<https://doc-pak.undip.ac.id/2874/8/Turnitin%20C9.pdf>
- g. Terindex : Jurnal Nasional Tidak Terakreditasi

Kategori Publikasi Jurnal Ilmiah : ☐ Jurnal Ilmiah Internasional
(beri ✓ pada kategori yang tepat) ☐ Jurnal Ilmiah Nasional Terakreditasi
☒ Jurnal Ilmiah Nasional Tidak Terakreditasi

Hasil Penilaian *Peer Review* :

Komponen Yang Dinilai	Nilai Maksimal Jurnal Ilmiah			Nilai Akhir Yang Diperoleh
	Internasional ☐	Nasional Terakreditasi ☐	Nasional Tidak Terakreditasi ☒	
a. Kelengkapan unsur isi jurnal (10%)			1	1
b. Ruang lingkup dan kedalaman pembahasan (30%)			3	3
c. Kecukupan dan kemutakhiran data/informasi dan metodologi (30%)			3	2
d. Kelengkapan unsur dan kualitas terbitan/jurnal (30%)			3	2
Total = (100%)			10,00	8
Penulis Anggota: $(0,4 \times 8)/2 = 1,6$				

Catatan Penilaian artikel oleh Reviewer :

- Kesesuaian dan kelengkapan unsur isi jurnal:**
Isi jurnal lengkap dan sesuai yang dipersyaratkan penerbit jurnal. Nilai 1
- Ruang lingkup dan kedalaman pembahasan:**
Ruang lingkup artikel ini adalah pembuatan genteng dari lempung termodifikasi serbuk kaca. Keterbaruan tinggi. Pembahasan disertai literatur pendukung. Nilai 3
- Kecukupan dan kemutakhiran data/informasi dan metodologi:**
Kemutakhiran informasi cukup memadai meski dengan literatur yang banyak melewati 10 th. Metodologi disajikan dengan baik sehingga mudah diulang oleh peneliti lain. Nilai 2
- Kelengkapan unsur dan kualitas terbitan:**
Kelengkapan unsur terbitan baik dan kualitas terbitan ada gambar yang keterbacaannya kurang. Nilai 2

Semarang, Maret 2020
Reviewer 2

Drs. Gunawan, M.Si, Ph.D
NIP.196408251991031001
Unit Kerja : Departemen Kimia FSM UNDIP

LEMBAR
HASIL PENILAIAN SEJAWAT SEBIDANG ATAU PEER REVIEW
KARYA ILMIAH : JURNAL ILMIAH

Judul Jurnal Ilmiah (Artikel) : Pengaruh Serbuk Kaca dan Variasi Suhu Pembakaran pada Pembuatan Genteng Lempung Sedimentasi Banjir Kanal Timur Kota Semarang terhadap Kuat Tekan serta Daya Serapnya terhadap Air

Jumlah Penulis : 3 orang

Status Pengusul : Penulis Anggota

Identitas Jurnal Ilmiah :

- a. Nama Jurnal : Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi
- b. Nomor ISSN : 1410-8917
- c. Vol, No., Bln Thn : vol. 11, no. 3, pp. 63-69, Dec. 2008
- d. Penerbit : Kimia FSM Undip
- e. DOI artikel (jika ada) : <https://doi.org/10.14710/jksa.11.3.63-69>
- f. Alamat web jurnal : <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/index>
- Alamat Artikel : <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/article/view/15099/11475>
- Url Turnitin: (18%)
<https://doc-pak.undip.ac.id/2874/8/Turnitin%20C9.pdf>
- g. Terindex : Jurnal Nasional Tidak Terakreditasi

Kategori Publikasi Jurnal Ilmiah : ☐ Jurnal Ilmiah Internasional
 (beri ✓ pada kategori yang tepat) ☐ Jurnal Ilmiah Nasional Terakreditasi
☒ Jurnal Ilmiah Nasional Tidak Terakreditasi

Hasil Penilaian *Peer Review* :

Komponen Yang Dinilai	Nilai Reviewer		Nilai Rata-rata
	Reviewer I	Reviewer II	
a. Kelengkapan unsur isi jurnal (10%)	1	1	1
b. Ruang lingkup dan kedalaman pembahasan (30%)	3	3	3
c. Kecukupan dan kemutakhiran data/informasi dan metodologi (30%)	2,5	2	2,25
d. Kelengkapan unsur dan kualitas terbitan/jurnal (30%)	2,5	2	2,25
Total = (100%)	9,0	8	8,5
Penulis Anggota (rata-rata): $(0,4 \times 8,5)/2 = 1,7$			

Semarang, 30 Maret 2020

Reviewer 2



Drs. Gunawan, M.Si, Ph.D
 NIP.196408251991031001
 Unit Kerja : Departemen Kimia FSM UNDIP

Reviewer 1



Dr. Bambang Cahyono, MS
 NIP. 196303161988101001
 Unit Kerja : Departemen Kimia FSM UNDIP

ISSN 1410-8917

JURNAL KIMIA SAINS DAN APLIKASI

VOL. XI, No.3, Desember 2008

DITERBITKAN OLEH

**JURUSAN KIMIA FMIPA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

JKSA	VOL	NO	HALAMAN	SEMARANG	ISSN
	XI	3	52 – 95	Desember 2008	1410-8917



(<http://icics2020.unram.ac.id/>).

Journal Content

Search

Search Scope

All ▼

Search

Browse

- [By Issue \(https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/issue/archive\)](https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/issue/archive)
- [By Author \(https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/search/authors\)](https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/search/authors)
- [By Title \(https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/search/titles\)](https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/search/titles)
- [Other Journals \(https://ejournal.undip.ac.id/index.php/index/search\)](https://ejournal.undip.ac.id/index.php/index/search)
- [Categories \(https://ejournal.undip.ac.id/index.php/index/search/categories\)](https://ejournal.undip.ac.id/index.php/index/search/categories)

[Home \(https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/index\)](https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/index) / [Archives \(https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/issue/archive\)](https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/issue/archive)

/ [Vol 11, No 3 \(2008\) \(https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/issue/view/855\)](https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/issue/view/855)

Vol 11, No 3 (2008): Volume 11 Issue 3 Year 2008



(<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/issue/view/855/showToc>)

Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi (ISSN 1410-8917)

Volume 11 Issue 3 Year 2008

December 2008

Table of Contents

Research Articles

Sintesis Amil Sinamat dari Sinamaldehyd dan Uji Aktivitas sebagai Bahan Aktif Tabir Surya

(<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/article/view/15096>)

(<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/article/view/15096/11473>)

PDF

 Adityo Anggadita, Ngadiwiyana Ngadiwiyana, Ismiyarto Ismiyarto

52-56

 Views: **1425 (#)**

 Citations: **1**

([https://badge.dimensions.ai/details/doi/10.14710/jksa.11.3.52-56?](https://badge.dimensions.ai/details/doi/10.14710/jksa.11.3.52-56?domain=https://ejournal.undip.ac.id)

domain=<https://ejournal.undip.ac.id>)

| Language: **ID (#)** | DOI: **10.14710/jksa.11.3.52-56**

(<https://doi.org/10.14710/jksa.11.3.52-56>)

 Published: 1 Dec 2008.

Isolasi dan Uji Potensi L-Asparaginase dari Rimpang Kunyit Putih (Curcuma mangga Vall) terhadap Leukimia Tipe K562

(<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/article/view/15097>)

(<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/article/view/15097/11474>)

PDF

57-62

 Agustina Arpintasari, Wuryanti Wuryanti, Wasino Hadi Rahmanto

 Views: **896 (#)**

 Citations: **1**

([https://badge.dimensions.ai/details/doi/10.14710/jksa.11.3.57-62?](https://badge.dimensions.ai/details/doi/10.14710/jksa.11.3.57-62?domain=https://ejournal.undip.ac.id)

domain=<https://ejournal.undip.ac.id>)

| Language: **ID (#)** | DOI: **10.14710/jksa.11.3.57-62**

(<https://doi.org/10.14710/jksa.11.3.57-62>)

 Published: 1 Dec 2008.

Pengaruh Serbuk Kaca dan Variasi Suhu Pembakaran pada Pembuatan Genteng Lempung Sedimentasi Banjir Kanal Timur Kota Semarang terhadap Kuat Tekan serta Daya Serapnya terhadap Air

(<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/article/view/15099>)

(<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/article/view/15099/11475>)

PDF

63-69

 Amaryllis Kartika Ratri, Sriatun Sriatun, Adi Darmawan

 Views: **558 (#)**

 Citations: **2**

([https://badge.dimensions.ai/details/doi/10.14710/jksa.11.3.63-69?](https://badge.dimensions.ai/details/doi/10.14710/jksa.11.3.63-69?domain=https://ejournal.undip.ac.id)

domain=<https://ejournal.undip.ac.id>)

| Language: **ID (#)** | DOI: **10.14710/jksa.11.3.63-69**

(<https://doi.org/10.14710/jksa.11.3.63-69>)

 Published: 1 Dec 2008.

Pembuatan Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) dengan Sensitizer Antosianin dari Buah Buni (Antidesma bunius L)

(<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/article/view/15100>)

(<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/article/view/15100/11476>)

PDF

70-77

 Diah Lestari Pangestuti, Gunawan Gunawan, Abdul Haris

 Views: **643 (#)**

 Citations: **2**

([https://badge.dimensions.ai/details/doi/10.14710/jksa.11.3.70-77?](https://badge.dimensions.ai/details/doi/10.14710/jksa.11.3.70-77?domain=https://ejournal.undip.ac.id)

domain=<https://ejournal.undip.ac.id>)

| Language: **ID (#)** | DOI: **10.14710/jksa.11.3.70-77**

(<https://doi.org/10.14710/jksa.11.3.70-77>)

 Published: 1 Dec 2008.

Pengaruh Penambahan Karboksimetil Selulosa dan Buffer pada Detergensi Surfaktan Hasil Sublasi Limbah Cair Cucian

(<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/article/view/15102>)

(<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/article/view/15102/11477>)

PDF

78-83

 Diyan Arini, Arnelli Arnelli, Ahmad Suseno

 Views: **317 (#)**

 Citations: **0**

([https://badge.dimensions.ai/details/doi/10.14710/jksa.11.3.78-83?](https://badge.dimensions.ai/details/doi/10.14710/jksa.11.3.78-83?domain=https://ejournal.undip.ac.id)

domain=<https://ejournal.undip.ac.id>)

| Language: **ID (#)** | DOI: **10.14710/jksa.11.3.78-83**

(<https://doi.org/10.14710/jksa.11.3.78-83>)

 Published: 1 Dec 2008.

