

## PEMBUATAN KERAMIK BERBASIS SODIUM *FELDSPAR*, CANGKANG KERANG, CANGKANG UDANG, DAN TANAH LIAT

Tyas Hermawan Putra<sup>1\*</sup>, Abdul Halim Daulay<sup>1</sup>, Khairiah Lubis<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program studi Fisika Universitas Islam Negeri Sumatera Utara

\*Email: thermawanputra@gmail.com

### Abstrak

Pembuatan keramik berbasis sodium *feldspar*, cangkang kerang, cangkang udang dan tanah liat dapat dihasilkan dengan optimal. Karakteristik keramik variasi campuran 30:0:0:70, 30:5:5:60, 30:10:10:50, dan 30:15:15:40 menghasilkan nilai kuat tekan sebesar 9,29, 8,72, 7,33, dan 6,12 MPa, menghasilkan nilai kuat patah sebesar 7,15, 5,98, 4,73, dan 3. penelitian ini bertujuan untuk: untuk mengetahui proses pembuatan keramik berbasis sodium *feldspar*, cangkang kerang, cangkang udang, dan tanah liat, untuk mengetahui karakteristik keramik yang dihasilkan berbasis sodium *feldspar*, cangkang kerang, dan cangkang udang, dan tanah liat. Penelitian ini menggunakan metode karakterisasi meliputi, kuat tekan, kuat patah, densitas, dan analisis mikrostruktur dengan *Scanning Electron Microscope* (SEM). Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Penelitian Fakultas Teknik Kimia Universitas Sumatera Utara dan Laboratorium Teknologi Hasil Kehutanan (THH), pada bulan juli sampai bulan agustus 2020. Sampel penelitian ini adalah Bahan baku pada pembuatan keramik terdiri atas Sodium *Feldspar*, cangkang kerang dan cangkang udang dengan pengikat Tanah Liat, dimana cangkang kerang dan cangkang udang didapatkan dari komersial.

**Kata-kata Kunci:** sodium *feldspar*, cangkang kerang, cangkang udang, dan tanah liat

### Abstract

*Making ceramics based on sodium feldspar, clam shells, shrimp shells and clay can be produced optimally. Characteristics of ceramic mixture variations 30:0:0:70, 30:5:5:60, 30:10:10:50, and 30:15:15:40 produce compressive strength values of 9.29, 8.72, 7.33, and 6.12 MPa, resulting in fracture strength values of 7.15, 5.98, 4.73, and 3. This research aims to: determine the process of making ceramics based on sodium feldspar, clam shells, shrimp shells, and clay, to determine the characteristics of ceramics produced based on sodium feldspar, clam shells and shrimp shells, and clay. This research uses characterization methods including compressive strength, fracture strength, density, and microstructural analysis with a Scanning Electron Microscope (SEM). This research was conducted at the Research Laboratory of the Faculty of Chemical Engineering, University of North Sumatra and the Forestry Products Technology Laboratory (THH), from July to August 2020. The samples for this research were raw materials for making ceramics consisting of Sodium Feldspar, clam shells and shrimp shells with a binder. Clay, where clam shells and shrimp shells are obtained commercially.*

**Keywords:** sodium *feldspar*, clam shells, shrimp shells, and clay

## I. PENDAHULUAN

Keramik merupakan bahan yang mempunyai karakteristik senyawa logam dan non logam, senyawa tersebut memiliki ikatan ionik dan ikatan kovalen. Keramik mempunyai sifat-sifat yang baik seperti kuat, keras, stabil pada suhu tinggi dan korosif sehingga cocok digunakan untuk bahan bangunan. Keramik biasanya merupakan sebuah material yang kuat, keras namun memiliki sifat getas dan mudah patah. Kualitas keramik dipengaruhi oleh bahan baku yang digunakan dan pada saat pembakaran (Andik, 2012). Suhu pembakaran yang terlalu tinggi akan menyebabkan keramik mudah pecah atau retak. Untuk mengatasi masalah pembakaran maka perlu dilakukan pembakaran dengan suhu yang sesuai agar tidak terjadi pecah dan retak.

