

**PREPARASI DAN KARAKTERISASI LIMBAH BIOMATERIAL  
CANGKANG BEKICOT (*Achatina fulica*) DARI DESA GUNUNG MADU  
SEBAGAI BAHAN DASAR BIOKERAMIK**

**(Skripsi)**

**Oleh  
DESTY WULAN NENIATI**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2016**

## **ABSTRACT**

### **PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF SNAIL SHELL (*Achatina fulica*) BIOMATERIAL WASTE FROM GUNUNG MADU VILLAGE AS A BASIC MATERIALS OF BIOCERAMICS**

**By**

**DESTY WULAN NENIATI**

CaO is a chemical compound that can be used as a basic material in the making of bioceramics. CaO can be synthesized from calcium carbonate ( $\text{CaCO}_3$ ) that we can found in nature such as snail shells (*Achatina fulica*), through a calcination process at a high temperature, such as 500 °C, 800 °C and 1000 °C. An analysis were done to determine the effect of temperature in a before and after calcination process, by using Differential Thermal Analysis (DTA) / Thermogravimetric Analysis (TGA), X-Ray Diffraction (XRD), Fourier Transform Infra Red (FTIR) and Scanning Electron Microscopy (SEM) were equipped with Energy Dispersive X-ray (EDX), and as a comparison, a commercial calcium carbonate ( $\text{CaCO}_3$ ) was used, and analyzed by the same tools. Based on the results of XRS phase CaO, from two samples, it is appearing at a temperature of 800 °C which is accompanied by the new phase that is  $\text{Ca(OH)}_2$ . It is because of the reaction of CaO with the air. Furthermore, beside changes the  $\text{CaCO}_3$  into CaO, calcination may also affect the particle size and morphology of the sample. It can be seen in the results of SEM analysis.

Keywords: Calcination, Calcium Carbonate, Calcium Oxide, and Snail Shells.

## ABSTRAK

### PREPARASI DAN KARAKTERISASI LIMBAH BIOMATERIAL CANGKANG BEKICOT (*Achatina fulica*) DARI DESA GUNUNG MADU SEBAGAI BAHAN DASAR BIOKERAMIK

Oleh

DESTY WULAN NENIATI

CaO merupakan senyawa yang dapat digunakan sebagai bahan dasar dalam pembuatan biokeramik. CaO dapat disintesis dari sumber kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) yang terdapat di alam seperti cangkang bekicot (*Achatina fulica*) melalui proses kalsinasi pada suhu tinggi yaitu suhu 500 °C, 800 °C dan 1000 °C. Kemudian, untuk mengetahui efek suhu dalam proses sebelum dan setelah kalsinasi dilakukan analisis menggunakan *Differential Thermal Analysis (DTA)*/ *Thermogravimetric Analysis (TGA)*, *X-Ray Diffraction (XRD)*, *Fourier Transform Infra Red (FTIR)* serta *Scanning Electron Microscopy (SEM)* yang dilengkapi dengan *Energy Dispersive X-Ray (EDX)* dan sebagai pembanding digunakan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) komersil yang juga dianalisis dengan alat yang sama. Berdasarkan hasil XRD fasa CaO dari kedua sampel muncul pada suhu 800 °C yang disertai dengan adanya fasa baru yaitu  $\text{Ca(OH)}_2$ . Hal ini dikarenakan adanya reaksi CaO dengan udara. Selanjutnya selain merubah  $\text{CaCO}_3$  menjadi CaO, kalsinasi juga dapat mempengaruhi ukuran partikel dan struktur morfologi dari sampel tersebut. Hal ini dapat dilihat pada hasil analisis SEM.

Kata kunci: Cangkang bekicot (*Achatina fulica*), kalsinasi, kalsium karbonat, kalsium oksida.

**PREPARASI DAN KARAKTERISASI LIMBAH BIOMATERIAL  
CANGKANG BEKICOT (*Achatina fulica*) DARI DESA GUNUNG MADU  
SEBAGAI BAHAN DASAR BIOKERAMIK**

Oleh

**Desty Wulan Neniati**

**Skripsi**

**Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar  
SARJANA SAINS**

pada

**Jurusan Fisika**

**Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2016**

Judul Skripsi

**: PREPARASI DAN KARAKTERISASI  
LIMBAH BIOMATERIAL CANGKANG  
BEKICOT (*Achatina fulica*) DARI  
DESA GUNUNG MADU SEBAGAI  
BAHAN DASAR BIOKERAMIK**

Nama Mahasiswa

**: Desty Wulan Neniati**

Nomor Pokok Mahasiswa

**: 1117041007**

Jurusan

**: Fisika**

Fakultas

**: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

**MENYETUJUI**

**1. Dosen Pembimbing**



**Dra. Dwi Asmi, M.Si., Ph.D.**  
**NIP 19631228 198610 2 001**

**2. Ketua Jurusan Fisika**



**Dr. Yanti Yulianti, M.Si.**  
**NIP 19751219 200012 2 003**

## MENGESAHKAN

### 1. Tim Penguji

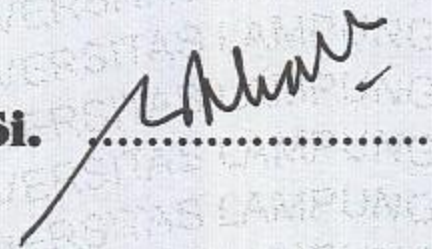
Ketua

: **Dra. Dwi Asmi, M.Si., Ph.D.**



Penguji

Bukan Pembimbing : **Drs. Pulung Karo Karo, M.Si.**



### 2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



**Prof. Warsito, S.Si., D.E.A.**

NIP 19710212 199512 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **21 April 2016**

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebut dalam daftar pustaka. Selain itu saya menyatakan pula bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan saya ini tidak benar maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, April 2016



**Desty Wulan Neniati**  
NPM. 1117041007

## RIWAYAT HIDUP

Penulis yang bernama lengkap Desty Wulan Neniati, dilahirkan di Gunung Madu Lampung Tengah pada tanggal 10 Desember 1992 dari pasangan berbahagia Bapak Pujo Priyono dan Ibu Ani Nuryati sebagai anak ke dua dari dua bersaudara. Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SD Negeri 1 Gunung Madu pada tahun 2005, melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP Satya Dharma Sudjana Gunung Madu pada tahun 2008, dan Sekolah Menengah Atas di SMA YP UNILA Bandar Lampung pada tahun 2011. Pada tahun yang sama penulis diterima sebagai mahasiswa di Universitas Lampung, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam melalui jalur SNMPTN.

Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam Himpunan Mahasiswa Fisika Universitas Lampung. Kemudian penulis melaksanakan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di PT. Semen Baturaja pada tahun 2014 dengan judul “Pengaruh Kehalusan Semen OPC dan PCC dengan Metode *Sieving* terhadap Uji Kuat Tekan Mortar “.



## MOTTO

“Hai orang-orang yang beriman, jadikanlah sabar dan shalat mu sebagai penolong mu, sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar” (Al-Baqarah:153).

“ Tak ada mimpi yang terlalu besar dan tak ada pemimpi yang terlalu kecil”

## **PERSEMBAHAN**

Dengan ketulusan dan rasa syukur kepada Allah Subhanahu Wata'ala  
kupersembahkan karya ku ini kepada:

“ Bapak dan Ibu tersayang (Pujo Priyono dan Ani Nuryati) yang telah  
memberikan kasih sayang, dukungan materi, doa, serta motivator terbesar dalam  
hidupku”

“ Mas dan Mbak ku (Syamsul Arifin dan Arini Mariana)”

“All my great family and friends”

“Almamater Tercinta”

## KATA PENGANTAR

*Assalamualaikum Wr. Wb*

Puji syukur penulis ucapkan kepada kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan pertolongannya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Preparasi dan Karakterisasi Limbah Biomaterial Cangkang Bekicot (*Achatina Fulica*) dari Desa Gunung Madu sebagai Bahan Dasar Biokeramik”**. Adapun tujuan penulisan skripsi ini adalah sebagai salah satu persyaratan untuk mendapatkan gelas S1 dan juga melatih mahasiswa untuk berpikir cerdas dan kreatif dalam menulis karya ilmiah.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam skripsi ini, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua.