People > [Editorial Team \(https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/about/editorialTeam\)](https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/about/editorialTeam) | [Peer Reviewers \(https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/about/displayMembership/422/1\)](https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/about/displayMembership/422/1)

Editorial Team

Editor in Chief



Dr. Adi Darmawan (ScopusID: [55953897600](http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=55953897600) (<http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=55953897600>))
[id](http://orcid.org/0000-0001-5744-5789) (<http://orcid.org/0000-0001-5744-5789>). Chemistry Department, Faculty of Sciences and Mathematics, Diponegoro University Jl. Prof. Soedarto, SH., Tembalang, Semarang, Indonesia

Associate editors



Dr. Amin Fatoni (ScopusID: [55488648900](http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=55488648900) (<http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=55488648900>))
[id](http://orcid.org/0000-0002-6550-2461) (<http://orcid.org/0000-0002-6550-2461>). Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Indonesia



Dr. Choiril Azmiyawati (ScopusID: [55543514300](http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=55543514300) (<http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=55543514300>))
[id](http://orcid.org/0000-0002-4143-9832) (<http://orcid.org/0000-0002-4143-9832>). Chemistry Department, Faculty of Sciences and Mathematics, Diponegoro University Jl. Prof. Soedarto, SH., Tembalang, Semarang, Indonesia



Didik Setiyo Widodo (ScopusID: [57195404137](http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=57195404137) (<http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=57195404137>))
[id](http://orcid.org/0000-0001-8411-9700) (<http://orcid.org/0000-0001-8411-9700>). Chemistry Department, Faculty of Sciences and Mathematics, Diponegoro University Jl. Prof. Soedarto, SH., Tembalang, Semarang, Indonesia



Dr. Fitria Rahmawati (ScopusID: [36053591500](http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=36053591500) (<http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=36053591500>))
[id](http://orcid.org/0000-0002-3145-9063) (<http://orcid.org/0000-0002-3145-9063>). Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sebelas Maret University, Indonesia



Dr. Gaurav A Bhaduri (ScopusID: [28367493600](http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=28367493600) (<http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=28367493600>))
[id](http://orcid.org/0000-0002-7714-8877) (<http://orcid.org/0000-0002-7714-8877>). Indian Institute of Technology Jammu (IIT JMU), India



Dr. Guozhao Ji (ScopusID: [55262553900](http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=55262553900) (<http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=55262553900>))
 School of Environmental Science and Technology, Dalian University of Technology Dalian, Liaoning, China



Dr. Ibrahim A. I. Hassan (ScopusID: [55652057500](http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=55652057500) (<http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=55652057500>))
 Department of Chemistry, South Valley University Qena, Egypt, Egypt



Dr. Ismiyarto Ismiyarto (ScopusID: [56955654800](http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=56955654800) (<http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=56955654800>))
[id](http://orcid.org/0000-0002-3939-3433) (<http://orcid.org/0000-0002-3939-3433>). Chemistry Department, Faculty of Sciences and Mathematics, Diponegoro University Jl. Prof. Soedarto, SH., Tembalang, Semarang, Indonesia



Dr. Mukhammad Asy'ari (ScopusID: [56117266100](http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=56117266100) (<http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=56117266100>))
[id](http://orcid.org/0000-0002-3489-1644) (<http://orcid.org/0000-0002-3489-1644>). Chemistry Department, Faculty of Sciences and Mathematics, Diponegoro University Jl. Prof. Soedarto, SH., Tembalang, Semarang, Indonesia



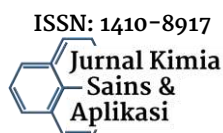
Dr. Mus'ab Abdul Razak (ScopusID: [38961852200](http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=38961852200) (<http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=38961852200>))
[id](http://orcid.org/0000-0001-5120-1345) (<http://orcid.org/0000-0001-5120-1345>). Department of Chemical and Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Universiti Putra Malaysia, Malaysia



Dr. Nor Basid Adiwibawa Prasetya (ScopusID: [56574376400](http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=56574376400) (<http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=56574376400>))
[id](http://orcid.org/0000-0002-6956-3667) (<http://orcid.org/0000-0002-6956-3667>). Chemistry Department, Faculty of Sciences and Mathematics, Diponegoro University Jl. Prof. Soedarto, SH., Tembalang, Semarang, Indonesia



Dr. Yayuk Astuti (ScopusID: [57100033100](http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=57100033100) (<http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=57100033100>))
[id](http://orcid.org/0000-0002-2107-3829) (<http://orcid.org/0000-0002-2107-3829>). Chemistry Department, Faculty of Sciences and Mathematics, Diponegoro University Jl. Prof. Soedarto, SH., Tembalang, Semarang, Indonesia



Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi 11 (3) (2008) : 63 – 69

Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi

Journal of Scientific and Applied Chemistry

Journal homepage: <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa>

Pengaruh Serbuk Kaca dan Variasi Suhu Pembakaran pada Pembuatan Genteng Lempung Sedimentasi Banjir Kanal Timur Kota Semarang terhadap Kuat Tekan serta Daya Serapnya terhadap Air

Amaryllis Kartika Ratri^a, Sriatun^a, Adi Darmawan^{a*}

^a Inorganic Laboratory, Chemistry Department, Faculty of Sciences and Mathematics, Diponegoro University, Jalan Prof. Soedarto, Tembalang, Semarang 50275, Telepon (024) 7474754

* Corresponding author: adidarmawan@live.undip.ac.id

Article Info

Keywords:
powder glass,
compressive
strength, clay roof

Kata kunci:
serbuk kaca, kuat
tekan, genteng
lempung

Abstract

The manufacture of tile originating clay sedimentation of Semarang East Flood Canal and the study of the effect of the addition of glass powder and variation of combustion temperature against the compressive strength and water absorption of the tile has been conducted. The glass powder used comes from used glass bottles. This study was conducted by (1) varying the amount of glass powder mixed in clays by 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, 10%, 12%, 14%, 16%, 18%, and 20% And (2) varying the combustion temperature of 600°C, 700°C, 800°C and 900°C. The resulting product was tested using FT-IR and then measured the compressive strength and water absorption. Measurement of compressive strength of tile is done by putting pressure on tile using compression test tool. While the measurement of water absorption is done by measuring the percentage of tile weight before and after being soaked into water for one night. The results showed that by increasing the combustion temperature will increase the value of compressive strength and decrease the absorption value of tile to water. The addition of a glass powder that provides the highest compressive strength value and the lowest water absorption is in the addition of 12% glass powder.

Abstrak

Telah dilakukan pembuatan genteng yang berasal lempung sedimentasi Banjir Kanal Timur Semarang dan dilakukan pula kajian pengaruh penambahan serbuk kaca dan variasi suhu pembakaran terhadap kuat tekan dan daya serap air genteng tersebut. Serbuk kaca yang digunakan berasal dari kaca botol bekas. Kajian ini dilakukan dengan (1) melakukan variasi penambahan jumlah serbuk kaca yang dicampurkan pada lempung sebanyak 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, 10%, 12%, 14%, 16%, 18%, dan 20% dan (2) melakukan variasi suhu pembakaran 600°C, 700°C, 800°C dan 900°C. Produk yang dihasilkan diuji dengan menggunakan FT-IR kemudian diukur kuat tekan dan daya serap airnya. Pengukuran kuat tekan genteng dilakukan dengan memberikan tekanan pada genteng menggunakan alat *compression test*. Sedangkan pengukuran daya serap air dilakukan dengan mengukur persentase selisih berat genteng sebelum dan setelah direndam ke dalam air selama satu malam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan meningkatkan suhu pembakaran akan meningkatkan nilai kuat tekan dan menurunkan nilai daya serap genteng terhadap air. Penambahan serbuk kaca yang memberikan nilai kuat tekan tertinggi dan daya serap air terendah adalah pada penambahan serbuk kaca 12%.

1. Pendahuluan

Genteng merupakan salah satu komponen penting pembangunan perumahan yang memiliki fungsi untuk melindungi rumah dari suhu, hujan maupun fungsi lainnya. Semakin banyak pembangunan perumahan, maka akan semakin banyak kebutuhan akan genteng. Atap genteng dari tanah liat saat ini paling banyak digunakan oleh masyarakat Indonesia karena harganya yang relatif terjangkau dan mudah didapatkan. Pembuatan genteng menggunakan metode sederhana dimulai dari pengambilan tanah lempung sebagai bahan dasar, penggilingan lempung, pencetakan genteng dan pembakaran genteng [1] serta menggunakan bahan tambahan hanya berupa pasir kali memiliki banyak kelemahan. Kelemahan tersebut antara lain genteng mudah retak, memiliki daya serap air yang tinggi dan memiliki kuat tekan yang rendah. Menurut penelitian Sinha Ray, dkk. [2] pemberian bahan tambahan pada proses pembuatan genteng sangat berpengaruh terhadap kuat tekan dan porositas genteng. Oleh karena itu, perlu dikembangkan metode pembuatan genteng yang lebih baik dengan memberikan bahan tambahan seperti batu padas, sekam padi dan bubuk silika.

Penambahan silika sebagai bahan alternatif sering digunakan dalam proses pembuatan genteng dikarenakan memiliki kelebihan yaitu sebagai subyek untuk mengubah bentuk dan volume lempung pada suhu tertentu [3]. Pada gerabah padat, silika berfungsi sebagai bahan pengisi yang memelihara bentuk gerabah selama pembakaran [4]. Silika dan alumina akan membentuk sebuah jaringan kristal yang mengikat bahan-bahan yang tidak dapat dilarutkan menjadi suatu massa yang kuat. Silika yang menjadi bahan tambahan untuk pembuatan genteng dapat diperoleh dari botol kaca, sebab botol kaca dibuat dari kaca soda gamping yang memiliki kandungan silika tinggi yaitu 72,4% [5].

Suhu pembakaran juga sangat mempengaruhi proses pembuatan genteng. Semakin tinggi suhunya maka silika akan mengelas memasuki pori-pori dan mengikat semua partikel lempung dengan membentuk ikatan yang dikenal sebagai ikatan alumina silika [6].

Bahan dasar pembuatan genteng adalah lempung. Di aliran sungai Banjir Kanal Timur Kota Semarang terdapat deposit tanah lempung yang sangat banyak, membentang dari selatan hingga utara sepanjang 12 km. Besarnya sedimentasi lempung tersebut mempengaruhi aliran air sungai Banjir Kanal Timur yang dapat mengakibatkan musibah banjir. Sampai sekarang sedimen lempung dari Banjir Kanal kota Semarang belum dimanfaatkan. Sehingga pada penelitian ini dicoba mengkaji pemanfaatan tanah lempung Banjir Kanal Timur kota Semarang untuk pembuatan genteng.

Penelitian ini dilakukan dengan memodifikasi prosentase serbuk kaca botol bekas sebagai sumber silika dengan variasi suhu pembakaran 600°C, 700°C, 800°C, 900°C pada pembuatan genteng dari lempung Banjir Kanal Timur kota Semarang. Hal ini bertujuan untuk mengetahui suhu pembakaran yang efisien

sehingga dihasilkan genteng yang memiliki kuat tekan tinggi dan daya serap air rendah.