Dalam upaya perbaikan kualitas keramik perlu dilakukan penambahan material yang dapat meningkatkan pengaruh kualitas pada keramik. Alam memiliki berbagai macam potensi sumber daya dan belum sepenuhnya dimanfaatkan secara maksimum. Salah satu potensi alamnya yaitu pemanfaatan bahan mineral alam seperti *feldspar*. *Feldspar* ( $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ ) adalah nama kelompok mineral yang terdiri atas potasium, sodium, dan kalsium alumino silikat. *Feldspar* ditemukan pada batuan beku, batuan erupsi, dan batuan metamorfosa, baik yang bersifat asam maupun basa.

Tanah liat atau lempung dari dahulu sudah digunakan oleh sebagian masyarakat Indonesia sebagai bahan baku pembuatan benda-benda keramik. Benda keramik tersebut adalah berupa bata, periuk, tungku, jambangan, gentong hingga genteng .

Salah satu material yang dapat digunakan untuk membuat keramik adalah kalsium silikat. Kalsium silikat ini mengandung kalsium (Ca), silikon (Si), dan oksigen ( $\text{O}_2$ ). Kalsium silikat dikenal dengan rumus kimia  $\text{CaSiO}_3$  merupakan bahan yang memiliki titik lebur sebesar  $1540^\circ\text{C}$ . Berdasarkan perhitungan massa kalsium silikat  $\text{CaSiO}_3$  memiliki komposisi teoretis yaitu CaO 48,28% dan  $\text{SiO}_2$  51,72%. (Budiyanto, 2008)

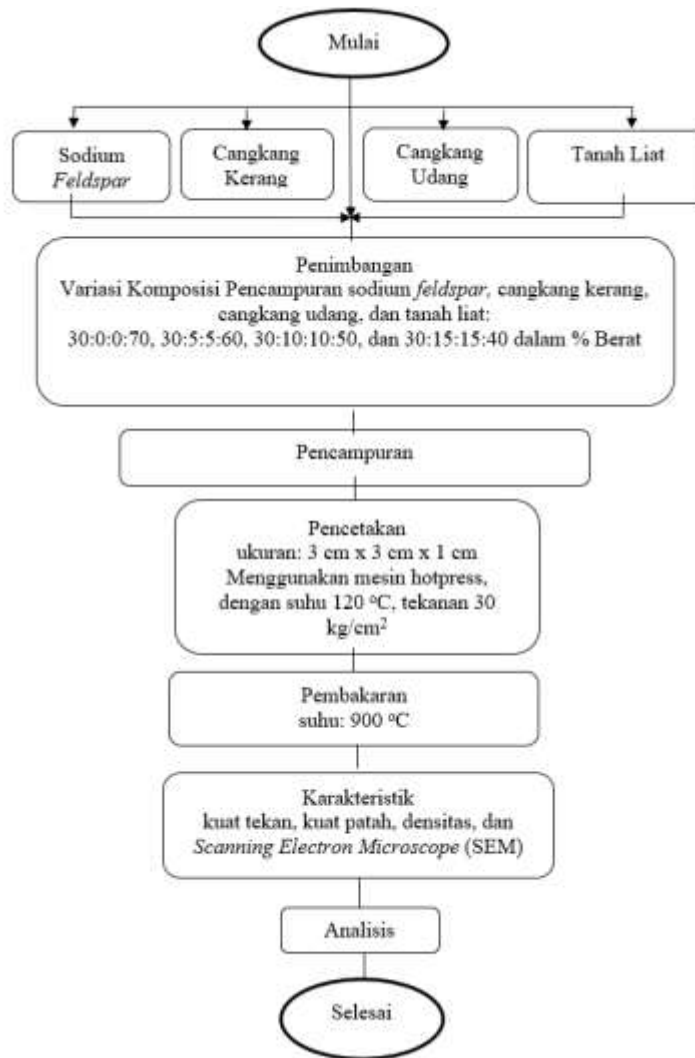
Kerang dan udang merupakan hasil dari perikanan yang bernilai ekonomis tinggi. Selama ini pemanfaatan udang dan kerang hanya terbatas sebagai kebutuhan pangan saja. Tetapi limbahnya seperti cangkang udang dan cangkang kerang kurang termanfaatkan dengan baik hanya dibuang saja. Pemanfaatan cangkang udang dan cangkang kerang sebagai material keramik masih belum dioptimalkan penggunaannya dalam bidang keramik. Hal ini dapat dilihat Cangkang udang merupakan sumber potensial pembuatan kitin dan kitosan, yaitu biopolimer yang secara komersil berpotensi dalam berbagai bidang industri. Cangkang udang mengandung protein 25 – 40%, kalsium karbonat 45 – 50%, dan kitin 15 – 20%, tetapi besarnya kandungan komponen tersebut tergantung pada jenis udang dan tempat hidupnya (Marganov, 2003).