Bandar Lampung, April 2016

Penulis,

**Desty Wulan Neniati**

## SANWACANA

*Alhamdulillah* *rabbi* *'alamin*, segala puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, sebab hanya dengan kehendak-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Preparasi dan Karakterisasi Limbah Biomaterial Cangkang Bekicot (*Achatina Fulica*) dari Desa Gunung Madu sebagai Bahan Dasar Biokeramik”. Penulisan skripsi ini tentu tidak terlepas dari bantuan semua pihak yang tulus membantu, membimbing dan mendoakan. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Dra. Dwi Asmi, M.Si., Ph.D sebagai pembimbing yang tulus mengajari dan membantu penulis dalam penelitian ini, membimbing dan memberikan pemahaman.
2. Bapak Drs. Pulung Karo Karo, M.Si sebagai dosen penguji yang telah memberikan masukan dan koreksi dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Bapak Drs. Ediman Ginting Suka, M.Si selaku Pembimbing Akademik.
4. Ibu Dr. Yanti Yulianti, M.Si selaku Ketua Jurusan Fisika FMIPA Unila
5. Teman penelitianku Ayu, Ulil dan Laras terimakasih atas kerjasama, dan bantuannya selama penelitian, banyak hal yang sudah kita lalui bersama.
6. Teman-teman Fisika 2011 yang tidak dapat disebutkan satu persatu, terimakasih untuk kebersamaan selama ini.

7. Teman-teman terdekatku Dewi dan Umi terimakasih atas semangat dan dukungannya selama ini.
8. Semua pihak yang terlibat dalam penyelesaian skripsi ini.

Semoga atas segala bantuan, doa, motivasi, dan dukungan menjadi yang terbaik untuk penulis. Penulis berharap kiranya skripsi ini bermanfaat bagi semuanya.

Bandar Lampung, April 2016

Penulis

**Desty Wulan Neniati**

## DAFTAR ISI

	<b>halaman</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	i
<b>ABSTRAK</b> .....	ii
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	v
<b>PERNYATAAN</b> .....	vi
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	vii
<b>MOTTO</b> .....	viii
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	ix
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	x
<b>SANWACANA</b> .....	xi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	5
C. Batasan Masalah .....	5
D. Tujuan Penelitian .....	6
E. Manfaat Penelitian .....	6

## II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Bekicot ( <i>Achatina fulica</i> ) .....	7
1. Klasifikasi Bekicot .....	7
2. Morfologi Bekicot .....	8
B. Aplikasi Terkait Bekicot ( <i>Achatina fulica</i> ) .....	9
C. Kalsium Karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) .....	10
D. Pengertian Biomaterial .....	12
E. Pengertian Biokeramik .....	13
F. Kalsinasi .....	13
G. Karakterisasi Material .....	14
1. <i>Differential Thermal Analysis (DTA)/Thermogravimetric Analysis (TGA)</i> .....	14
2. <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i> .....	15
3. <i>Fourier Transform Infra Red (FTIR)</i> .....	17
4. <i>Scanning Electron Microscopy (SEM)</i> .....	18

## III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian .....	20
B. Alat dan Bahan Penelitian .....	20
C. Prosedur Penelitian .....	21
1. Preparasi Bahan Dasar .....	21
2. Pengeringan Cangkang Bekicot .....	21
3. Pencucian Cangkang Bekicot dengan Larutan $\text{H}_2\text{SO}_4$ .....	22
4. Penghalusan Cangkang Bekicot .....	22
5. Kalsinasi .....	22
6. Karakterisasi .....	23
D. Diagram Alir .....	27

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Preparasi Cangkang Bekicot .....	28
B. Hasil Karakterisasi Sampel .....	30
1. Analisis Termal Sampel menggunakan <i>Differential Thermal Analysis (DTA)/Thermogravimetric Analysis (TGA)</i> .....	30
2. Analisis Difraksi Sinar X (XRD) .....	34
3. Analisis <i>Fourier Transform Infra Red (FTIR)</i> .....	42
4. Analisis Mikro Struktur dan Komposisi Unsur menggunakan SEM-EDS .....	51

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan .....	62
B. Saran .....	63

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>halaman</b>
1. Anatomi utama dari bekicot .....	9
2. Bentuk fisik kalsium karbonat.....	11
3. Difraksi sinar X .....	15
4. Skematik prinsip kerja SEM .....	19
5. Diagram Alir Penelitian .....	27
6. Hasil preparasi cangkang bekicot (a) cangkang yang telah dibersihkan dengan air; (b) cangkang yang telah dibersihkan dengan larutan H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	28
7. Hasil kalsinasi cangkang bekicot (a) serbuk cangkang bekicot sebelum kalsinasi; (b) setelah kalsinasi suhu 500 °C; (c) setelah kalsinasi 800 °C dan (d) setelah kalsinasi 1000 °C.....	29
8. Grafik DTA serbuk cangkang bekicot .....	30
9. Grafik TGA serbuk cangkang bekicot .....	31
10. Grafik DTA dan TGA serbuk cangkang bekicot .....	31
11. Grafik DTA kalsium karbonat.....	32
12. Grafik TGA kalsium karbonat.....	33
13. Grafik DTA dan TGA kalsium karbonat (CaCO <sub>3</sub> ).....	33
14. Grafik XRD cangkang bekicot sebelum kalsinasi .....	34
15. Grafik XRD cangkang bekicot kalsinasi 500 °C.....	35
16. Grafik XRD cangkang bekicot kalsinasi suhu 800 °C .....	36



17. Grafik XRD cangkang bekicot kalsinasi suhu 1000 °C .....	37
18. Grafik XRD secara keseluruhan (a) sebelum kalsinasi; (b) kalsinasi 500 °C; (c) kalsinasi 800 °C; (d) kalsinasi 1000 °C .....	38
19. Grafik XRD CaCO <sub>3</sub> sebelum kalsinasi .....	38
20. Grafik XRD CaCO <sub>3</sub> kalsinasi 500 °C .....	39
21. Grafik XRD CaCO <sub>3</sub> kalsinasi 800 °C .....	40
22. Grafik XRD CaCO <sub>3</sub> kalsinasi 1000 °C .....	40
23. Grafik XRD CaCO <sub>3</sub> secara keseluruhan (a) sebelum kalsinasi; (b)kalsinasi 500 °C; (c) kalsinasi 800 °C dan (d) kalsinasi 1000 °C .....	41
24. Grafik FTIR cangkang bekicot sebelum kalsinasi .....	42
25. Grafik FTIR cangkang bekicot kalsinasi 500 °C .....	43
26. Grafik FTIR cangkang bekicot setelah kalsinasi 800 °C .....	44
27. Grafik FTIR cangkang bekicot setelah kalsinasi 1000 °C .....	45
28. Grafik FTIR secara keseluruhan cangkang bekicot (a) sebelum kalsinasi; (b) kalsinasi 500 °C; (c) kalsinasi 800 °C dan (d) kalsinasi 1000 °C .....	45
29. Grafik FTIR CaCO <sub>3</sub> sebelum kalsinasi .....	46
30. Grafik FTIR CaCO <sub>3</sub> setelah kalsinasi 500 °C .....	47
31. Grafik FTIR CaCO <sub>3</sub> kalsinasi 800 °C .....	48
32. Grafik FTIR kalsium karbonat kalsinasi 1000 °C.....	49
33. Grafik FTIR CaCO <sub>3</sub> secara keseluruhan (a) sebelum kalsinasi; (b) kalsinasi 500 °C; (c) kalsinasi 800 °C; (d) kalsinasi 1000 °C .....	49
34. Hasil SEM cangkang bekicot (a) sebelum kalsinasi; (b) kalsinasi 500 °C; (c) kalsinasi 800 °C dan (d) kalsinasi 1000 °C.....	51
35. Hasil EDX untuk cangkang bekicot sebelum kalsinasi .....	53
36. Hasil EDX cangkang bekicot kalsinasi 500 °C.....	54
37. Hasil EDX cangkang bekicot kalsinasi 800 °C.....	55