2. Metodologi

2.1. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah ayakan ukuran 100 mesh, timbangan analitis, oven, *furnace*, *blender*, alat pencetak genteng, dan *compression test* untuk uji daya tekan genteng silik

2.2. Bahan

Lempung alam yang berasal dari kali Banjir Kanal Timur jalan Barito Kota Semarang, bubuk kaca dari botol bekas, dan air.

2.3. Cara Kerja

Preparasi Lempung

Lempung Banjir Kanal Timur dari daerah Barito dibersihkan dari pengotor-pengotornya. Jika lempung yang digunakan terdapat bagian yang mengeras dan dapat mengganggu proses homogenasi, perlu dilakukan pengayakan pada lempung

Preparasi Sampel Kaca Sebagai Bubuk Kaca

Kaca dibersihkan dari pengotor-pengotornya kemudian dikeringkan. Kaca bersih dan kering dihaluskan sampai terbentuk serbuk kaca halus, kemudian diayak dengan ayakan 100 mesh.

Pembuatan Genteng Silika

Pembuatan genteng silika dilakukan dengan mencampurkan lempung yang sudah melalui tahap preparasi kemudian ditambahkan dengan bubuk kaca sebagai sumber silika dan air secukupnya sebagai perekat. Variasi komposisi bubuk kaca adalah 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, 10%, 12%, 14%, 16%, 18%, 20% dari berat total, yaitu 200 gram. Komposisi antar lempung dan serbuk kaca seperti tercantum dalam tabel 1 sebagai berikut

Tabel 1. Komposisi lempung, serbuk kaca dan air

Berat lempung (gram)	Berat serbuk kaca (gram)	Air (mL)
200	0	± 20
196	4	±20
192	8	± 20
188	12	± 20
184	16	± 20
180	20	± 20
176	24	± 20
172	28	± 20
168	32	± 20
164	36	± 20
160	40	± 20

Lempung, serbuk kaca dan air dihomogenasi dengan menggunakan *blender*, kemudian disaring dan

diangin-anginkan sampai setengah kering untuk memudahkan proses pencetakan atau pengepresan. Kemudian ditimbang ± 50 gram dan di-press atau dicetak dengan alat pengepres.

Pencetakan dilakukan dengan cara diberi tekanan sehingga menjadi padat. Genteng yang sudah dicetak dikeringkan dengan oven dengan suhu 80°C selama $\pm 1,5$ jam. Genteng kering kemudian dibakar dengan *furnace* dengan variasi suhu 600°C , 700°C , 800°C , 900°C .

Pengujian Genteng

Uji daya serap terhadap air

Genteng yang sudah dibakar ditimbang terlebih dahulu sebagai berat awal. Kemudian genteng direndam dalam air selama 1 hari (semalaman), genteng diambil dan dibiarkan selama 1 jam. Kemudian ditimbang kembali sebagai berat akhir. Penghitungan daya serap genteng dilakukan dengan menghitung selisih berat awal dan berat akhir kemudian membaginya dengan berat awal.

Uji kuat tekan

Uji daya tekan dilakukan untuk mengetahui kekuatan dari genteng, sampel yang sudah diuji daya serapnya dikeringkan, kemudian di ampelas sampai sama rata permukaannya. Genteng yang akan diuji diletakkan pada mesin penekan. Genteng ditekan dengan alat penekan sampai genteng pecah. Pada saat pecah dicatat besarnya gaya tekan maksimum yang bekerja.

Uji FTIR

Genteng yang digunakan, dikarakterisasi gugus fungsi yang terdapat dalam strukturnya dengan spektroskopi FTIR.

3. Hasil dan Pembahasan

Telah dilakukan pemanfaatan lempung sedimentasi Banjir Kanal Timur kota Semarang untuk pembuatan genteng dan pengaruh penambahan serbuk kaca sebagai sumber silika serta variasi suhu pembakaran terhadap kuat tekan dan daya serap air. Tahapan yang dilakukan meliputi preparasi lempung, preparasi kaca, pembuatan genteng dan untuk mengetahui kualitas genteng dilakukan uji perembesan air dan uji kuat tekan genteng.

3.1. Pembuatan Genteng

Pada penelitian ini genteng dibuat dengan menggunakan lempung banjir kanal timur kota Semarang dengan ditambahkan botol kaca bekas transparan (tidak berwarna) jenis soda gamping (*soda-lime glass*) dan dihaluskan. Kaca yang digunakan tidak berwarna karena dengan tidak adanya warna akan sedikit mengandung oksida-oksida logam atau garam sehingga reaksi dapat berjalan sempurna [7]. Tujuan penghalusan adalah untuk penyamarataan permukaan kaca dan memudahkan proses homogenasi dengan lempung.

Modifikasi pembuatan genteng dengan penambahan serbuk kaca dilakukan pada berbagai variasi berat serbuk kaca 0–20% terhadap berat total

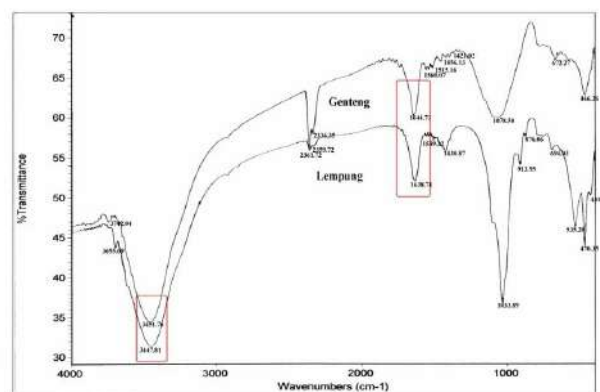
genteng basah. Penambahan serbuk kaca dapat mengurangi susut bakar melalui pengisian pori-pori oleh silika pada lempung pada saat pembakaran berlangsung. Proses pencetakan dilakukan dengan tujuan memberi tekanan pada lempung agar padat sehingga memiliki bentuk.

Proses pengeringan dilakukan untuk menghilangkan air plastis yang terikat pada genteng. Pada proses pengeringan beberapa sampel genteng mengalami keretakan. Keretakan ini disebabkan oleh proses pengeringan yang terlalu cepat air hilang secara tiba-tiba tanpa diimbangi penataan partikel tanah liat secara sempurna. Untuk menghindari pengeringan yang terlalu cepat, pada tahap awal genteng diangin-anginkan pada suhu kamar. Kemudian dikeringkan dengan sinar matahari langsung atau oven.

Genteng dibakar dengan variasi suhu 600°C , 700°C , 800°C , 900°C menggunakan *furnace* dengan tujuan untuk melelehkan kaca sehingga silika yang terkandung kaca dapat mengisi pori-pori genteng. Perubahan pertama yang terjadi dalam lempung ketika dibakar adalah hilangnya air bebas yaitu air yang ditambahkan dan berada di permukaan pada temperatur $\pm 150^{\circ}\text{C}$ [8]. Agar lempung menjadi genteng harus melalui proses pembakaran dengan suhu melebihi 600°C , pada temperatur antara 400°C – 600°C air yang terikat secara kimia dan zat-zat lain di dalam lempung akan menguap. Setelah suhu lebih dari 600°C lempung akan mengalami perubahan menjadi suatu mineral yang padat, keras dan permanen, perubahan ini disebut *ceramic change* atau perubahan keramik [6].

Uji Spektroskopi Infra Merah

Uji FTIR pada penelitian ini dilakukan terhadap lempung Banjir Kanal Timur kota Semarang yang dibandingkan dengan genteng. Hasil analisis FTIR pada sampel lempung dan genteng dapat disajikan pada gambar 1.



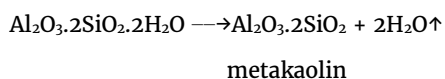
Gambar 1. spektra FTIR dari lempung dan sampel genteng

Gambar 1 di atas menunjukkan adanya perbedaan spektra lempung dan spektra genteng. Spektra pada puncak $3447,81\text{ cm}^{-1}$ merupakan uluran $-\text{OH}$ yang terikat pada $-\text{Al}$, spektra pada lempung memiliki transmitansi lebih rendah daripada transmitansi pada genteng, hal itu membuktikan bahwa dengan adanya

pemanasan maka -OH yang terikat pada -Al banyak terlepas dan diduga hal itu mengakibatkan terbentuk ikatan dengan SiO₂, membentuk ikatan silika alumina, ikatan yang terjadi adalah ikatan kovalen.

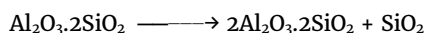
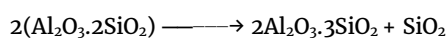
Serapan 1638,74 cm⁻¹ terdeteksi sebagai vibrasi tekuk dari air terhidrat, spektra ini terdapat pada sampel lempung dan genteng, hal ini menjelaskan bahwa masih ada air yang terdapat pada lempung dan genteng. Air terhidrat dalam genteng adalah air yang terjebak dalam pori di permukaan genteng.

Puncak 1033,89 cm⁻¹ mengidentifikasi adanya serapan gugus siloksan pada sampel lempung yaitu regangan asimetris ikatan O-Si-O dalam TO₄, hal ini menunjukkan bahwa lempung mengandung silika. Pada sampel genteng serapan terdapat pada puncak 1078,5 cm⁻¹ yang menyatakan adanya fasa metakaolin, tetapi transmisinya cukup besar yang menyatakan bahwa jumlah konsentrasi metakaolin dalam genteng sedikit. Metakaolin terjadi karena pemanasan yang mengakibatkan lepasnya H₂O. Persamaan reaksinya pembentukan metakaolin menurut Kasmayadi dan Murwani [9] adalah sebagai berikut:



Karakterisasi FTIR pada daerah sedang menunjukkan adanya serapan pada daerah sekitar 450 cm⁻¹ dengan intensitas yang tidak jauh berbeda untuk masing-masing sampel. Serapan pada daerah ini mengindikasikan adanya vibrasi tekuk Si-O atau Al-O, sehingga dapat dijelaskan bahwa pada sampel genteng maupun sampel lempung terdapat Si-O dan Al-O.