Cangkang kerang berasal dari hewan laut yang telah mengalami penggilingan dan mempunyai karbonat tinggi. Kandungan kalsium dalam cangkang kerang adalah 38 %. Cangkang udang selama ini hanya limbah yang dikeringkan dan dimanfaatkan sebagai pakan dan pupuk, kini limbah udang dapat dijadikan bahan untuk membuat kitin dan kitosan. Cangkang udang mengandung 20-30 % senyawa kitin, 21 % protein dan 40-50 % mineral. (Marito, 2009)

Berkaitan dengan penjelasan diatas maka peneliti tertarik melakukan penelitian “Pembuatan keramik berbasis sodium *feldspar*, cangkang kerang, cangkang udang, dan tanah liat”.

## II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Penelitian Fakultas Teknik Kimia Universitas Sumatera Utara dan Laboratorium Teknologi Hasil Kehutanan (THH). Diagram alir penelitian pembuatan keramik sebagai berikut:



**Gambar 1.** Diagram Alir Pembuatan Keramik

## 2.1 Variabel penelitian

Variabel dalam penelitian Keramik, yaitu:

1. Perbandingan antara sodium feldspar, cangkang kerang, cangkang udang, dan tanah liat adalah 30:0:0:70, 30:5:5:60, 30:10:10:50, dan 30:15:15:40 dalam % berat.
2. Suhu yang digunakan untuk pembakaran adalah 900 °C.
3. Waktu pembakaran yang digunakan selama 3 jam

## 2.2 Preparasi Sampel

Bahan baku yang digunakan pada pembuatan keramik terdiri atas Sodium Feldspar, cangkang kerang dan cangkang udang dengan pengikat Tanah Liat, dimana cangkang kerang dan cangkang udang didapatkan dari komersial. Cangkang kerang dan cangkang udang yang akan digunakan dicuci terlebih dahulu hingga bersih lalu dikeringkan. Setelah dikeringkan, cangkang kerang dan cangkang udang dihaluskan dengan mortar dan pestle lalu diayak dengan ukuran 100 mesh, kemudian dilakukan pencampuran semua bahan Sodium Feldspar, cangkang kerang, cangkang udang dengan pengikat Tanah Liat dalam wadah dan diaduk sampai semua bahan bercampur dengan rata.

Proses pengeringan dilakukan tidak pada kondisi room temperature atau pengeringan konvensional tetapi pada kondisi suhu dan waktu tertentu yang telah dikondisikan. Hal tersebut dilakukan dengan pertimbangan agar untuk mempercepat proses pengeringan dan menghemat biaya.

Selain itu, agar selama proses pengeringan keramik tidak mengalami shock hydratation yang mengakibatkan muncul retak-retak di permukaan atau di dalam keramik.

Selanjutnya bahan yang telah bercampur dengan rata dituangkan dalam cetakan yang berupa segi empat dengan ukuran panjang 3 cm, lebar 3 cm, dan tinggi 3 cm. Dipress dengan suhu 120 °C selang waktu 15 menit dan tekanan 30 kg/cm<sup>2</sup>, dioven dengan suhu 60 °C dengan waktu 8 jam, dan dilakukan pembakaran dengan 900 oC dengan waktu pembakaran yang telah ditetapkan selama 3 jam.

### 2.3 Metode Karakterisasi

Metode karakterisasi dilakukan dalam penelitian ini meliputi, kuat tekan, kuat patah, densitas, dan analisis mikrostruktur dengan Scanning Electron Microscope (SEM).