38. Hasil EDX cangkang bekicot setelah kalsinasi 1000 °C.....	56
39. Hasil SEM CaCO <sub>3</sub> (a) sebelum kalsinasi; (b) kalsinasi 500 °C; (c) kalsinasi 800 °C dan (d) kalsinasi 1000 °C.....	57
40. Hasil EDX CaCO <sub>3</sub> sebelum kalsinasi.....	59
41. Hasil EDX CaCO <sub>3</sub> kalsinasi 500 °C.....	60
42. Hasil EDX CaCO <sub>3</sub> kalsinasi 800 °C.....	60
43. Hasil EDX CaCO <sub>3</sub> kalsinasi 1000 °C.....	61

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan yang beriklim tropis dan dilalui oleh garis khatulistiwa, hal ini mengakibatkan Indonesia memiliki keaneka ragaman hayati yang tinggi. Berdasarkan ilmu biologi, kingdom animalia dikelompokkan ke dalam 40 filum, salah satunya adalah filum moluska (Abdulhadi, 2014). Moluska berasal dari Bahasa Latin yaitu *molluscus* yang berarti lunak. Namun, sebagian besar moluska dilindungi oleh cangkang keras yang mengandung kalsium karbonat atau  $\text{CaCO}_3$  (Campbell dkk, 2000). Filum moluska merupakan salah satu filum terbesar dalam kingdom animalia, terdapat sekitar lebih dari 100.000 spesies moluska yang masih hidup (Kimball, 2000) dan menurut data PUSLIT Biologi LIPI 2014 di Indonesia terdapat sekitar 5.170 spesies moluska (Abdulhadi, 2014) .

Filum moluska dapat diklasifikasikan kedalam beberapa kelompok, salah satunya adalah gastropoda. Gastropoda merupakan kelas terbesar dalam filum moluska. Salah satu contoh hewan dalam kelas gastropoda adalah bekicot atau *Achatina fulica* (Campbell dkk, 2000). Bekicot berasal dari daerah Afrika Timur, yang tersebar sampai ke Indonesia dan berkembang biak dengan cepat (Pracaya, 2008). Bekicot banyak ditemukan di negara-negara beriklim tropis yang hangat, dan memiliki suhu ringan sepanjang tahun, serta tingkat kelembaban tinggi (Venette *et*

*al*, 2004). Spesies ini dapat hidup di daerah pertanian, wilayah pesisir, lahan basah, hutan alami, semak belukar, dan daerah perkotaan serta bekicot dapat hidup secara liar di hutan maupun di perkebunan atau tempat budidaya (Raut *et al*, 2002). Bekicot banyak ditemukan di Desa Gunung Madu. Desa Gunung Madu merupakan perkebunan tebu yang terletak di daerah Lampung Tengah, dengan luas areal yang dikelola 36.000 ha, dan luas kebun produksi sekitar 25.000 ha (BPS Lamteng, 2014). Sisa lahan di luar kebun produksi merupakan jalan, sungai-sungai, kawasan konservasi, bangunan pabrik, perkantoran dan permukiman karyawan. Bekicot banyak ditemukan di kawasan konservasi yang terletak di dekat pabrik pengolahan tebu Desa Gunung Madu, namun bekicot masih sangat jarang dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar.

Bekicot memiliki banyak sekali manfaat dalam kehidupan sehari-hari, seperti lendir bekicot sering digunakan untuk mengobati luka eksternal karena lendir bekicot mengandung *glicosaminoglycan* yang berperan dalam proses penyembuhan luka (Dewi, 2010). Kemudian, daging bekicot dapat digunakan sebagai pakan ternak karena tepung daging bekicot mengandung banyak protein (Sahara dkk, 2009), selain itu daging bekicot merupakan sumber protein (82.96%) dan mineral baik dengan lemak rendah, serta dapat dikonsumsi untuk meningkatkan kesehatan manusia (Engmann *et al*, 2013). Namun yang akan dimanfaatkan dalam penelitian ini untuk meningkatkan nilai ekonomis dari bekicot adalah cangkang bekicot karena cangkang bekicot banyak mengandung kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) (Fernianti, 2008). Kandungan kalsium karbonat yang terdapat pada suatu cangkang bekicot berkisar antara 89-99% (Qoniah dkk, 2010). Kemudian menurut Saputra (2012), berdasarkan hasil analisa XRD yang telah

dilakukan diketahui bahwa cangkang bekicot hampir 98% terdiri dari senyawa kalsium karbonat. Menurut Cobbinah (2008), pada cangkang atau kulit bagian atas (*visceral*) inilah yang mengeluarkan zat kapur. Hal inilah yang mengakibatkan 98% cangkang terdiri dari kalsium karbonat. Selain mengandung banyak kalsium, didalam cangkang bekicot juga terdapat kandungan protein sebesar 0,23% dan fosfor sebesar 0,79% (Poerwati, 2011). Bervariasinya komposisi dari cangkang bekicot dapat disebabkan dari makanan yang dimakan oleh bekicot itu sendiri. Menurut Ireland (1991) banyaknya jumlah kalsium yang terdapat dalam cangkang bekicot dapat dipengaruhi oleh kadar kandungan kalsium yang terdapat dalam makanan yang dikonsumsi oleh bekicot, dan banyaknya kandungan kalsium pada pakan bekicot juga dapat mempengaruhi ketebalan dari suatu cangkang bekicot (Kalio *et al*, 2010). Kemudian menurut Mogbo (2014), pada penelitiannya tentang pemberian pakan bekicot dengan menggunakan tiga daun yang berbeda menghasilkan berat badan, lebar serta panjang cangkang yang berbeda-beda pula.

Kalsium karbonat umumnya berwarna putih, serta merupakan komponen utama penyusun cangkang kerang maupun siput (Ayuningtyas, 2012). Besarnya kandungan kalsium karbonat yang terdapat dalam cangkang bekicot mengakibatkan cangkang bekicot dapat diaplikasikan sebagai katalis heterogen untuk memproduksi biodisel dari limbah minyak goreng (Birla *et al*, 2012), karena kalsium karbonat akan terdekomposisi menjadi CaO pada suhu 700 °C atau diatas suhu 700 °C (Empikul *et al*, 2010).

Kalsium oksida (CaO) hasil dekomposisi dari kalsium karbonat juga dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan biokeramik, seperti hidroksiapatit (Rujitanapanich *et al*, 2009). Hidroksiapatit dapat disintesis dengan mereaksikan CaO dengan larutan asam nitrat (HNO<sub>3</sub>) dan diamonium hidrogen fosfat ((NH<sub>2</sub>)<sub>4</sub>HPO<sub>4</sub>) (Singh, 2014).

Cangkang bekicot juga dapat diaplikasikan sebagai *filler* dalam pembuatan komposit *polypropylene*, karena cangkang bekicot banyak mengandung kalsium karbonat (CaCO<sub>3</sub>) sehingga dapat mengurangi laju pembakaran komposit *polypropylene* (Onuegbu *et al*, 2011).

Selain terdiri dari kalsium karbonat, dalam cangkang bekicot juga terdapat zat kitin yang dapat digunakan sebagai adsorban logam yang terlarut dalam air dengan memanfaatkan kitin yang terdapat pada cangkang bekicot melalui proses demineralisasi dan deproteinasi serta melakukan proses fosforilasi dengan penambahan urea, asam fosfat, dan dinatrium hidrogen fosfat, untuk meningkatkan daya adsorpsi dari adsorban terhadap ion (Hanjaya dkk, 2013) serta zat kitin yang terdapat dalam cangkang bekicot juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan kitosan (Kusumaningsih dkk, 2004). Kemudian cangkang bekicot juga dapat digunakan sebagai koagulan dalam pengolahan air limbah dari industri makanan (Jatto *et al*, 2010).

Oleh karena itu, berdasarkan penjelasan diatas tentang manfaat atau kegunaan dari cangkang bekicot dilakukan penelitian dengan memanfaatkan cangkang bekicot yang ada dengan judul “Preparasi dan Karakterisasi Limbah Biomaterial

Cangkang Bekicot (*Achatina fulica*) dari Desa Gunung Madu sebagai Bahan Dasar Biokeramik”.

### **B. Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana proses preparasi limbah biomaterial cangkang bekicot (*Achatina fulica*)?
2. Kandungan apa sajakah yang terdapat pada cangkang bekicot (*Achatina fulica*)?
3. Bagaimana pengaruh suhu kalsinasi terhadap karakteristik limbah biomaterial cangkang bekicot (*Achatina fulica*)?