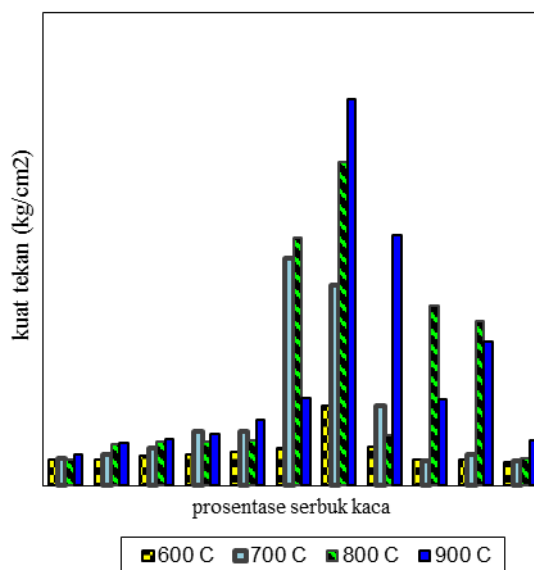
Serapan 2361,72 cm⁻¹ yang muncul pada fasa genteng adalah fasa pembentukan *mullite* (2Al₂O₃·2SiO₂), hal ini sesuai dengan penelitian [10], serapan ini tidak muncul pada sampel lempung sebab fasa *mullite* terbentuk apabila suhu pembakaran genteng tinggi atau lebih dari 900°C. Penelitian Kasmayadi dan Murwani [9] menyatakan pembentukan *mullite* terjadi pada suhu 934,39°C. *Mullite* merupakan senyawa yang sangat stabil, sehingga dapat dikatakan pembentukan *mullite* ini merupakan tujuan dari pembakaran keramik, karena dengan adanya *mullite*, sifat-sifat keramik yang keras, kompak, dan padat mulai terbentuk. Pendapat lain mengenai pembentukan fasa *mullite* terdapat dalam penelitian [11] yang menyatakan fasa *mullite* terbentuk di atas suhu 1000°C. Hal ini mempertegas pernyataan bahwa genteng yang dibakar pada suhu pembakaran 900°C akan memiliki kuat tekan yang tinggi dan daya serap yang rendah karena fasa *mullite* telah terbentuk. Reaksi terjadinya reaksi *mullite* menurut Susetyaningsih [12] adalah sebagai berikut:



Uji Kuat Tekan

Uji kuat tekan menggunakan alat *compression test* untuk mengetahui pengaruh penambahan serbuk kaca dan suhu pembakaran genteng terhadap kuat tekan dari

genteng Hasil uji kuat tekan genteng lempung Banjir Kanal Timur Kota Semarang disajikan pada Gambar 2



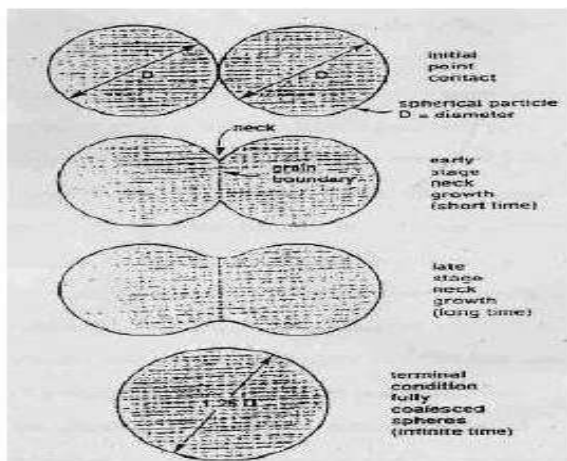
Gambar 2 Grafik pengaruh prosentase serbuk kaca dan suhu pada kuat tekan genteng

Gambar 2 menunjukkan bahwa penambahan serbuk kaca meningkatkan kuat tekan. Peningkatan kuat tekan ini disebabkan partikel-partikel silika mulai mengisi ruang antar partikel tanah liat, akibatnya muncul ikatan antara partikel lempung dan silika. Semakin besar prosentase serbuk kaca semakin banyak ikatan yang terbentuk sehingga kekuatan semakin meningkat dan pori-pori semakin rapat. Mekanisme pengisian ruang antar partikel lempung oleh silika disajikan pada Gambar 3.

Penambahan serbuk kaca yang tertinggi diperoleh pada prosentase 12% dari rentang 0%-20%. Hal tersebut karena volume silika 12% yang ditambahkan sama dengan volume ruang kosong antar partikel lempung. Penambahan serbuk kaca pada genteng kurang dari 12% atau tanpa penambahan menghasilkan kuat tekan genteng yang tidak begitu tinggi, karena jumlah silika yang ditambahkan belum mencukupi untuk menutup semua pori. Jika serbuk kaca yang ditambahkan lebih dari 12% nilai kuat tekan menurun, sebab kadar SiO₂ pada pori-pori lempung sudah jenuh, sehingga kristalinitasnya berkurang sesuai dengan penelitian Hadiyawarman, dkk. [13].

Suhu juga berpengaruh pada kuat tekan genteng. Dalam pembakaran, partikel-partikel yang semula terikat lemah karena hanya melakukan kontak lemah satu sama lain, mulai memperluas permukaan kontak akibat difusi atom. Kontak tersebut tumbuh menjadi leher (*neck*), yang ukurannya bergantung pada lama pemanasan dan suhu pemanasan [14]. Semakin lama waktu pemanasan dan tingginya suhu pemanasan maka ukuran leher semakin besar sehingga ikatan antar partikel semakin kuat. Ketika material yang disusun oleh partikel-partikel tersebut dibakar maka luas permukaan kontak partikel tumbuh, namun ruang kosong antar partikel tetap ada, tidak mungkin menghilangkan ruang kosong kecuali terjadi

penyusutan volume total material. Mekanisme penyatuan partikel menurut [15] ditampilkan pada gambar 3.



Gambar 3 Mekanisme penyatuan leher antarpartikel

Hasil uji kuat tekan genteng yang dibakar pada suhu 900°C memiliki kuat tekan paling tinggi karena sudah mulai mengalami fasa pembentukan kristalin yaitu fasa *mullite*, selain itu pada suhu 900°C genteng sudah mengalami proses *vitrifikasi*. Menurut [16] lempung akan menguat saat mengalami *vitrifikasi* yang dimulai pada suhu 900°C dan akan bertambah terus kekuatannya saat temperatur semakin dinaikkan sampai suhu maksimal lempung 1500°C. Selama *vitrifikasi* pori akan mengecil dan kekuatan serta kepadatan naik.

Genteng yang dibakar pada suhu 600°C memiliki nilai kuat tekan terendah sebab genteng baru mengalami reaksi dehidroksilasi berupa hilangnya molekul air yang terserap pada kisi-kisi kristal dan menuju pada pembentukan metakaolin. Metakaolin merupakan senyawa antara menuju senyawa berikutnya (*mullite*). Pembakaran pada suhu lebih dari 800°C menyebabkan genteng mulai mengalami pembentukan fasa kristalin dari metakaolin, sehingga pada suhu pembakaran 700°C - 800°C hasil kuat tekan genteng belum maksimal.

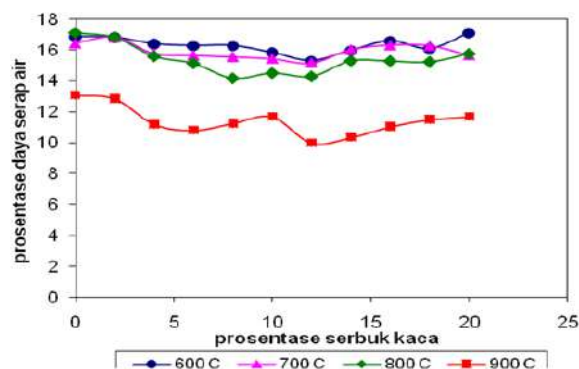
Hasil penelitian ini juga menunjukkan fenomena yang sama bahwa semakin tinggi suhu, maka semakin besar kuat tekannya sesuai dengan penelitian [17-19]. Nilai kuat tekan pada suhu lebih tinggi semakin meningkat disebabkan turunnya volume pori lempung. Hal ini didukung pula oleh penelitian [20] yang menyatakan kenaikan suhu bakar ternyata memungkinkan munculnya mineral *mullite* yang membuat kekuatan keramik jauh lebih baik.

Data yang dihasilkan terdapat nilai yang kurang baik yaitu pada suhu 700°C. Nilai kuat tekan yang dihasilkan kurang maksimum, kemungkinan disebabkan oleh sisi genteng yang kurang rata. Permukaan yang kurang rata menyebabkan hanya sebagian permukaan genteng yang bersinggungan dengan plat pada mesin uji kuat tekan. Menurut van Vlack dan Djaprie [4] kuat tekan maksimum hanya akan dihasilkan bila seluruh permukaan genteng

bersinggungan seluruhnya dengan plat baja pada mesin uji tekan

Uji Daya Serap Air

Genteng yang telah dibakar kemudian diuji daya serapnya untuk mengetahui pengaruh penambahan serbuk kaca dan pengaruh suhu pembakaran pada kemampuan daya serap genteng terhadap air. Grafik prosentase serapan air pada genteng yang telah direndam ditunjukkan oleh Gambar 4.



Gambar 4. Prosentase serapan air genteng

Gambar 4 menunjukkan semakin tinggi suhu, maka nilai prosentase air semakin rendah. Lempung yang dibakar kurang dari 600°C belum memiliki kematangan yang tepat. Penelitian Almarahle [21] menyatakan bahwa air pada lempung mulai menguap pada suhu 105°C sampai antara 700°C - 800°C.

Conrad [6] menyatakan bahwa lebih dari suhu 800°C, terjadi perubahan-perubahan kristal dari lempung dan mulai terbentuk bahan gelas yang mengisi pori-pori, sehingga bahan menjadi padat dan kuat. Semakin tinggi suhu maka silika akan mengelas memasuki pori-pori dan mengikat semua partikel tanah liat dengan membentuk ikatan yang dikenal sebagai ikatan *alumina silika*. Adanya pengelasan maka pori-pori genteng semakin rapat, sehingga air tidak banyak yang menembus. Pori sangat mempengaruhi daya serap air semakin banyak pori maka akan meningkatkan daya serap air. Saat lempung dibakar pada suhu lebih dari 800°C beberapa perubahan akan terjadi, misalnya lempung menjadi lebih keras ketika mendingin dan menjadi kedap air. Lempung tersebut telah mengalami proses *vitrifikasi*. Proses *vitrifikasi* ini disertai dengan penyusutan volume, semakin tinggi suhu, semakin besar penyusutan tetapi semakin rendah porositasnya, atau dengan kata lain benda semakin padat dan kedap air [6]. Menurut Kizinievic, dkk. [22] semakin tinggi suhu, maka daya serap akan menurun karena menurunnya volume pori.

Pembakaran suhu 600°C memiliki nilai daya serap paling besar karena genteng belum memiliki kematangan yang tepat. Pada suhu 700°C dan 800°C nilai daya serap genteng mengalami penurunan karena pori-pori lempung semakin mengecil dan saat genteng dibakar pada suhu 900°C daya serapnya semakin rendah karena genteng sudah mengalami proses *vitrifikasi* yang mengakibatkan semakin menyusutnya pori-pori

genteng. Semakin tinggi suhunya semakin rendah nilai prosentase daya serap pada genteng.