#### a. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menyiapkan benda uji beton
2. Mengukur dimensi panjang, lebar, dan tinggi untuk masing-masing sampel yang akan diuji kuat tekannya.
3. Meletakkan benda uji pada alat uji kuat tekan yaitu Tensilon.
4. Menyalakan tombol power kemudian mengamati data di dalam komputer, sambil memberikan beban tekan (F) dari atas perlahan demi perlahan sampai beton tersebut hancur.
5. Dan besarnya nilai beban tekan maksimum terbaca di dalam komputer



**Gambar 2.** Pengujian Kuat Tekan

#### b. Pengujian Kuat Patah

Pengujian kuat patah dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menyiapkan benda uji beton
2. Mengukur dimensi panjang, lebar, dan tinggi untuk masing-masing sampel yang akan diuji kuat patahnya.
3. Meletakkan benda uji pada alat uji kuat patah yaitu Tensilon.
4. Menyalakan tombol power kemudian mengamati data di dalam komputer, sambil memberikan beban tekan (F) dari atas perlahan demi perlahan sampai beton tersebut hancur.
5. Dan besarnya nilai beban tekan maksimum terbaca di dalam komputer.



**Gambar 3.** Pengujian Kuat patah

c. Densitas

Pengujian densitas dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menyiapkan benda uji.
2. Menimbang massa benda uji.
3. Mengukur dimensi panjang, lebar, dan tinggi dari masing-masing variasi benda uji.
4. Menghitung nilai densitas masing-masing benda

d. Scanning Electron Microscopy (SEM)

Bentuk dan ukuran partikel penyusun secara mikroskopik dari beton dapat diidentifikasi berdasarkan micrograph data yang diperoleh dari pengamatan menggunakan perangkat Scanning Electron Microscope (SEM). Adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

1. Sampel diletakkan di dalam cawan, kemudian sampel tersebut dilapisi emas.
2. Sampel disinari dengan pancaran elektron bertenaga kurang lebih 20 kV sehingga sample memancarkan elektron turunan (secondary electron) dan elektron terpantul (back scattered electron) yang dapat dideteksi dengan detector scintilator yang diperkuat sehingga timbul gambar pada layar CRT.
3. Pemotretan dilakukan setelah pengaturan (setting) pada bagian tertentu dari objek dan perbesaran yang diinginkan sehingga diperoleh foto yang mewakili untuk dapat diidentifikasi.



**Gambar 4.** Perangkat Scanning Electron Microscope (SEM)

### III. HASIL PENELITIAN

Pada penelitian ini telah dilakukan pembuatan keramik dengan campuran sodium feldspar, serbung cangkang kerang, serbuk kulit udang, dan tanah liat sebagai pengikat sebanyak 30:0:0:70, 30:5:5:60, 30:10:10:50. dan 30:10:10:40 (%). semua sampel dicampur kedalam cetakan kubus yang berukuran 3 cm x 3 cm x 1 cm dihotpres dengan suhu 120 °C, selang waktu 15 menit, dan tekanan 30

kg/cm<sup>2</sup>, dioven dengan suhu 60 °C dengan waktu 8 jam, dan dilakukan pembakaran dengan 900 °C dengan waktu pembakaran yang telah ditetapkan selama 3 jam. Adapun pengujian yang dilakukan meliputi kuat tekan, kuat patah, densitas, dan SEM.

### 3.1 Data Kuat Tekan

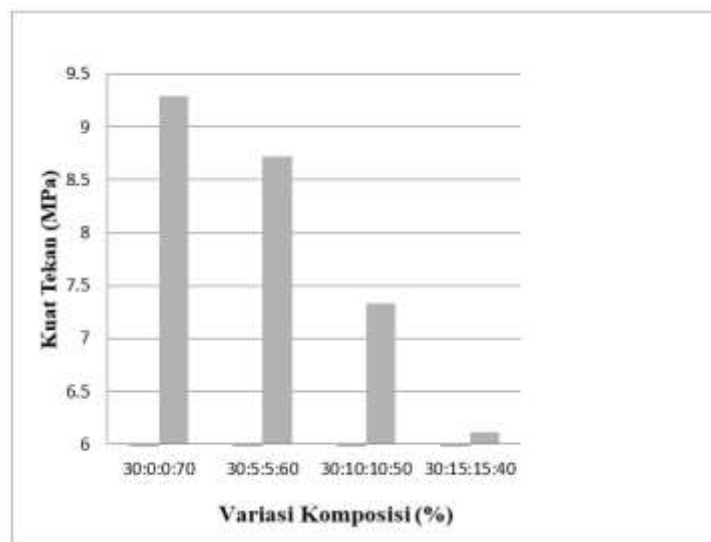
Pada Tabel 1 diperlihatkan kuat tekan dari keramik dengan komposisi sodium feldspar, serbuk cangkang kerang, serbuk cangkang udang, dan tanah liat dengan perbandingan 30:0:0:70, 30:5:5:60, 30:10:10:50, dan 30:10:10:40 (%) yang dibakar pada suhu 900 °C.