### **C. Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bahan yang digunakan adalah limbah biomaterial cangkang bekicot (*Achatina fulica*) yang berasal dari desa Gunung Madu, Lampung tengah.
2. Pembakaran atau kalsinasi yang dilakukan pada suhu 500 °C, 800 °C, dan 1000 °C.
3. Karakterisasi bahan yang digunakan meliputi XRD, DTA/TGA, SEM-EDX, dan FTIR.

#### **D. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. Mengetahui zat-zat yang terkandung di dalam cangkang bekicot sebagai bahan dasar biokeramik.
2. Mengetahui pengaruh suhu kalsinasi terhadap karakteristik bahan dengan menggunakan uji XRD, DTA/TGA, SEM-EDX, dan FTIR.

#### **E. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi tentang preparasi dan karakteristik serta kandungan cangkang bekicot (*Achatina fulica*).
2. Sebagai sumber informasi bagi peneliti-peneliti lainnya yang ingin menggunakan limbah biomaterial cangkang bekicot (*Achatina fulica*) sebagai bahan dasar biokeramik.
3. Meningkatkan nilai ekonomis terhadap limbah biomaterial cangkang bekicot (*Achatina fulica*).



## II. TINJAUAN PUSTAKA

Bab II menjelaskan tentang beberapa konsep dasar teori yang mendukung topik penelitian. Pembahasan dimulai dengan penjelasan mengenai bekicot (*Achatina fulica*), aplikasi terkait cangkang bekicot, kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) secara umum, pengertian biomaterial dan biokeramik, kalsinasi serta karakterisasi material yang meliputi DTA/TGA, SEM-EDX, XRD dan FTIR.

### A. Bekicot (*Achatina fulica*)

#### 1. Klasifikasi Bekicot

Bekicot berasal dari Afrika Timur, tersebar keseluruh dunia dalam waktu yang relatif singkat dan berkembang biak dengan cepat (Pracaya, 2008). Bekicot merupakan hewan yang termasuk dalam filum moluska dan diklasifikasikan dalam kelas gastropoda. Moluska itu sendiri dapat diartikan sebagai hewan yang bertubuh lunak, akan tetapi sebagian besar moluska terlindungi oleh cangkang keras yang mengandung kalsium karbonat. Bekicot dapat diklasifikasikan kedalam kingdom berikut:

Kingdom : Animalia

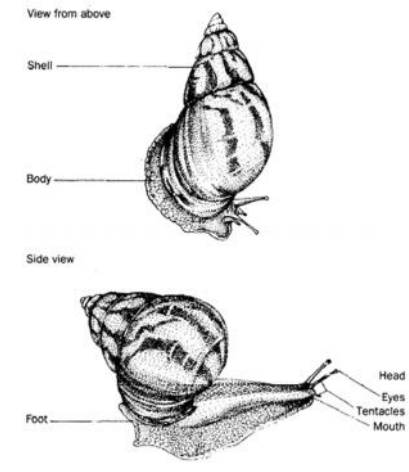
Filum : Moluska

Kelas : Gastropoda

Ordo : *Pulmonata*  
Famili : *Achatinidae*  
Genus : *Achatina*  
Species : *Achatina fulica* (Campbell dkk, 2000)

## 2. Morfologi Bekicot

Pada dasarnya bekicot terdiri dari dua bagian yaitu tubuh dan cangkang. Bagian tubuh terdiri atas kepala, organ internal yang dilindungi cangkang, dan kaki perut. Kepala siput memiliki sepasang tentakel yang dilengkapi dengan sepasang mata pada bagian ujungnya, anatomi tubuh bekicot secara garis besar dapat dilihat pada Gambar 1. Bekicot (*Achatina fulica*) memiliki sebuah cangkang sempit berbentuk kerucut yang panjangnya dua kali lebar tubuhnya dan terdiri dari tujuh sampai sembilan ruas lingkaran ketika umurnya telah dewasa. Cangkang bekicot umumnya memiliki warna coklat kemerahan dengan corak vertikal berwarna kuning tetapi pewarnaan dari spesies tersebut tergantung pada keadaan lingkungan dan jenis makanan yang dikonsumsi. Bekicot dewasa panjangnya dapat melampaui 20 cm tetapi rata-rata panjangnya sekitar 5 - 10 cm. Sedangkan berat rata-rata bekicot kurang lebih adalah 32 gram (Pracaya, 2008). Cangkang bekicot terdiri dari tiga lapisan yaitu *conchiolin*, lapisan prismatic dan lapisan mutiara yang banyak mengandung  $\text{CaCO}_3$ . Pada cangkang atau kulit bagian atas (*visceral*) inilah yang mengeluarkan zat kapur. Hal inilah yang mengakibatkan 98% cangkang terdiri dari kalsium karbonat (Cobbinah, 2008).



**Gambar 1.** Anatomi utama dari bekicot (Cobbinah, 2008).

### **B. Aplikasi Terkait Bekicot (*Achatina fulica*)**

Bekicot memiliki banyak sekali manfaat antara lain dagingnya dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak, dan dapat dikonsumsi oleh manusia karena daging bekicot banyak mengandung asam amino esensial dan protein yang dapat digunakan sebagai sumber protein. Dalam 100 gram daging bekicot kering mengandung protein sebesar 59,2%. Selain itu lendir bekicot juga dapat digunakan sebagai obat untuk menyembuhkan luka (Siahaan, 2012). Selain dagingnya, cangkang bekicot juga memiliki banyak manfaat karena cangkang bekicot mengandung senyawa-senyawa antara lain kitin dan mineral-mineral lain seperti kalsium karbonat (Poerwati, 2011). Menurut Saputra (2012) cangkang bekicot hampir 98% terdiri dari senyawa  $\text{CaCO}_3$ .

Besarnya kandungan kalsium karbonat yang terdapat dalam cangkang bekicot mengakibatkan cangkang bekicot dapat diaplikasikan sebagai bahan dasar dalam pembuatan kalsium bikarbonat atau  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  (Fernianti, 2008). Selain itu cangkang bekicot juga dapat diaplikasikan sebagai katalis. Pada proses pembuatan

katalis, kalsium karbonat dipanaskan pada suhu 600 °C, 700 °C, 800 °C dan 900 °C. Berdasarkan hasil XRD yang telah dilakukan terlihat bahwa pada suhu 600 °C masih terdapat puncak  $\text{CaCO}_3$ , pada suhu 700 °C merupakan puncak utama  $\text{CaO}$ , pada suhu 800 °C dan 900 °C mulai muncul puncak  $\text{Ca(OH)}_2$  karena interaksi antara  $\text{CaO}$  dengan uap air di udara setelah dekomposisi sampel (Lesbani *et al*, 2013). Selain digunakan sebagai katalis, kalsium oksida ( $\text{CaO}$ ) hasil dekomposisi dari kalsium karbonat juga dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan biokeramik, seperti hidroksiapatit (Singh, 2014).

Kemudian dalam cangkang bekicot juga terdapat zat kitin yang dapat digunakan sebagai adsorban logam yang terlarut dalam air, zat kitin yang terdapat dalam cangkang bekicot juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan kitosan. Kitosan dapat diperoleh melalui proses pemurnian kitin, deproteinasi, demineralisasi, depigmentasi dan deasetilasi (Kusumaningsih dkk, 2004).

### **C. Kalsium Karbonat ( $\text{CaCO}_3$ )**

Kalsium karbonat merupakan senyawa kimia dengan rumus kimia  $\text{CaCO}_3$ . Kalsium karbonat merupakan komponen utama penyusun cangkang organisme laut, siput, mutiara, dan kulit telur. Kalsium karbonat umumnya berwarna putih dan sering dijumpai pada batuan seperti batu kapur, kalsit, marmer, dan batu gamping. Kalsium karbonat ini terdiri dari beberapa unsur yaitu kalsium, karbon dan oksigen. Setiap unsur karbon terikat kuat dengan tiga oksigen, dan ikatannya lebih longgar dari ikatan antara karbon dengan kalsium pada satu senyawa (Bahanan, 2010).



**Gambar 2.** Bentuk fisik kalsium karbonat (Bahanan, 2010).

Selain dapat diperoleh dari alam, kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) juga banyak diproduksi oleh produsen khusus penyalur kalsium karbonat. Biasanya produsen tersebut melampirkan *Material Safety Data Sheet* (MSDS) yang berisi tentang informasi fisik seperti dibawah ini:

- Berat molekul : 100,09 gr/mol
- Massa jenis : 2,8 gr/cm
- Titik lebur : 825 °C
- Berbentuk kristal atau serbuk
- Tidak berwarna atau putih
- Tidak berbau dan tidak berasa (Anonim, 2012).