Penambahan serbuk kaca juga sangat berpengaruh pada daya serap genteng. Hal ini disebabkan tanpa serbuk kaca ruang antar partikel lempung berupa ruang kosong karena lepasnya air akibat pemanasan. Penyusunan partikel-partikel akan menimbulkan celah yang ukurannya lebih kecil daripada ukuran partikel lempung. Sehingga memungkinkan pengisian celah antar partikel tersebut dengan partikel yang ukurannya lebih kecil dari ukuran celah dan kontak yang dialami partikel lempung makin banyak. Kontak tidak hanya terjadi antar partikel lempung tetapi juga antara partikel lempung dengan partikel-partikel kecil yang mengisi ruang kosong sesuai dengan penelitian [14]. Penambahan serbuk kaca akan mengisi pori-pori, silika dalam serbuk kaca berperan sebagai pengelas saat dipanaskan dengan suhu tinggi. Menurut Cole [23] silika akan menaikkan suhu *vitrikifikasi*, tetapi mengurangi penyusutan pada saat proses pengeringan dan pembakaran

Silika yang dibakar pada suhu cukup tinggi berubah menjadi cairan gelas yang mengisi pori-pori sehingga bahan menjadi padat dan kuat. Tanpa adanya partikel silika, genteng menjadi berongga dan dengan adanya partikel silika, rongga genteng semakin menyempit. Penyempitan rongga genteng ini yang menyebabkan air tidak mudah masuk ke dalam genteng.

Penambahan serbuk kaca 12% memiliki nilai daya serap yang paling rendah, hal ini karena silika yang ditambahkan telah menutup pori lempung. Penambahan serbuk kaca kurang dari 12% menjadikan genteng memiliki daya serap yang tinggi sebab masih banyaknya pori genteng yang belum tertutup. Pada penambahan serbuk kaca lebih dari 12% nilai prosentase daya serapnya juga mulai bertambah. Hal ini disebabkan dengan semakin banyaknya serbuk kaca dalam pori menjadikan suhu *vitrikifikasi* naik, sehingga proses penyempitan pori menjadi terhambat.

Berdasarkan uji kuat tekan dan daya serap air terhadap genteng disimpulkan bahwa kuat tekan semakin meningkat apabila daya serap air semakin rendah Lempung sedimentasi Banjir Kanal Timur kota Semarang bisa dijadikan alternatif pembuat genteng dengan menambahkan serbuk kaca 12%, sehingga dapat mengurangi sedimentasi pada sungai Banjir Kanal Timur kota Semarang.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil uji dalam penelitian ini, lempung Banjir Kanal Timur kota Semarang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan genteng. Penambahan serbuk kaca meningkatkan kuat tekan dan menurunkan daya serap air dengan penambahan optimal pada 12%. Nilai kuat tekan genteng meningkat dan daya serap menjadi rendah pada temperatur 900°C.

5. Daftar Pustaka

- [1] Masciput, Templek Daerah Pengrajin Genteng, in, 2008.
- [2] Suprakas Sinha Ray, Kazuaki Okamoto, Kazunobu Yamada, Masami Okamoto, Novel porous ceramic material via burning of polylactide/layered silicate nanocomposite, *Nano Letters*, 2 (2002) 423-425.
- [3] Ambar Astuti, Pengetahuan Keramik, Gajah Mada University Press, Yogyakarta, 1997.
- [4] Lawrench H van Vlack, Sriati Djaprie, Ilmu dan teknologi Bahan, Penerbit Erlangga, 1992.
- [5] S Scholes, *Modern Glass Practice*, revised by Charles H. Greene, in, RAN Publishers, 1975.
- [6] John W Conrad, *Contemporary ceramic formulas*, Macmillan Pub Co, 1980.
- [7] A Rohman, Pembuatan Silika Gel untuk Kromatografi Lapis Tipis dari Botol Bekas, Lembaga Penelitian universitas Airlangga, Surabaya, 54 (1996).
- [8] S Gesang, JMV Hartono, Teknologi Bahan Bangunan Bata dan Genteng, in, Balai Penelitian Keramik, Bandung, 1979.
- [9] Wirman Kasmayadi, Irmira Kris Murwani, Analisis Termal Dan Studi Transformasi Fase Sistem Badan Keramik Lempung Batu Kumbung Lombok, *Feldspar*, Akta Kimindo, 3 (2007) 43-48.
- [10] DR Treadwell, DM Dabbs, IA Aksay, Mullite ($3\text{Al}_2\text{O}_3\text{-}2\text{SiO}_2$) synthesis with aluminosiloxanes, *Chemistry of materials*, 8 (1996) 2056-2060.
- [11] Akira Nishikawa, *Technology of monolithic refractories*, Plibrico Japan company limited, (1984).
- [12] Retno Susetyaningsih, Endro K Ismolo, Kristi Basuki Pengaruh Penambahan MgO Pada Peningkatan Kualitas Lempung Kasongan Untuk Immobilisasi Lumpur Limbah Pb Menggunakan Teknologi Keramik, *Jurnal Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir* (2008).
- [13] Hadiyawardman, Agus Rijal, Bebeh Wahid Nuryadin, Mikrajuddin Abdullah, Khairurrijal, A., Nuryadin BW, Abdullah M. dan Khairurrijal.(2008). Fabrikasi Material Nanokomposit Superkuat, Ringan dan Transparan Menggunakan Metode Simple Mixing, *Jurnal Nanosains & Nanoteknologi*, 1 (2008) 14-21.
- [14] Mikrajuddin Abdullah, A.D. Sonya, Bebeh Wahid Nuryadin, AR Marully, Khairurrijal, Sintesis Keramik Berbasis Komposit Clay-Karbon dan Karakterisasi Kekuatan Mekaniknya, *Jurnal Nanosains & Nanoteknologi*, 2 (2009).
- [15] Randall M German, *Powder metallurgy and particulate materials processing: the processes, materials, products, properties, and applications*, Metal powder industries federation Princeton, NJ, 2005.
- [16] NA Mazen, Production of fire clay refractory bricks from local materials, *European Journal of Scientific Research*, 26 (2009) 386-392.
- [17] Sedat Karaman, Sabit Ersahin, Hikmet Gunal, Firing temperature and firing time influence on mechanical and physical properties of clay bricks,

Journal of scientific and Industrial research, 65
(2006) 153.

- [18] Tütünlü Fatih, Atalay Umit, Utilization of fly ash in manufacturing of building brick, in: International ash utilization symposium. Center for applied energy research, University of Kentucky Paper, 2001.
- [19] K Haruna, P Onoja, M Chiroma, Characterization of Mayo-Belwa clays, Leonardo Electronic J. Practices Technol, 6 (2007) 123-130.
- [20] Humbarsono, Lempung Serap Tanjungharjo Sebagai Pencampur Lempung G. Pare Godean Untuk Bahan Keramik Melalui Kajian Mineralogi Di Pundong Bantul Yogyakarta, Jurnal Riset Daerah Vol.VI, No.1: 700-743. (2007).
- [21] Gazze Almarahle, Production of silica-refractory bricks from white sand, American Journal of Applied Sciences, 2 (2005) 465-468.
- [22] Olga Kizinievic, Ramunė Zurauskiene, Algis Spokauskas, Romualdas Maciulaitis, Application of catalyst waste to ceramics made of raw materials, Materials Science (Medžiagotyra), 11 (2005).
- [23] WF Cole, A note on the practical values of clay mineralogy in coarse ceramics, Clay Min. Bull, 4 (1960) 134-141.

Pengaruh Serbuk Kaca dan Variasi Suhu Pembakaran pada Pembuatan Genteng Lempung Sedimentasi Banjir Kanal Timur Kota Semarang terhadap Kuat Tekan serta Daya Serapnya terhadap Air

by Sriatun Sriatun

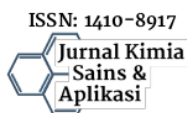
Submission date: 25-May-2019 08:39AM (UTC+0700)

Submission ID: 1135644686

File name: emarang_terhadap_Kuat_Tekan_serta_Daya_Serapnya_terhadap_Air.pdf (453.75K)

Word count: 3898

Character count: 23789



Pengaruh Serbuk Kaca dan Variasi Suhu Pembakaran pada Pembuatan Genteng Lempung Sedimentasi Banjir Kanal Timur Kota Semarang terhadap Kuat Tekan serta Daya Serapnya terhadap Air

Amaryllis Kartika Ratri^a, Sriatun^a, Adi Darmawan^{a*}

^a Inorganic Laboratory, Chemistry Department, Faculty of Sciences and Mathematics, Diponegoro University, Jalan Prof. Soedarto, Tembalang, Semarang 50275, Telepon (024) 7474754

* Corresponding author: adidarmawan@live.undip.ac.id

Article Info

Keywords:
powder glass,
compressive
strength, clay roof

Abstract

The manufacture of tile originating clay sedimentation of Semarang East Flood Canal and the study of the effect of the addition of glass powder and variation of combustion temperature against the compressive strength and water absorption of the tile has been conducted. The glass powder used comes from used glass bottles. This study was conducted by (1) varying the amount of glass powder mixed in clays by 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, 10%, 12%, 14%, 16%, 18%, and 20% And (2) varying the combustion temperature of 600°C, 700°C, 800°C and 900°C. The resulting product was tested using FT-IR and then measured the compressive strength and water absorption. Measurement of compressive strength of tile is done by putting pressure on tile using compression test tool. While the measurement of water absorption is done by measuring the percentage of tile weight before and after being soaked into water for one night. The results showed that by increasing the combustion temperature will increase the value of compressive strength and decrease the absorption value of tile to water. The addition of a glass powder that provides the highest compressive strength value and the lowest water absorption is in the addition of 12% glass powder.

Abstrak

Kata kunci:
serbuk kaca, kuat
tekan, genteng
lempung

Telah dilakukan pembuatan genteng yang berasal lempung sedimentasi Banjir Kanal Timur Semarang dan dilakukan pula kajian pengaruh penambahan serbuk kaca dan variasi suhu pembakaran terhadap kuat tekan dan daya serap air genteng tersebut. Serbuk kaca yang digunakan berasal dari kaca botol bekas. Kajian ini dilakukan dengan (1) melakukan variasi penambahan jumlah serbuk kaca yang dicampurkan pada lempung sebanyak 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, 10%, 12%, 14%, 16%, 18%, dan 20% dan (2) melakukan variasi suhu pembakaran 600°C, 700°C, 800°C dan 900°C. Produk yang dihasilkan diuji dengan menggunakan FT-IR kemudian diukur kuat tekan dan daya serap airnya. Pengukuran kuat tekan genteng dilakukan dengan memberikan tekanan pada genteng menggunakan alat *compression test*. Sedangkan pengukuran daya serap air dilakukan dengan mengukur persentase selisih berat genteng sebelum dan setelah direndam ke dalam air selama satu malam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan meningkatkan suhu pembakaran akan meningkatkan nilai kuat tekan dan menurunkan nilai daya serap genteng terhadap air. Penambahan serbuk kaca yang memberikan nilai kuat tekan tertinggi dan daya serap air terendah adalah pada penambahan serbuk kaca 12%.