**Tabel 1.** Data hasil Pengukuran Kuat Tekan

Sodium Feldspar (%)	Serbuk Cangkang Kerang (%)	Serbuk Cangkang Udang (%)	Tanah Liat (%)	Kuat Tekan (MPa)
30	0	0	70	9,29
30	5	5	60	8,72
30	10	10	50	7,33
30	15	15	40	6,12

Berdasarkan kuat tekan terlihat nilai kuat tekan yang dihasilkan berkisar 6,12 – 9,29 MPa. Pada komposisi sodium feldspar, serbuk cangkang kerang, serbuk kulit udang, dan tanah liat dengan perbandingan 30:15:15:40 diperoleh kuat tekan sebesar 6,12 Mpa, perbandingan 30:10:10:50 diperoleh kuat tekan sebesar 7,33 Mpa, perbandingan 30:5:5:60 diperoleh sebesar 8,72 MPa, dan 30:0:0:70 diperoleh kuat tekan sebesar 9,29 Mpa.

Dari Tabel 1 dapat dibuat grafik hubungan antara nilai kuat tekan terhadap perubahan komposisi sodium feldspar, serbuk cangkang kerang, serbuk kulit udang, dan pengikat tanah liat:



**Gambar 5.** Grafik Kuat Tekan

Gambar 5. menunjukkan, hal ini disebabkan semakin berkurangnya tanah liat maka kuat tekan semakin menurun disebabkan komposisi tanah liat sebagai pengikat semakin menurun sehingga tanah liat tidak maksimal mengikat antar partikel. Jika daya ikat rendah maka kuat tekan tidak optimal, kemungkinan bertambahnya CaCO<sub>3</sub>, semakin tinggi CaCO<sub>3</sub> maka semakin rendah kuat tekan yang dihasilkan dan jika CaCO<sub>3</sub> semakin sedikit maka semakin kuat pula kuat tekan yang didapat. Kuat

tekan minimum terdapat pada perbandingan 30:15:15:40 % dengan nilai 6,12 MPa sedangkan nilai kuat tekan maksimum diperoleh pada perbandingan 30:0:0:70 dengan nilai 9,29 MPa.

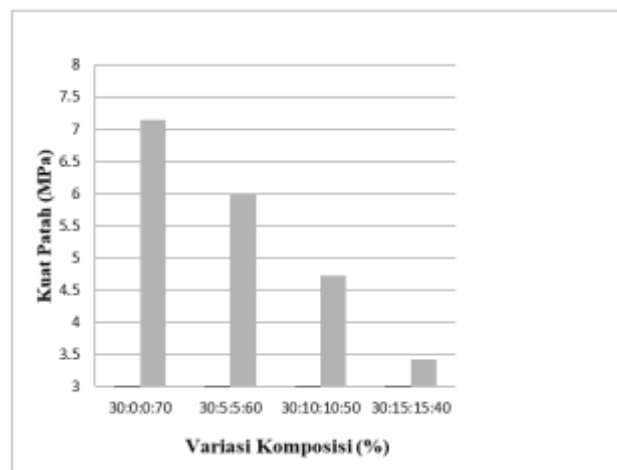
### 3.2 Data Kuat Patah

Pada Tabel 2. diperlihatkan kuat patah dari keramik dengan komposisi sodium feldspar, serbuk cangkang kerang, serbuk cangkang udang, dan tanah liat dengan perbandingan 30:0:0:70, 30:5:5:60, 30:10:10:50. dan 30:10:10:40 (%) yang dibakar pada suhu 900 °C.