Selain itu, kalsium karbonat juga memiliki beberapa sifat fisika antara lain kalsium karbonat terjadi dalam dua bentuk yaitu heksagonal kristal yang dikenal sebagai kalsit, dan bentuk ortorombik sebagai aragonit. Kalsit terurai pada pemanasan di 825 °C, aragonit meleleh pada 1339 °C (102.5 di atm). Densitas 2.71 g/cm<sup>3</sup> untuk kalsit dan 2.83 g/cm<sup>3</sup> untuk aragonit; larut dalam air (15mg/L pada 25 °C); Ksp  $4.8 \times 10^{-9}$ ; larut dalam asam mineral encer (Patnaik, 2003).

#### **D. Pengertian Biomaterial**

Biomaterial merupakan semua material yang digunakan untuk menggantikan atau memperbaiki fungsi jaringan tubuh, baik secara berkelanjutan atau sekedar bersentuhan dengan cairan tubuh. Biomaterial dapat berasal dari alam maupun sintetik. Tujuan penggunaan biomaterial ini adalah untuk meningkatkan kualitas hidup seseorang sehingga mencapai taraf kesehatan yang lebih baik (Davis, 2003)

Biomaterial dapat diklasifikasikan menurut komposisi kimia atau interaksi biologis. Menurut komposisi kimianya biomaterial terdiri dari keramik, logam, polimer dan komposit. Sedangkan menurut interaksi biologis yang terjadi biomaterial diklasifikasikan menjadi biotoleran, *bioinert*, dan bioaktif. Biotoleran yaitu material yang dapat bertahan tanpa memberikan efek atau kerusakan pada jaringan tubuh. Biasanya akan muncul jaringan tipis yang akan membungkus material ini sebagai antarmuka dengan jaringan tubuh. Contoh jenis material ini adalah *stainless steel* dan *cobalt-chrome*, kemudian *bioinert* yaitu material yang memberikan reaksi dengan membentuk serat (*fibrous*) pada permukaan biomaterial. Material ini mempunyai lapisan oksida pada permukaannya. Contohnya adalah aluminium zirkonium, titanium, and material karbon. Sedangkan bioaktif yaitu material yang dapat membentuk ikatan langsung antara biomaterial dengan tulang induk. Contoh material ini adalah keramik kalsium fosfat dan keramik gelas (Ylinen, 2006).

### **E. Pengertian Biokeramik**

Biokeramik adalah produk yang terbuat dari berbagai jenis keramik yang dicampur dengan oksida mineral seperti silika, aluminium oksida dan sebagainya. Biokeramik juga dapat diartikan sebagai keramik yang digunakan untuk kesehatan tubuh dan gigi pada manusia. Sifat biokeramik antara lain tidak beracun, tidak mengandung zat karsinogenik, tidak menyebabkan alergi, tidak menyebabkan radang, memiliki biokompatibel yang baik, tahan lama, sehingga cocok sebagai bahan implan. Biokeramik memiliki beberapa kelebihan yaitu mempunyai biokompatibilitas yang baik dengan sel-sel tubuh dibandingkan dengan biomaterial polimer atau logam. Oleh karena itu, biokeramik digunakan untuk tulang, persendian, dan gigi. Selain itu, biokeramik juga digunakan sebagai penguat komponen komposit, dengan menggabungkan kedua sifat material agar menjadi material baru yang memiliki sifat mekanis dan biokompatibel yang baik. (Billote, 2003).

### **F. Kalsinasi**

Kalsinasi merupakan pengkomposisian senyawa keramik yang berbentuk serbuk atau padatan pada suhu dibawah titik leleh. Kalsinasi merupakan salah satu jenis perlakuan panas yang biasanya digunakan untuk memanaskan bahan yang berbentuk serbuk atau *pellet*. Kalsinasi juga berfungsi untuk melepaskan gas-gas dalam bentuk karbonat atau hidroksida sehingga menghasilkan serbuk dalam bentuk oksida dengan kemurnian yang tinggi. Proses kalsinasi dilakukan pada suhu tinggi yang suhunya tergantung pada jenis bahannya. Kalsinasi diperlukan sebagai penyiapan serbuk keramik untuk diproses lebih lanjut dan juga untuk

mendapatkan ukuran partikel yang optimum serta menguraikan senyawa-senyawa dalam bentuk garam atau dihidrat menjadi oksida, membentuk fase kristal (Rahaman, 1995).

## **G. Karakterisasi Material**

Untuk mengetahui sifat-sifat dari suatu bahan atau material, maka perlu dilakukan pengujian atau analisa. Beberapa jenis pengujian atau analisa yang dibahas untuk keperluan penelitian ini antara lain *Differential Thermal Analysis (DTA)*/*Thermogravimetric Analysis (TGA)*, *Fourier Transform Infra merah (FTIR)*, *X-Ray Diffraction (XRD)*, *Scanning Electron Microscopy (SEM)*.

### **1. *Differential Thermal Analysis (DTA)*/*Thermogravimetric Analysis (TGA)***

Salah satu alat yang sering digunakan untuk menganalisis sifat termal suatu bahan adalah *Differential Thermal Analysis (DTA)*. Analisa DTA meliputi pengamatan perubahan-perubahan material sebagai fungsi suhu. Perubahan tersebut berupa adanya pelepasan panas (*eksotermis*) dan penyerapan panas (*endotermis*). Proses penyerapan atau pelepasan panas tersebut merupakan suatu tanda adanya peristiwa yang terjadi pada bahan yang dianalisa, misalnya perubahan struktur fasa, proses pelepasan air atau zat-zat yang menguap lainnya, proses oksidasi maupun reduksi, dan proses peleburan.

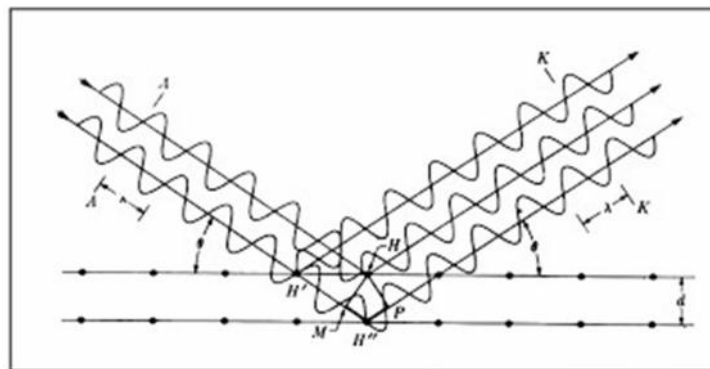
Prinsip dari analisis ini adalah mengukur perubahan suhu ( $T$ ) antara suhu sampel dengan suhu acuan (*reference*), dan sebagai bahan acuan adalah material yang stabil (*inert*) terhadap perubahan suhu dan lingkungan atmosfer, misalnya serbuk korundum. Bila dalam proses pengamatan ternyata suhu bahan acuan lebih tinggi daripada suhu sampel maka diperoleh perubahan suhu ( $T$ )



negatif atau terjadi perubahan *endotermis*, dan sebaliknya akan diperoleh perubahan suhu ( $T$ ) positif atau terjadi perubahan *eksotermis*. Bila suhu sampel dengan suhu acuan sama berarti tidak terjadi perubahan, dalam hal ini hanya ditunjukkan berupa garis lurus (*base line*) (Gallagher, 1991).