1. Pendahuluan

Genteng merupakan salah satu komponen penting pembangunan perumahan yang memiliki fungsi untuk melindungi rumah dari suhu, hujan maupun fungsi lainnya. Semakin banyak pembangunan perumahan, maka akan semakin banyak kebutuhan akan genteng. Atap genteng dari tanah liat saat ini paling banyak digunakan oleh masyarakat Indonesia karena harganya yang relatif terjangkau dan mudah didapatkan. Pembuatan genteng menggunakan metode sederhana dimulai dari pengambilan tanah lempung sebagai bahan dasar, penggilingan lempung, pencetakan genteng dan pembakaran genteng [1] serta menggunakan bahan tambahan hanya berupa pasir kali memiliki banyak kelemahan. Kelemahan tersebut antara lain genteng mudah retak, memiliki daya serap air yang tinggi dan memiliki kuat tekan yang rendah. Menurut penelitian Sinha Ray, *dkk.* [2] pemberian bahan tambahan pada proses pembuatan genteng sangat berpengaruh terhadap kuat tekan dan porositas genteng. Oleh karena itu, perlu dikembangkan metode pembuatan genteng yang lebih baik dengan memberikan bahan tambahan seperti batu padas, sekam padi dan bubuk silika.

Penambahan silika sebagai bahan alternatif sering digunakan dalam proses pembuatan genteng dikarenakan memiliki kelebihan yaitu sebagai subyek untuk mengubah bentuk dan volume lempung pada suhu tertentu [3]. Pada gerabah padat, silika berfungsi sebagai bahan pengisi yang memelihara bentuk gerabah selama pembakaran [4]. Silika dan alumina akan membentuk sebuah jaringan kristal yang mengikat bahan-bahan yang tidak dapat dilarutkan menjadi suatu massa yang kuat. Silika yang menjadi bahan tambahan untuk pembuatan genteng dapat diperoleh dari botol kaca, sebab botol kaca dibuat dari kaca soda gamping yang memiliki kandungan silika tinggi yaitu 72,4% [5].

Suhu pembakaran juga sangat mempengaruhi proses pembuatan genteng. Semakin tinggi suhunya maka silika akan mengelas memasuki pori-pori dan mengikat semua partikel lempung dengan membentuk ikatan yang dikenal sebagai ikatan alumina silika [6].

Bahan dasar pembuatan genteng adalah lempung. Di aliran sungai Banjir Kanal Timur Kota Semarang terdapat deposit tanah lempung yang sangat banyak, membentang dari selatan hingga utara sepanjang 12 km. Besarnya sedimentasi lempung tersebut mempengaruhi aliran air sungai Banjir Kanal Timur yang dapat mengakibatkan musibah banjir. Sampai sekarang sedimen lempung dari Banjir Kanal kota Semarang belum dimanfaatkan. Sehingga pada penelitian ini dicoba mengkaji pemanfaatan tanah lempung Banjir Kanal Timur kota Semarang untuk pembuatan genteng.

Penelitian ini dilakukan dengan memodifikasi prosentase serbuk kaca botol bekas sebagai sumber silika dengan variasi suhu pembakaran 600°C, 700°C, 800°C, 900°C pada pembuatan genteng dari lempung Banjir Kanal Timur kota Semarang. Hal ini bertujuan untuk mengetahui suhu pembakaran yang efisien

sehingga dihasilkan genteng yang memiliki kuat tekan tinggi dan daya serap air rendah.

2. Metodologi

2.1. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah ayakan ukuran 100 mesh, timbangan analitis, oven, *furnace*, *blender*, alat pencetak genteng, dan *compression test* untuk uji daya tekan genteng silik

2.2. Bahan

Lempung alam yang berasal dari kali Banjir Kanal Timur jalan Barito Kota Semarang, bubuk kaca dari botol bekas, dan air.

2.3. Cara Kerja

Preparasi Lempung

Lempung Banjir Kanal Timur dari daerah Barito dibersihkan dari pengotor-pengotornya. Jika lempung yang digunakan terdapat bagian yang mengeras dan dapat mengganggu proses homogenasi, perlu dilakukan pengayakan pada lempung

Preparasi Sampel Kaca Sebagai Bubuk Kaca

Kaca dibersihkan dari pengotor-pengotornya kemudian dikeringkan. Kaca bersih dan kering dihaluskan sampai terbentuk serbuk kaca halus, kemudian diayak dengan ayakan 100 mesh.

Pembuatan Genteng Silika

Pembuatan genteng silika dilakukan dengan mencampurkan lempung yang sudah melalui tahap preparasi kemudian ditambahkan dengan bubuk kaca sebagai sumber silika dan air secukupnya sebagai perekat. Variasi komposisi bubuk kaca adalah 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, 10%, 12%, 14%, 16%, 18%, 20% dari berat total, yaitu 200 gram. Komposisi antar lempung dan serbuk kaca seperti tercantum dalam tabel 1 sebagai berikut

Tabel 1. Komposisi lempung, serbuk kaca dan air

Berat lempung (gram)	Berat serbuk kaca (gram)	Air (mL)
200	0	± 20
196	4	±20
192	8	± 20
188	12	± 20
184	16	± 20
180	20	± 20
176	24	± 20
172	28	± 20
168	32	± 20
164	36	± 20
160	40	± 20

Lempung, serbuk kaca dan air dihomogenasi dengan menggunakan *blender*, kemudian disaring dan

diangin-anginkan sampai setengah kering untuk memudahkan proses pencetakan atau pengepresan. Kemudian ditimbang ± 50 gram dan di-press atau dicetak dengan alat pengepres.

Pencetakan dilakukan dengan cara diberi tekanan sehingga menjadi padat. Genteng yang sudah dicetak dikeringkan dengan oven dengan suhu 80°C selama $\pm 1,5$ jam. Genteng kering kemudian dibakar dengan *furnace* dengan variasi suhu 600°C , 700°C , 800°C , 900°C .

Pengujian Genteng

Uji daya serap terhadap air

Genteng yang sudah dibakar ditimbang terlebih dahulu sebagai berat awal. Kemudian genteng direndam dalam air selama 1 hari (semalaman), genteng diambil dan dibiarkan selama 1 jam. Kemudian ditimbang kembali sebagai berat akhir. Penghitungan daya serap genteng dilakukan dengan menghitung selisih berat awal dan berat akhir kemudian membaginya dengan berat awal.

Uji kuat tekan

Uji daya tekan dilakukan untuk mengetahui kekuatan dari genteng, sampel yang sudah diuji daya serapnya dikeringkan, kemudian di ampelas sampai sama rata permukaannya. Genteng yang akan diuji diletakkan pada mesin penekan. Genteng ditekan dengan alat penekan sampai genteng pecah. Pada saat pecah dicatat besarnya gaya tekan maksimum yang bekerja.

Uji FTIR

Genteng yang digunakan, dikarakterisasi gugus fungsi yang terdapat dalam strukturnya dengan spektroskopi FTIR.

3. Hasil dan Pembahasan

Telah dilakukan pemanfaatan lempung sedimentasi Banjir Kanal Timur kota Semarang untuk pembuatan genteng dan pengaruh penambahan serbuk kaca sebagai sumber silika serta variasi suhu pembakaran terhadap kuat tekan dan daya serap air. Tahapan yang dilakukan meliputi preparasi lempung, preparasi kaca, pembuatan genteng dan untuk mengetahui kualitas genteng dilakukan uji perembesan air dan uji kuat tekan genteng.

3.1. Pembuatan Genteng

Pada penelitian ini genteng dibuat dengan menggunakan lempung banjir kanal timur kota Semarang dengan ditambahkan botol kaca bekas transparan (tidak berwarna) jenis soda gamping (*soda-lime glass*) dan dihaluskan. Kaca yang digunakan tidak berwarna karena dengan tidak adanya warna akan sedikit mengandung oksida-oksida logam atau garam sehingga reaksi dapat berjalan sempurna [7]. Tujuan penghalusan adalah untuk penyamarataan permukaan kaca dan memudahkan proses homogenasi dengan lempung.

Modifikasi pembuatan genteng dengan penambahan serbuk kaca dilakukan pada berbagai variasi berat serbuk kaca 0–20% terhadap berat total

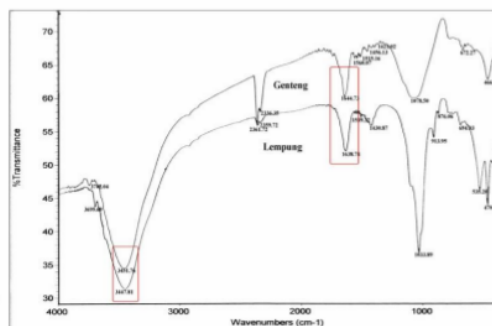
genteng basah. Penambahan serbuk kaca dapat mengurangi susut bakar melalui pengisian pori-pori oleh silika pada lempung pada saat pembakaran berlangsung. Proses pencetakan dilakukan dengan tujuan memberi tekanan pada lempung agar padat sehingga memiliki bentuk.

Proses pengeringan dilakukan untuk menghilangkan air plastis yang terikat pada genteng. Pada proses pengeringan beberapa sampel genteng mengalami keretakan. Keretakan ini disebabkan oleh proses pengeringan yang terlalu cepat air hilang secara tiba-tiba tanpa diimbangi penataan partikel tanah liat secara sempurna. Untuk menghindari pengeringan yang terlalu cepat, pada tahap awal genteng diangin-anginkan pada suhu kamar. Kemudian dikeringkan dengan sinar matahari langsung atau oven.

Genteng dibakar dengan variasi suhu 600°C , 700°C , 800°C , 900°C menggunakan *furnace* dengan tujuan untuk melelehkan kaca sehingga silika yang terkandung kaca dapat mengisi pori-pori genteng. Perubahan pertama yang terjadi dalam lempung ketika dibakar adalah hilangnya air bebas yaitu air yang ditambahkan dan berada di permukaan pada temperatur $\pm 150^{\circ}\text{C}$ [8]. Agar lempung menjadi genteng harus melalui proses pembakaran dengan suhu melebihi 600°C , pada temperatur antara 400°C – 600°C air yang terikat secara kimia dan zat-zat lain di dalam lempung akan menguap. Setelah suhu lebih dari 600°C lempung akan mengalami perubahan menjadi suatu mineral yang padat, keras dan permanen, perubahan ini disebut *ceramic change* atau perubahan keramik [6].