**Tabel 2.** Data Hasil Pengukuran Kuat Patah

Sodium Feldspar (%)	Serbuk Cangkang Kerang (%)	Serbuk Cangkang Udang (%)	Tanah Liat (%)	Kuat Patah (MPa)
30	0	0	70	7,15
30	5	5	60	5,98
30	10	10	50	4,73
30	15	15	40	3,42

Dari Tabel 2 dapat dibuat grafik hubungan antara nilai kuat patah terhadap perubahan komposisi sodium feldspar, serbuk cangkang kerang, serbuk cangkang udang, dan tanah liat sebagai berikut:



**Gambar 6.** Grafik Kuat Patah

Gambar 6. menunjukkan, hal ini disebabkan semakin berkurangnya tanah liat maka kuat patah semakin menurun disebabkan komposisi tanah liat sebagai pengikat semakin menurun sehingga tanah liat tidak maksimal mengikat antar partikel. Jika daya ikat rendah maka kuat patah tidak optimal, kemungkinan bertambahnya CaCO<sub>3</sub>, semakin tinggi CaCO<sub>3</sub> maka semakin rendah kuat patah yang dihasilkan dan jika CaCO<sub>3</sub> semakin sedikit maka semakin kuat pula kuat patah yang didapat. Kuat patah minimum terdapat pada perbandingan 30:15:15:40 dengan nilai 3,42 MPa sedangkan nilai kuat patah maksimum diperoleh pada perbandingan 30:0:0:70 dengan nilai 7,15 MPa.

### 3.3 Densitas

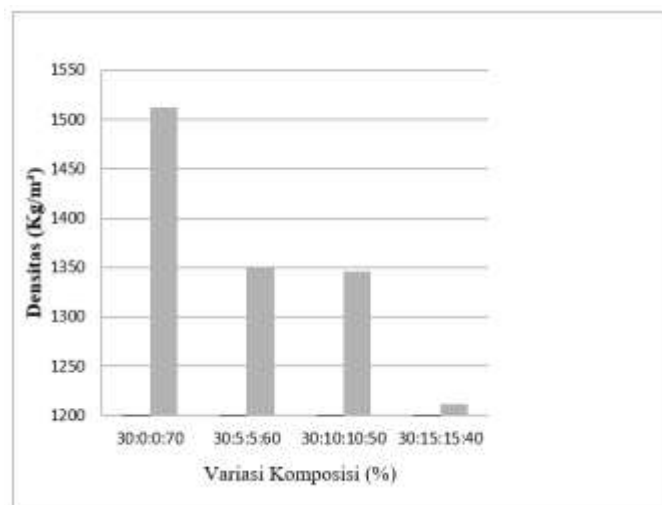
Pengukuran untuk menentukan nilai densitas sampel ditentukan dari hasil pengukuran terhadap volume dan massa setelah dibakar. Setelah dilakukan perhitungan dan pengukuran, maka diperoleh hasil seperti Tabel 3

**Tabel 3.** Data Hasil Pengukuran Densitas

Sodium Feldspar (%)	Serbuk Cangkang Kerang (%)	Serbuk Cangkang Udang (%)	Tanah Liat (%)	Densitas kg/m <sup>3</sup>
30	0	0	70	1512,74
30	5	5	60	1348,80
30	10	10	50	1346,05
30	15	15	40	1211,82

Berdasarkan densitas terlihat nilai densitas yang dihasilkan berkisar 1211,82 – 1512,74 kg/m<sup>2</sup>. Pada komposisi sodium feldspar, serbuk cangkang kerang, serbuk cangkang udang, dan tanah liat dengan perbandingan 30:15:15:40 diperoleh sebesar 1211,82 kg/m<sup>2</sup>, perbandingan 30:10:10:50 diperoleh densitas 1346,05 kg/m<sup>2</sup>, perbandingan 30:5:5:60 diperoleh sebesar 1348,80 kg/m<sup>2</sup>, dan perbandingan 30:0:0:70 diperoleh sebesar 1512,74 MPa.