## 2. X-Ray Diffraction (XRD)

Untuk analisis struktur kristal dari suatu material dapat dilakukan dengan menggunakan difraksi sinar-X. Sinar-X adalah suatu radiasi elektromagnetik yang memiliki panjang gelombang mendekati jarak antar atom pada kristal. Sinar-X terjadi karena interaksi antara berkas elektron eksternal dengan elektron pada kulit atom. Panjang gelombang sinar-X memiliki orde yang relatif sama dengan jarak antar atom sehingga dapat digunakan sebagai sumber difraksi kristal. Ketika gelombang sinar-X mengenai permukaan kristal pada sudut  $\theta$ , sebagian akan dihamburkan oleh lapisan atom permukaan. Sinar yang tidak dihamburkan akan menembus ke lapisan atom kedua yang nantinya akan dihamburkan kembali dan sisanya akan melewati lapisan ketiga. Gambar berkas sinar yang mengenai bidang kristal diperlihatkan pada Gambar 3 dibawah ini :



**Gambar 3.** Difraksi sinar X (Lawrence, 1989).

Syarat terjadinya difraksi dituliskan dalam Hukum Bragg yang berbunyi bila berkas sinar-X mengenai suatu bahan kristalin, berkas ini akan didifraksikan oleh bidang atom atau ion dalam kristal tersebut. Besar sudut difraksi ( $\theta$ ) tergantung pada panjang gelombang ( $\lambda$ ), berkas sinar-X dan jarak  $d$  antar bidang, seperti pada persamaan dibawah ini:

$$n \lambda = 2d \sin \theta \quad (1)$$

Berdasarkan persamaan Bragg, jika seberkas sinar-X di jatuhkan pada sampel kristal, maka bidang kristal itu akan membiaskan sinar-X yang memiliki panjang gelombang sama dengan jarak antar kisi dalam kristal tersebut. Sinar yang dibiaskan akan ditangkap oleh detektor kemudian diterjemahkan sebagai sebuah puncak difraksi. Makin banyak bidang kristal yang terdapat dalam sampel, makin kuat intensitas pembiasan yang dihasilkannya. Tiap puncak yang muncul pada pola XRD mewakili satu bidang kristal yang memiliki orientasi tertentu dalam sumbu tiga dimensi. Puncak-puncak yang didapatkan dari data pengukuran ini kemudian dicocokkan dengan standar difraksi sinar-X untuk hampir semua jenis material. Standar ini disebut JCPDS (*Joint of Committee Powder Diffraction Standard*).

### **3. Fourier Transform Infra Red (FTIR)**

Spektroskopi FTIR adalah suatu instrumen yang digunakan untuk mengukur serapan radiasi infra merah pada berbagai panjang gelombang antara 1400-4000  $\text{cm}^{-1}$  (2,3-7,1  $\mu\text{m}$ ) dan untuk mengetahui gugus fungsi suatu material melalui spektrum infra merah. Pada metode spektrometer, radiasi IR dilewatkan melalui suatu sampel, beberapa radiasi infra merah diserap oleh sampel dan yang lainnya ditransmisikan. Suatu spektrum infra merah

merupakan sidik jari suatu sampel dengan puncak serapan yang sesuai dengan frekuensi getaran ikatan atom yang membentuk suatu bahan yang berbeda atau kombinasi dari dua atom maka tidak ada dua senyawa yang menghasilkan spektrum infra merah yang sama.

Sistem optik pada FTIR menggunakan radiasi LASER (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*) sebagai radiasi yang di interferensikan dengan radiasi infra merah yang diterima oleh detektor dengan baik, dimana frekuensi dari cahaya spektra infra merah berupa gelombang monokromatis. Spektra infra merah dikumpulkan untuk melihat jumlah energi yang diserap. Teknik karakterisasi dengan infra merah merupakan teknik analisis secara kualitatif dengan cara melihat puncak serapan yang muncul untuk mengidentifikasi gugus fungsi dan dibandingkan dengan tabel referensi.

Pada dasarnya spektrofotometri FTIR adalah sama dengan spektrofotometri IR dispersi, yang membedakannya adalah pengembangan pada sistem optik sebelum berkas sinar infra merah melewati sampel. Beberapa radiasi inframerah diserap oleh sampel dan sebagian dilewatkan (ditransmisikan). Vibrasi terjadi karena energi dari sinar infra merah tidak cukup kuat untuk menyebabkan terjadinya atomisasi pada molekul senyawa, dimana besarnya energi vibrasi tiap atom berbeda sesuai atom-atom dan kekuatan ikatan yang menghubungkannya, vibrasi tersebut menghasilkan momen dipol pembentuk puncak spektrum infra merah (Fessenden, 1999). Spektrum yang dihasilkan merupakan penyerapan dan transmisi molekul, menciptakan berkas molekul

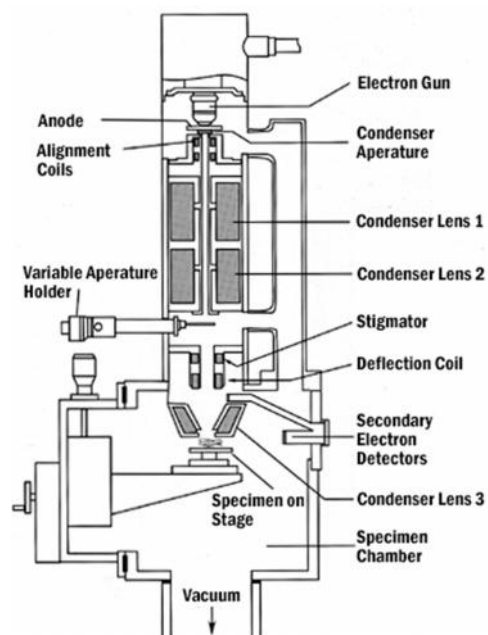
dari sampel. Seperti sidik jari tidak ada dua struktur molekul khas yang menghasilkan spektrum inframerah yang sama (Thermo, 2001).

#### 4. *Scanning Electron Microscopy (SEM)*

SEM adalah suatu tipe mikroskop elektron yang menggambarkan permukaan sampel melalui proses *scanning* dengan menggunakan pancaran energi yang tinggi dari elektron. SEM juga dapat digunakan untuk menganalisis mikrostruktur suatu bahan, mengetahui bentuk dan ukuran dari butir-butir serta mengetahui interaksi satu butir dengan butir lainnya. Melalui observasi menggunakan SEM dapat diamati seberapa jauh ikatan butiran yang satu dengan yang lainnya dan lapisan yang terbentuk diantara butiran atau disebut *grain boundary* dan dapat menganalisis morfologi dari suatu material seperti keramik, komposit dan polimer. Pada SEM dilengkapi dengan mikroskop optik yang digunakan untuk mempelajari tekstur, topografi, dan sifat permukaan bubuk atau padatan dan karena ketajaman fokus dari alat SEM sehingga gambar yang dihasilkan memiliki kualitas tiga dimensi yang pasti (West, 1999).

Elektron yang dihasilkan oleh SEM ini berasal dari *electron gun*, yang bersifat monokromatik, dimana pancaran dari elektron tersebut diteruskan ke anoda. Pada proses ini elektron mengalami penyerahan menuju titik fokus. Anoda berfungsi membatasi pancaran elektron yang memiliki sudut hambur yang terlalu besar. Berkas elektron yang telah melewati anoda diteruskan menuju lensa magnetik, *scanning coils*, dan akhirnya menembak spesimen. Adapun Gambar 4 dibawah ini menunjukkan prinsip kerja SEM yaitu sumber elektron

yang berasal dari filamen katoda ditembakkan menuju sampel. Berkas elektron tersebut kemudian difokuskan oleh lensa magnetik sebelum sampai pada permukaan sampel. Lensa magnetik memiliki lensa kondenser yang berfungsi memfokuskan sinar elektron. Berkas elektron kemudian menghasilkan *Backscattered Electron* (BSE) dan *Secondary Elektron* (SE) menuju sampel, dimana SE akan terhubung dengan *amplifier* yang kemudian dihasilkan gambar pada monitor (Reed, 2005).



**Gambar 4.** Skematik prinsip kerja SEM (Zhou *et al*, 2006).

### III. METODE PENELITIAN

#### A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni sampai dengan Desember 2015 di Laboratorium Fisika Material FMIPA Unila. Kalsinasi dan uji DTA/TG dilakukan di Laboratorium Biomassa Kimia FMIPA Unila. Uji XRD dan FTIR dilakukan di Laboratorium UIN Jakarta. Uji SEM-EDX dilakukan di Laboratorium Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan (P3GL), Bandung.

#### B. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah neraca digital, gelas kimia, *spatula* (batang pengaduk), *aluminium foil*, *mortar* dan *pestle*, oven, *furnace*, cawan, kertas label, plastik, *ball mill*, *X-Ray Diffraction (XRD)*, *Scanning Electron Microscopy (SEM)* dan *Fourier Transform Infra-Red (FTIR)*, dan *Differential Thermal Analysis (DTA)*/ *Thermogravimetric Analysis (TGA)*. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkang bekicot yang diperoleh dari desa Gunung Madu, asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), etanol, dan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ).