Uji Spektroskopi Infra Merah

Uji FTIR pada penelitian ini dilakukan terhadap lempung Banjir Kanal Timur kota Semarang yang dibandingkan dengan genteng. Hasil analisis FTIR pada sampel lempung dan genteng dapat disajikan pada gambar 1.



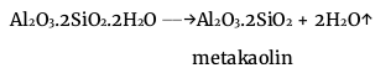
Gambar 1. spektra FTIR dari lempung dan sampel genteng

Gambar 1 di atas menunjukkan adanya perbedaan spektra lempung dan spektra genteng. Spektra pada puncak $3447,81\text{ cm}^{-1}$ merupakan uluran $-\text{OH}$ yang terikat pada $-\text{Al}$, spektra pada lempung memiliki transmittansi lebih rendah daripada transmittansi pada genteng, hal itu membuktikan bahwa dengan adanya

pemanasan maka -OH yang terikat pada -Al banyak terlepas dan diduga hal itu mengakibatkan terbentuk ikatan dengan SiO₂, membentuk ikatan silika alumina, ikatan yang terjadi adalah ikatan kovalen.

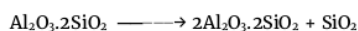
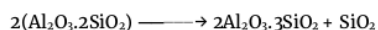
Serapan 1638,74 cm⁻¹ terdeteksi sebagai vibrasi tekuk dari air terhidrat, spektra ini terdapat pada sampel lempung dan genteng, hal ini menjelaskan bahwa masih ada air yang terdapat pada lempung dan genteng. Air terhidrat dalam genteng adalah air yang terjebak dalam pori di permukaan genteng.

Puncak 1033,89 cm⁻¹ mengidentifikasi adanya serapan gugus siloksan pada sampel lempung yaitu regangan asimetris ikatan O-Si-O dalam TO₄, hal ini menunjukkan bahwa lempung mengandung silika. Pada sampel genteng serapan terdapat pada puncak 1078,5 cm⁻¹ yang menyatakan adanya fasa metakaolin, tetapi transmisinya cukup besar yang menyatakan bahwa jumlah konsentrasi metakaolin dalam genteng sedikit. Metakaolin terjadi karena pemanasan yang mengakibatkan lepasnya H₂O. Persamaan reaksinya pembentukan metakaolin menurut Kasmayadi dan Murwani [9] adalah sebagai berikut:



Karakterisasi FTIR pada daerah sedang menunjukkan adanya serapan pada daerah sekitar 450 cm⁻¹ dengan intensitas yang tidak jauh berbeda untuk masing-masing sampel. Serapan pada daerah ini mengindikasikan adanya vibrasi tekuk Si-O atau Al-O, sehingga dapat dijelaskan bahwa pada sampel genteng maupun sampel lempung terdapat Si-O dan Al-O.

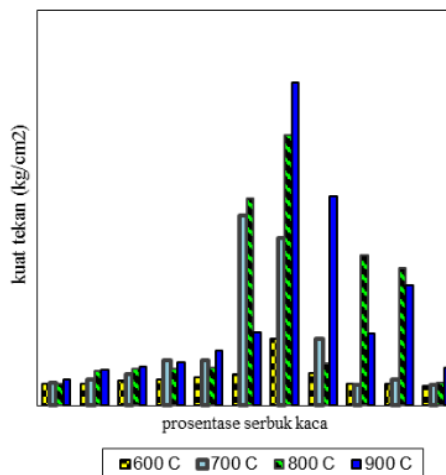
Serapan 2361,72 cm⁻¹ yang muncul pada fasa genteng adalah fasa pembentukan *mullite* (2Al₂O₃·2SiO₂), hal ini sesuai dengan penelitian [10], serapan ini tidak muncul pada sampel lempung sebab fasa *mullite* terbentuk apabila suhu pembakaran genteng tinggi atau lebih dari 900°C. Penelitian Kasmayadi dan Murwani [9] menyatakan pembentukan *mullite* terjadi pada suhu 934,39°C. *Mullite* merupakan senyawa yang sangat stabil, sehingga dapat dikatakan pembentukan *mullite* ini merupakan tujuan dari pembakaran keramik, karena dengan adanya *mullite*, sifat-sifat keramik yang keras, kompak, dan padat mulai terbentuk. Pendapat lain mengenai pembentukan fasa *mullite* terdapat dalam penelitian [11] yang menyatakan fasa *mullite* terbentuk di atas suhu 1000°C. Hal ini mempertegas pernyataan bahwa genteng yang dibakar pada suhu pembakaran 900°C akan memiliki kuat tekan yang tinggi dan daya serap yang rendah karena fasa *mullite* telah terbentuk. Reaksi terjadinya reaksi *mullite* menurut Susetyaningih [12] adalah sebagai berikut:



Uji Kuat Tekan

Uji kuat tekan menggunakan alat *compression test* untuk mengetahui pengaruh penambahan serbuk kaca dan suhu pembakaran genteng terhadap kuat tekan dari

genteng Hasil uji kuat tekan genteng lempung Banjir Kanal Timur Kota Semarang disajikan pada Gambar 2



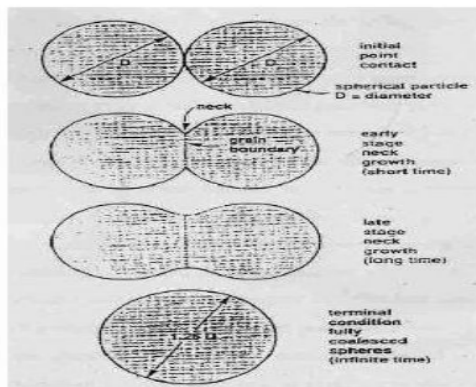
Gambar 2 Grafik pengaruh prosentase serbuk kaca dan suhu pada kuat tekan genteng

Gambar 2 menunjukkan bahwa penambahan serbuk kaca meningkatkan kuat tekan. Peningkatan kuat tekan ini disebabkan partikel-partikel silika mulai mengisi ruang antar partikel tanah liat, akibatnya muncul ikatan antara partikel lempung dan silika. Semakin besar prosentase serbuk kaca semakin banyak ikatan yang terbentuk sehingga kekuatan semakin meningkat dan pori-pori semakin rapat. Mekanisme pengisian ruang antar partikel lempung oleh silika disajikan pada Gambar 3.

Penambahan serbuk kaca yang tertinggi diperoleh pada prosentase 12% dari rentang 0%-20%. Hal tersebut karena volume silika 12% yang ditambahkan sama dengan volume ruang kosong antar partikel lempung. Penambahan serbuk kaca pada genteng kurang dari 12% atau tanpa penambahan menghasilkan kuat tekan genteng yang tidak begitu tinggi, karena jumlah silika yang ditambahkan belum mencukupi untuk menutup semua pori. Jika serbuk kaca yang ditambahkan lebih dari 12% nilai kuat tekan menurun, sebab kadar SiO₂ pada pori-pori lempung sudah jenuh, sehingga kristalinitasnya berkurang sesuai dengan penelitian Hadiyawardman, dkk. [13].

Suhu juga berpengaruh pada kuat tekan genteng. Dalam pembakaran, partikel-partikel yang semula terikat lemah karena hanya melakukan kontak lemah satu sama lain, mulai memperluas permukaan kontak akibat difusi atom. Kontak tersebut tumbuh menjadi leher (*neck*), yang ukurannya bergantung pada lama pemanasan dan suhu pemanasan [14]. Semakin lama waktu pemanasan dan tingginya suhu pemanasan maka ukuran leher semakin besar sehingga ikatan antar partikel semakin kuat. Ketika material yang disusun oleh partikel-partikel tersebut dibakar maka luas permukaan kontak partikel tumbuh, namun ruang kosong antar partikel tetap ada, tidak mungkin menghilangkan ruang kosong kecuali terjadi

penyusutan volume total material. Mekanisme penyatuan partikel menurut [15] ditampilkan pada gambar 3.



Gambar 3 Mekanisme penyatuan leher antarpartikel

Hasil uji kuat tekan genteng yang dibakar pada suhu 900°C memiliki kuat tekan paling tinggi karena sudah mulai mengalami fasa pembentukan kristalin yaitu fasa *mullite*, selain itu pada suhu 900°C genteng sudah mengalami proses *vitrifikasi*. Menurut [16] lempung akan menguat saat mengalami *vitrifikasi* yang dimulai pada suhu 900°C dan akan bertambah terus kekuatannya saat temperatur semakin dinaikkan sampai suhu maksimal lempung 1500°C. Selama *vitrifikasi* pori akan mengecil dan kekuatan serta kepadatan naik.

Genteng yang dibakar pada suhu 600°C memiliki nilai kuat tekan terendah sebab genteng baru mengalami reaksi dehidroksilasi berupa hilangnya molekul air yang terserap pada kisi-kisi kristal dan menuju pada pembentukan metakaolin. Metakaolin merupakan senyawa antara menuju senyawa berikutnya (*mullite*). Pembakaran pada suhu lebih dari 800°C menyebabkan genteng mulai mengalami pembentukan fasa kristalin dari metakaolin, sehingga pada suhu pembakaran 700°C – 800°C hasil kuat tekan genteng belum maksimal.

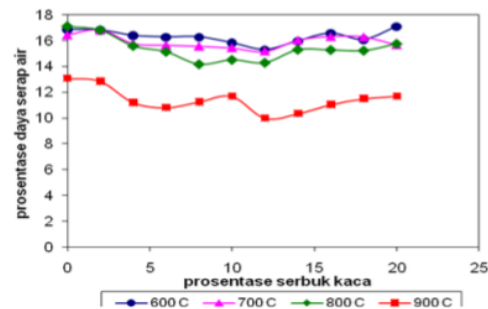
Hasil penelitian ini juga menunjukkan fenomena yang sama bahwa semakin tinggi suhu, maka semakin besar kuat tekannya sesuai dengan penelitian [17-19]. Nilai kuat tekan pada suhu lebih tinggi semakin meningkat disebabkan turunnya volume pori lempung. Hal ini didukung pula oleh penelitian [20] yang menyatakan kenaikan suhu bakar ternyata memungkinkan munculnya mineral *mullite* yang membuat kekuatan keramik jauh lebih baik.

Data yang dihasilkan terdapat nilai yang kurang baik yaitu pada suhu 700°C. Nilai kuat tekan yang dihasilkan kurang maksimum, kemungkinan disebabkan oleh sisi genteng yang kurang rata. Permukaan yang kurang rata menyebabkan hanya sebagian permukaan genteng yang bersinggungan dengan plat pada mesin uji kuat tekan. Menurut van Vlack dan Djaprie [4] kuat tekan maksimum hanya akan dihasilkan bila seluruh permukaan genteng

bersinggungan seluruhnya dengan plat baja pada mesin uji tekan

Uji Daya Serap Air

Genteng yang telah dibakar kemudian diuji daya serapnya untuk mengetahui pengaruh penambahan serbuk kaca dan pengaruh suhu pembakaran pada kemampuan daya serap genteng terhadap air. Grafik prosentase serapan air pada genteng yang telah direndam ditunjukkan oleh Gambar 4.