Dari Tabel 3 dapat dibuat grafik hubungan antara nilai densitas terhadap perubahan komposisi sodium feldspar, serbuk cangkang kerang, serbuk cangkang udang, dan tanah liat sebagai berikut:



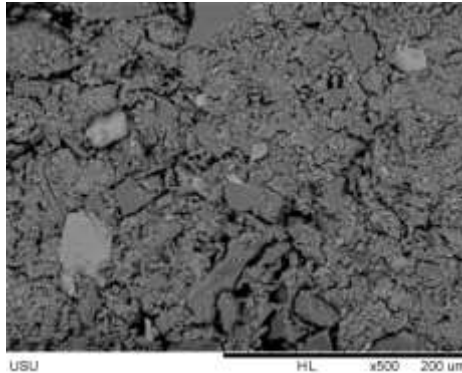
**Gambar 7.** Grafik Densitas

Gambar 7 menunjukkan semakin banyak pengikat maka sampel akan semakin padu, jika pengikatnya sedikit maka akan ada pori-pori yang terlihat, kemungkinan disebabkan CaCO<sub>3</sub>, CaCO<sub>3</sub> semakin tinggi berefek daya rekat semakin berkurang, dan sebaliknya jika CaCO<sub>3</sub> semakin rendah berefek daya rekat semakin tinggi. Serbuk cangkang kerang dan serbuk kulit udang mengandung CaCO<sub>3</sub> yang banyak dan pengikatnya sedikit akan menghasilkan densitas yang rendah, maka diperoleh nilai densitas minimum terdapat pada perbandingan 30:15:15:40 % dengan nilai 1211,82 kg/m<sup>3</sup> sedangkan nilai kuat patah maksimum terdapat pada perbandingan 30:0:0:70 % dengan nilai 1512,74 kg/m<sup>3</sup>.

### 3.4 Scanning Electron Microscopy (SEM)

Pada Gambar 8. ditunjukkan foto SEM dari keramik dengan komposisi 30:0:0:70 dibakar dengan suhu 900°C.





**Gambar 8.** Foto SEM dari keramik dengan komposisi Sodium Feldspar, serbuk cangkang kerang, serbuk kulit udang, dan tanah liat dengan perbandingan 30:0:0:70.

Gambar 8 gambar diatas merupakan hasil pengamatan Scanning Electron Microscopy (SEM) pada perbesaran 500 kali sehingga dapat dilihat komposisi sodium feldspar, serbuk cangkang kerang, serbuk kulit udang, dan tanah liat dengan perbandingan 30:0:0:70. Besar partikel yang tampak bervariasi dari 1 – 10  $\mu\text{m}$ , pori-pori yang tampak bervariasi dari 100 – 300  $\mu\text{m}$ , tanah liat belum menutupi optimal, dan pori-pori pada keramik yang dihasilkan masih tampak adanya ketidakmerataan distribusi (aglomerasi) dari komponen-komponen penyusun yang digunakan. Terjadinya aglomerasi bisa dikarenakan kurangnya pengadukan pada saat pembuatan sampel, teknik pencampuran, atau pengujian saat melakukan uji SEM.

#### IV. KESIMPULAN

Pembuatan keramik berbasis sodium *feldspar*, cangkang kerang, cangkang udang dan tanah liat dapat dihasilkan dengan optimal, Karakteristik keramik variasi campuran 30:0:0:70, 30:5:5:60, 30:10:10:50, dan 30:15:15:40 menghasilkan nilai kuat tekan sebesar 9,29 – 6,12 MPa, menghasilkan nilai kuat patah sebesar 7,15 – 3,42 MPa, dan menghasilkan nilai densitas sebesar 1512,74 – 1211,82  $\text{kg/m}^3$ . Besar partikel yang tampak bervariasi dari 1 – 10  $\mu\text{m}$ , dan pori-pori yang tampak bervariasi dari 100 – 300  $\mu\text{m}$ , masih tampak adanya ketidakmerataan distribusi (aglomerasi) dari komponen-komponen penyusun yang digunakan, tanah liat belum menutupi optimal pori-pori pada keramik yang dihasilkan. Yang memenuhi karakteristik yang optimal pada variasi campuran 30:0:0:70. Nilai kuat tekan yang paling optimal adalah sebesar 9,29 MPa, pada nilai kuat patah yang paling optimal adalah 7, 15 MPa, dan pada nilai densitas yang paling optimal adalah 1512,74  $\text{kg/m}^3$ .