### **C. Prosedur Penelitian**

Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah preparasi bahan dasar, pengeringan cangkang bekicot, perendaman cangkang bekicot dalam larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , penghalusan cangkang bekicot, kemudian mengkarakterisasi sampel dan pembanding  $\text{CaCO}_3$  komersial dengan menggunakan DTA/ TGA untuk mengetahui sifat termal dan penyusutan masa dari sampel akibat perlakuan termal, FTIR untuk mengetahui gugus fungsi, *X-Ray Diffraction* (XRD) untuk mengetahui struktur kristal dan karakterisasi *Scanning Electron Microscopy* (SEM) untuk mengetahui mikrostruktur sampel. Setelah itu melakukan kalsinasi pada cangkang bekicot yang telah dihaluskan dan  $\text{CaCO}_3$  komersial pada suhu 500 °C, 800 °C dan 1000 °C dengan waktu penahan 3 jam. Kemudian mengkarakterisasi kembali sampel dan pembanding yang telah dikalsinasi dengan menggunakan FTIR, XRD, dan SEM- EDX.

#### **1. Preparasi Bahan Dasar**

Sebelum penelitian dimulai, terlebih dahulu dilakukan proses preparasi bahan dasar agar diperoleh cangkang yang bersih dari kotoran dan daging bekicot. Preparasi dimulai dengan membersihkan bagian dalam bekicot yang telah diperoleh. Kemudian membersihkan kotoran yang terdapat pada cangkang bekicot dengan air secara berulang-ulang.

#### **2. Pengeringan Cangkang Bekicot**

Setelah diperoleh bahan dasar sebagai sampel penelitian, dilakukan perebusan cangkang selama 5 jam, hal ini dilakukan untuk menghilangkan sisa-sisa

kotoran yang masih menempel pada cangkang. Kemudian cangkang dikeringkan menggunakan oven pada suhu 100 °C selama 3 jam.

### **3. Pencucian Cangkang Bekicot dengan Larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**

Cangkang yang diperoleh dari perlakuan sebelumnya, kemudian dicuci dengan larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan komposisi 5 : 95 ( 5% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan 95% aquades). Perendaman ini dilakukan untuk menghilangkan zat- zat pengotor yang tidak diinginkan. Setelah proses perendaman, langkah selanjutnya adalah membersihkan cangkang bekicot dengan cara menyikatnya lalu membersihkan dengan air hingga bersih. Cangkang yang telah dibersihkan kemudian dioven pada suhu 120 °C selama 3 jam.

### **4. Penghalusan Cangkang Bekicot**

Setelah diperoleh cangkang yang benar-benar bersih, langkah selanjutnya adalah menghancurkan cangkang dengan menggunakan *mortar* dan *pestle* untuk memperoleh cangkang dengan bentuk serpihan-serpihan yang lebih kecil. Kemudian, serpihan-serpihan cangkang tersebut dihaluskan dengan menggunakan blender dan dihaluskan lagi dengan menggunakan *mortar* dan *pestle* selama 3 jam agar diperoleh cangkang yang lebih halus. Setelah itu dilakukan proses *ball mill* selama 2 jam agar diperoleh hasil yang benar-benar halus.

### **5. Kalsinasi**

Proses kalsinasi dilakukan dengan menggunakan *furnace*. Kalsinasi dilakukan pada serbuk sampel dan serbuk pembanding dengan suhu kalsinasi 500 °C, 800 °C dan 1000 °C dengan waktu penahan 3 jam. Proses kalsinasi ini dilakukan



dengan memasukkan sampel kedalam *furnace*, kemudian menghubungkan *furnace* dengan jaringan listrik, mengatur suhu kalsinasi, setelah proses kalsinasi selesai *furnace* dimatikan dan sampel dikeluarkan dari *furnace*.

## 6. Karakterisasi

Karakterisasi dilakukan pada sampel dan pembanding baik sebelum maupun sesudah kalsinasi. Pada sampel sebelum kalsinasi proses karakterisasi dilakukan dengan menggunakan DTA/TGA, FTIR, XRD dan SEM-EDX. Sedangkan karakterisasi untuk sampel yang telah dikalsinasi, menggunakan FTIR, XRD dan SEM-EDX.

### 1. *Differential Thermal Analysis* (DTA)/ *Thermogravimetric Analysis* (TGA)

Karakterisasi dengan menggunakan *Differential Thermal Analysis* (DTA) dilakukan untuk menganalisis sifat termal dan stabilitas bahan. Langkah-langkah yang dilakukan dalam uji DTA ini adalah sebagai berikut:

- a. Menyiapkan cawan platina kosong untuk digunakan sebagai sampel referensi dan memasukkan serbuk sampel kedalam cawan platina sebagai sampel yang akan diuji.
- b. Meletakkan kedua cawan platina pada posisi vertikal di sampel holder dengan memutar posisi *furnace* kearah sampel holder yang dilanjutkan dengan mengatur setting temperatur yaitu  $T_{start} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{pengukuran} = 1000^{\circ}\text{C}$  *heating read* (kenaikan suhu =  $10\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{menit}$ ).
- c. Kemudian menekan tombol power *furnace* pada posisi “ON” untuk pemanasan akan bekerja sesuai dengan program yang telah diatur, saat inilah grafik pada monitor komputer akan diamati sampai temperatur  $T_{pengukuran}$  tercapai menurut program yang telah diatur. Apabila

$T_{\text{pengukuran}}$  telah tercapai maka power *furnace* dapat dimatikan yaitu pada posisi “OF” dan selanjutnya melakukan print hasil pengukuran.

## 2. *Fourier Transform Infra Red spectroscopy* (FTIR)

Uji FTIR ini dilakukan untuk menganalisis gugus fungsi  $\text{CaCO}_3$  yang terdapat pada sampel dan pada pembanding. Adapun langkah-langkah dalam uji FTIR ini adalah sebagai berikut:

- a. Menghaluskan kristal KBr murni dalam *mortar* dan *pestle* kemudian mengayak KBr tersebut.
- b. Menimbang KBr halus yang sudah diayak seberat  $\pm 0,1$  gram, kemudian menimbang sampel padat (bebas air) dengan massa  $\pm 1\%$  dari berat KBr.
- c. Mencampur KBr dan sampel kedalam *mortar* dan *pestle* aduk sampai tercampur merata.
- d. Menyiapkan cetakan *pellet*.
- e. Mencuci bagian sampel, *base* dan *tablet frame* dengan *kloroform*.
- f. Memasukkan sampel KBr yang telah dicampur dengan set cetakan *pellet*.
- g. Menghubungkan dengan pompa vakum untuk meminimalkan kadar air.
- h. Meletakkan cetakan pada pompa hidrolik kemudian diberi tekanan  $\pm 8$  gauge.
- i. Menghidupkan pompa vakum selama 1 menit.
- j. Mematikan pompa vakum dan menurunkan tekanan dalam cetakan dengan cara membuka keran udara.
- k. Melepaskan *pellet* KBr yang sudah terbentuk dan menempatkan *pellet* KBr pada *tablet holder*.

- l. Menghidupkan alat dengan mengalirkan sumber arus listrik, alat interferometer dan komputer.
  - m. Klik “*shortcut 8400*” pada layar komputer yang menandakan program interferometer.
  - n. Menempatkan sampel dalam alat interferometer pada komputer klik FTIR 8400 dan mengisi data file.
  - o. Klik “*Sample Start*” untuk memulai, dan untuk memunculkan harga bilangan gelombang klik “*clac*” pada menu, kemudian klik “*Peak Table*” lalu klik “OK”
  - p. Mematikan komputer, alat interferometer dan sumber arus listrik.
3. *X-Ray Diffraction (XRD)*

Uji XRD dilakukan untuk mengidentifikasi struktur sampel dengan mengetahui komposisi dasar senyawa pada sampel. Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam uji XRD adalah sebagai berikut:

- a. Menyiapkan sampel yang akan dianalisis dan merekatkannya pada kaca, kemudian memasang pada tempatnya yang berupa lempeng tipis berbentuk persegi panjang (*sample holder*) dengan bantuan lilin perekat.
- b. Memasang sampel yang disimpan pada *sample holder* kemudian meletakkannya pada *sample stand* dibagian *goniometer*.
- c. Memasukkan parameter pengukuran pada *software* pengukuran melalui komputer pengontrol yang meliputi penentuan *scan mode*, penentuan rentang sudut, kecepatan *scan* cuplikan, member nama cuplikan dari nomor urut *file data*.