Gambar 4. Prosentase serapan air genteng

Gambar 4 menunjukkan semakin tinggi suhu, maka nilai prosentase air semakin rendah. Lempung yang dibakar kurang dari 600°C belum memiliki kematangan yang tepat. Penelitian Almarahle [21] menyatakan bahwa air pada lempung mulai menguap pada suhu 105°C sampai antara 700°C – 800°C.

Conrad [6] menyatakan bahwa lebih dari suhu 800°C, terjadi perubahan-perubahan kristal dari lempung dan mulai terbentuk bahan gelas yang mengisi pori-pori, sehingga bahan menjadi padat dan kuat. Semakin tinggi suhu maka silika akan mengelas memasuki pori-pori dan mengikat semua partikel tanah liat dengan membentuk ikatan yang dikenal sebagai ikatan *alumina silika*. Adanya pengelasan maka pori-pori genteng semakin rapat, sehingga air tidak banyak yang menembus. Pori sangat mempengaruhi daya serap air semakin banyak pori maka akan meningkatkan daya serap air. Saat lempung dibakar pada suhu lebih dari 800°C beberapa perubahan akan terjadi, misalnya lempung menjadi lebih keras ketika mendingin dan menjadi kedap air. Lempung tersebut telah mengalami proses *vitrifikasi*. Proses *vitrifikasi* ini disertai dengan penyusutan volume, semakin tinggi suhu, semakin besar penyusutan tetapi semakin rendah porositasnya, atau dengan kata lain benda semakin padat dan kedap air [6]. Menurut Kizinievic, dkk. [22] semakin tinggi suhu, maka daya serap akan menurun karena menurunnya volume pori.

Pembakaran suhu 600°C memiliki nilai daya serap paling besar karena genteng belum memiliki kematangan yang tepat. Pada suhu 700°C dan 800°C nilai daya serap genteng mengalami penurunan karena pori-pori lempung semakin mengecil dan saat genteng dibakar pada suhu 900°C daya serapnya semakin rendah karena genteng sudah mengalami proses *vitrifikasi* yang mengakibatkan semakin menyusutnya pori-pori

genteng. Semakin tinggi suhunya semakin rendah nilai prosentase daya serap pada genteng.

Penambahan serbuk kaca juga sangat berpengaruh pada daya serap genteng. Hal ini disebabkan tanpa serbuk kaca ruang antar partikel lempung berupa ruang kosong karena lepasnya air akibat pemanasan. Penyusunan partikel-partikel akan menimbulkan celah yang ukurannya lebih kecil daripada ukuran partikel lempung. Sehingga memungkinkan pengisian celah antar partikel tersebut dengan partikel yang ukurannya lebih kecil dari ukuran celah dan kontak yang dialami partikel lempung makin banyak. Kontak tidak hanya terjadi antar partikel lempung tetapi juga antara partikel lempung dengan partikel-partikel kecil yang mengisi ruang kosong sesuai dengan penelitian [14]. Penambahan serbuk kaca akan mengisi pori-pori, silika dalam serbuk kaca berperan sebagai pengelas saat dipanaskan dengan suhu tinggi. Menurut Cole [23] silika akan menaikkan suhu *vitifikasi*, tetapi mengurangi penyusutan pada saat proses pengeringan dan pembakaran.

Silika yang dibakar pada suhu cukup tinggi berubah menjadi cairan gelas yang mengisi pori-pori sehingga bahan menjadi padat dan kuat. Tanpa adanya partikel silika, genteng mejadi berongga dan dengan adanya partikel silika, rongga genteng semakin menyempit. Penyempitan rongga genteng ini yang menyebabkan air tidak mudah masuk ke dalam genteng.

Penambahan serbuk kaca 12% memiliki nilai daya serap yang paling rendah, hal ini karena silika yang ditambahkan telah menutup pori lempung. Penambahan serbuk kaca kurang dari 12% menjadikan genteng memiliki daya serap yang tinggi sebab masih banyaknya pori genteng yang belum tertutup. Pada penambahan serbuk kaca lebih dari 12% nilai prosentase daya serapnya juga mulai bertambah. Hal ini disebabkan dengan semakin banyaknya serbuk kaca dalam pori menjadikan suhu *vitifikasi* naik, sehingga proses penyempitan pori menjadi terhambat.

Berdasarkan uji kuat tekan dan daya serap air terhadap genteng disimpulkan bahwa kuat tekan semakin meningkat apabila daya serap air semakin rendah Lempung sedimentasi Banjir Kanal Timur kota Semarang bisa dijadikan alternatif pembuat genteng dengan menambahkan serbuk kaca 12%, sehingga dapat mengurangi sedimentasi pada sungai Banjir Kanal Timur kota Semarang.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil uji dalam penelitian ini, lempung Banjir Kanal Timur kota Semarang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan genteng. Penambahan serbuk kaca meningkatkan kuat tekan dan menurunkan daya serap air dengan penambahan optimal pada 12%. Nilai kuat tekan genteng meningkat dan daya serap menjadi rendah pada temperatur 900°C.

5. Daftar Pustaka

- [1] Masciput, Templek Daerah Pengrajin Genteng, in, 2008.
- [2] Suprakas Sinha Ray, Kazuaki Okamoto, Kazunobu Yamada, Masami Okamoto, Novel porous ceramic material via burning of polylactide/layered silicate nanocomposite, *Nano Letters*, 2 (2002) 423-425.
- [3] Ambar Astuti, Pengetahuan Keramik, Gajah Mada University Press, Yogyakarta, 1997.
- [4] Lawrench H van Vlack, Sriati Djaprie, Ilmu dan teknologi Bahan, Penerbit Erlangga, 1992.
- [5] S Scholes, *Modern Glass Practice*, revised by Charles H. Greene, in, RAN Publishers, 1975.
- [6] John W Conrad, *Contemporary ceramic formulas*, Macmillan Pub Co, 1980.
- [7] A Rohman, Pembuatan Silika Gel untuk Kromatografi Lapis Tipis dari Botol Bekas, Lembaga Penelitian universitas Airlangga, Surabaya, 54 (1996).
- [8] S Gesang, JMV Hartono, Teknologi Bahan Bangunan Bata dan Genteng, in, Balai Penelitian Keramik, Bandung, 1979.
- [9] Wirman Kasmayadi, Irmira Kris Murwani, Analisis Termal Dan Studi Transformasi Fase Sistem Badan Keramik Lempung Batu Kumbung Lombok, *Feldspar*, Akta Kimindo, 3 (2007) 43-48.
- [10] DR Treadwell, DM Dabbs, IA Aksay, Mullite ($3\text{Al}_2\text{O}_3-2\text{SiO}_2$) synthesis with aluminosiloxanes, *Chemistry of materials*, 8 (1996) 2056-2060.
- [11] Akira Nishikawa, Technology of monolithic refractories, Plibrico Japan company limited, (1984).
- [12] Retno Susetyaningsih, Endro K Ismolo, Kristi Basuki Pengaruh Penambahan MgO Pada Peningkatan Kualitas Lempung Kasongan Untuk Immobilisasi Lumpur Limbah Pb Menggunakan Teknologi Keramik, *Jurnal Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir* (2008).
- [13] Hadiyawardan, Agus Rijal, Bebeh Wahid Nuryadin, Mikrajuddin Abdullah, Khairurrijal, A., Nuryadin BW, Abdullah M. dan Khairurrijal. (2008). Fabrikasi Material Nanokomposit Superkuat, Ringan dan Transparan Menggunakan Metode Simple Mixing, *Jurnal Nanosains & Nanoteknologi*, 1 (2008) 14-21.
- [14] Mikrajuddin Abdullah, A.D. Sonya, Bebeh Wahid Nuryadin, AR Marully, Khairurrijal, Sintesis Keramik Berbasis Komposit Clay-Karbon dan Karakterisasi Kekuatan Mekaniknya, *Jurnal Nanosains & Nanoteknologi*, 2 (2009).
- [15] Randall M German, Powder metallurgy and particulate materials processing: the processes, materials, products, properties, and applications, Metal powder industries federation Princeton, NJ, 2005.
- [16] NA Mazen, Production of fire clay refractory bricks from local materials, *European Journal of Scientific Research*, 26 (2009) 386-392.
- [17] Sedat Karaman, Sabit Ersahin, Hikmet Gunal, Firing temperature and firing time influence on mechanical and physical properties of clay bricks,

Journal of scientific and Industrial research, 65 (2006) 153.

- [18] Tütünlü Fatih, Atalay Umit, Utilization of fly ash in manufacturing of building brick, in: International ash utilization symposium. Center for applied energy research, University of Kentucky Paper, 2001.
- [19] K Haruna, P Onoja, M Chiroma, Characterization of Mayo-Belwa clays, Leonardo Electronic J. Practices Technol, 6 (2007) 123-130.
- [20] Humbarsono, Lempung Serap Tanjungharjo Sebagai Pencampur Lempung G. Pare Godean Untuk Bahan Keramik Melalui Kajian Mineralogi Di Pundong Bantul Yogyakarta, Jurnal Riset Daerah Vol.VI, No.1: 700-743. (2007).
- [21] Gazze Almarahle, Production of silica-refractory bricks from white sand, American Journal of Applied Sciences, 2 (2005) 465-468.
- [22] Olga Kizinievic, Ramunė Zurauskiene, Algis Spokauskas, Romualdas Maciulaitis, Application of catalyst waste to ceramics made of raw materials, Materials Science (Medžiagotyra), 11 (2005).
- [23] WF Cole, A note on the practical values of clay mineralogy in coarse ceramics, Clay Min. Bull, 4 (1960) 134-141.

Pengaruh Serbuk Kaca dan Variasi Suhu Pembakaran pada Pembuatan Genteng Lempung Sedimentasi Banjir Kanal Timur Kota Semarang terhadap Kuat Tekan serta Daya Serapnya terhadap Air

ORIGINALITY REPORT

18%	15%	5%	6%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

MATCH ALL SOURCES (ONLY SELECTED SOURCE PRINTED)

2%
★ Submitted to Universiti Malaysia Perlis
Student Paper

Exclude quotes	Off	Exclude matches	Off
Exclude bibliography	Off		

Pengaruh Serbuk Kaca dan Variasi Suhu Pembakaran pada Pembuatan Genteng Lempung Sedimentasi Banjir Kanal Timur Kota Semarang terhadap Kuat Tekan serta Daya Serapnya terhadap Air

GRADEMARK REPORT

FINAL GRADE

/100

GENERAL COMMENTS

Instructor

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7