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- Budiyanto, Wahyu Gatot, dkk. 2008. *Kriya Keramik untuk Seni Rupa* Jilid 1. Jakarta: Erlangga
- Hudaya, R. 2010. *Pengaruh Pemberian Belimbing Wuluh (Averrhoa bilimbi) terhadap Kadar Kadmium (Cd) pada Kerang (Bivalvia) yang Berasal dari Laut Belawan Tahun 2010*. [Skripsi]. Medan: Universitas Sumatera Utara, Fakultas Kesehatan Masyarakat
- Joelianingsih. 2004. *Peningkatan Kualitas Genteng Keramik Dengan Penambahan Sekam Padi Dan Daun Bambu (Makalah Pribadi Falsafah Sains (PPS 702) Sekolah Pasca Sarjana / S3)*. Bogor: Institut Pertanian Bogor

- Marganov 2003. *Potensi Limbah Udang Sebagai Penyerap Logam Berat (Timbal, Kalsium, dan Tembaga) di Perairan*. Jurnal Kimia FMIPA, Universitas Udayana, Jimbaran.
- Marito, S. S. 2009. *Pemanfaatan Kulit Kerang dan Resin Epoksin Terhadap Karakteristik Beton Polimer*. Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara, Tesis, Medan
- Setyaningrum, S., Wahyuni, H.I. dan Sukamto. 2009. *Pemanfaatan Kalsium Kapur dan Kulit Kerang untuk Pembentukan Cangkang dan Mobilisasi Kalsium Tulang pada Ayam Kedu*. Di dalam: *Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner; Semarang, 2009*. Semarang: Universitas Diponegoro Semarang. 674-681.
- Subari & Hidayati. W. Sri. 2010. *Pemanfaatan Limbah Porong sebagai Bahan Aditif pada Pembuatan Glasir*. Jurnal Informasi Teknologi Keramik dan Gelas 31 (1): 9 – 24.
- Subiyanto, H. & Subowo. 2003. *Pengaruh Temperatur Sintering Terhadap Sifat Mekanik Keramik Insulator Listrik*. Jurnal Teknik Mesin, Volume 3, Nomor 1, Januari 2003. ITS. Surabaya
- Umah, S. 2010. *Kajian Penambahan Abu Sekam Padi dari Berbagai Suhu Pengabuan terhadap Plastisitas Kaolin*. Skripsi. Jurusan Kimia. UIN Malang.
- Vlack, L. V. (Penerjemah: Ir. Sriatie Djaprie). 1994. *Element of Materials Science and Engineering (Ilmu dan Teknologi Bahan)*. Jakarta: Erlangga.
- Nanik Heru Suprapti. 2008. *Kandungan Chromium Pada Perairan, Sedimen dan Kerang Darah di Wilayah Pantai Sekitar Muara Sungai Sayung*. BIOMA. Vol. 10. No. 2. Hal. 53 – 56.
- Hanafiah, K.A. 2005. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Agus Sujanto. 2015 *Studi Scanning Electron Microscopy (SEM) Untuk Karakteristik Proses Oksidasi Paduan Zirkonium*. Jurnal Forum Nuklir (JFN). Vol. 9. No. 2.
- Aldes Lesbani. 2011. *Study Interaktif dan Nikel Dengan Pasir Kuarsa*. Jurnal Penelitian sains. Vol. 14. No. 4C.
- Antoni Dei Arnanda. 2005. *Fluktuasi Kandungan Proksimat Kerang Bulu di Perairan*. Ilmu Kelautan. Vol. 10(2): 78 – 84.
- Hendrik A.W. Cappenberg. 2008. *Beberapa Aspek Biologi Kerang Hijau*. Vol. 33. 33 – 40.
- Nuryanto & Frank Edwin. 2012. *Optimasi Pemanfaatan Potensi Feldspar Banjarnegara Jawa Tengah Untuk Industri Keramik*. Jurnal Riset Industri Vol. VI. No. 1. Hal. 87-96.
- Tri, Exaudi. 2007. *Pembuatan Dan Karakterisasi Keramik Kasongan dan Godean Sebagai Bahan Baku Industri Gerabah Kasongan*. Jurnal TEKNIK. Vol. 37. No. 1.
- Nasir, S. 2013. *Aplikasi Filter Keramik Berbasis Tanah Liat Alam dan Zeolit Pada Pengolahan Air Limbah Hasil Proses Laundry*. 13,(1), 45-51.