- d. Mengoprasikan alat difraktometer dngan perintah “*Start*” pada menu komputer, dimana sinar-X akan meradiasi sampel yang terpancar dari target Cu dengan panjang gelombang 1,5406 Å.
- e. Mencetak hasil difraksi dari intensitas difraksi pada sudut  $2\theta$ .

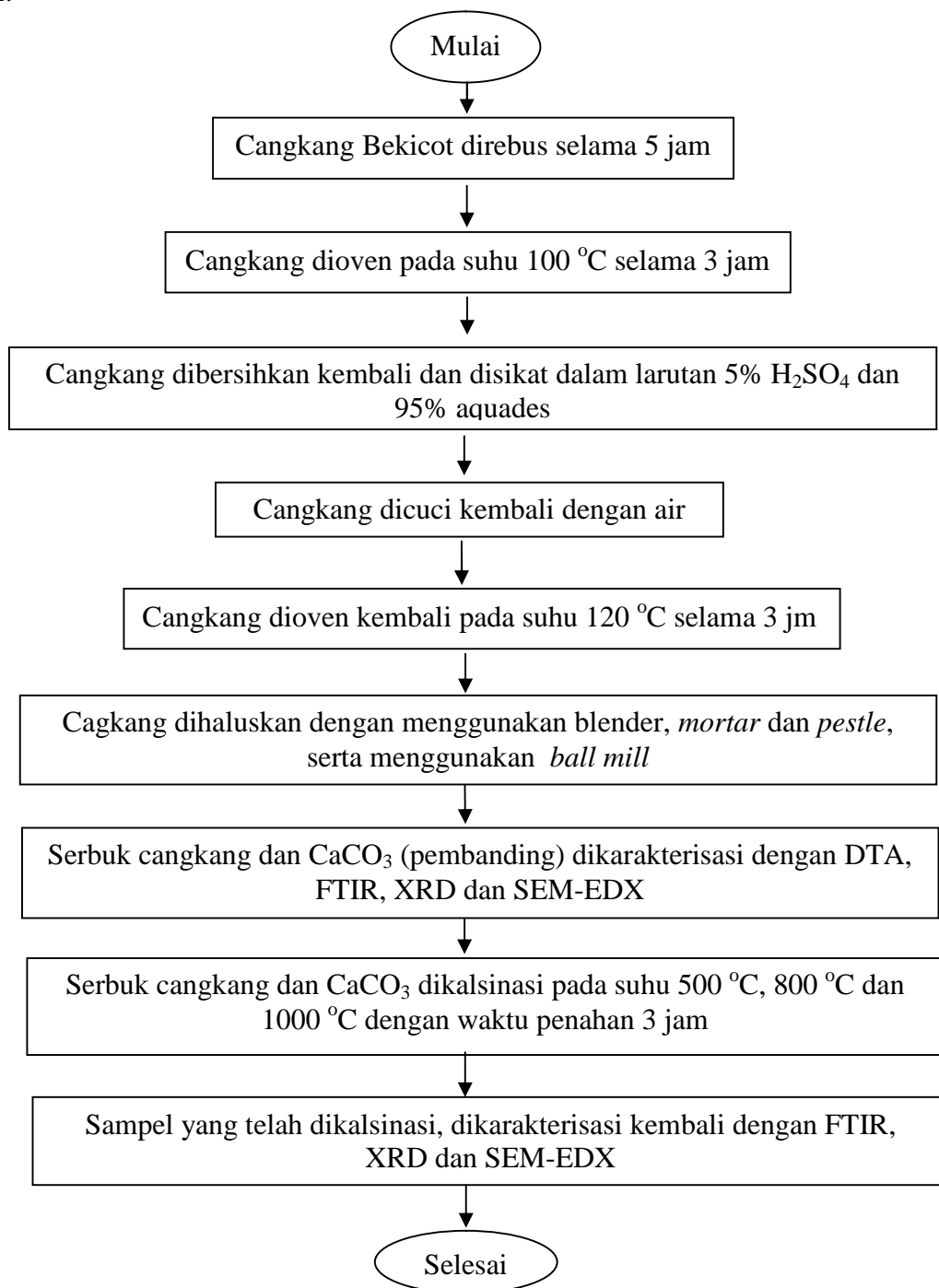
#### 4. *Scanning Electron Microscopy* (SEM)

Uji SEM dilakukan untuk mengetahui karakteristik mikrostruktur  $\text{CaCO}_3$  yang terdapat pada sampel dan zat pembanding, kemudian hasil tampilannya berupa gambar dalam bentuk tiga dimensi. Adapun langkah-langkah dalam proses SEM ini adalah sebagai berikut:

- a. Menyiapkan sampel yang akan dianalisis dan merekatkannya pada *specimen holder* (*dolite*, *double sticy tape*).
- b. Membersihkan sampel yang telah terpasang pada *holder* dengan *hand blower*.
- c. Memasukkan sampel dalam mesin *coating* untuk diberi lapisan tipis yang berupa *gold-poladium* selama 4 menit sehingga menghasilkan lapisan dengan ketebalan 200-400 Å.
- d. Memasukkan sampel kedalam *specimen chamber*.
- e. Mengamati dan mengambil gambar pada layar SEM dengan mengatur perbesaran yang diinginkan.
- f. Menentukan spot untuk analisis layar SEM.

#### D. Diagram Alir

Prosedur penelitian dapat dijelaskan melalui diagram alir pada Gambar 5 dibawah ini:



Gambar 5. Diagram alir penelitian.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Grafik analisis DTA/TGA untuk cangkang bekicot menunjukkan proses dekomposisi dari  $\text{CaCO}_3$  menjadi  $\text{CaO}$  terjadi pada rentang suhu 600 – 750 °C dengan puncak endotermik terdapat pada suhu 743 °C dan total penurunan masa sampel sebesar 40.68%, sedangkan puncak endotermik untuk  $\text{CaCO}_3$  komersil terdapat pada 759.4 °C dengan penurunan masa sampel sebesar 43.37%.
2. Perbedaan Grafik analisis DTA/TGA yang diperoleh disebabkan oleh perbedaan ukuran dan komposisi dari sampel yang dapat mempengaruhi proses dekomposisi sampel.
3. Grafik analisis FTIR untuk cangkang bekicot dan  $\text{CaCO}_3$  sebelum kalsinasi dan kalsinasi 500 °C menunjukkan adanya gugus karbonat ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) dan gugus O-H akibat proses karbonasi, kemudian adanya gugus Ca-O dan gugus O-H pada kalsinasi 800 °C dan 1000 °C akibat efek kalsinasi.
4. Grafik analisis XRD pada cangkang bekicot dan  $\text{CaCO}_3$  menunjukkan fasa  $\text{CaO}$  terbentuk pada suhu 800 °C dan 1000 °C, selain itu terdapat fasa lain yaitu  $\text{Ca(OH)}_2$  akibat adanya reaksi  $\text{CaO}$  dengan udara.

5. Berdasarkan hasil analisis SEM, pengaruh kalsinasi selain merubah  $\text{CaCO}_3$  menjadi  $\text{CaO}$ , juga mengakibatkan ukuran partikel menjadi lebih kecil.
6. Hasil analisis EDS untuk cangkang bekicot dan  $\text{CaCO}_3$  menunjukkan bahwa unsur terbesar yang terdapat pada sampel adalah unsur Ca sehingga dapat digunakan sebagai bahan dasar biokeramik, selain itu unsur lain yang terdapat pada kedua sampel adalah Na, Mg, Al, Si, Ca serta Fe namun dengan presentasi yang kecil dan semakin kecil seiring dengan meningkatnya suhu kalsinasi.

### **B. Saran**

Pada penelitian selanjutnya disarankan agar menyimpan dan menutup sampel yang telah dikalsinasi baik cangkang bekicot maupun  $\text{CaCO}_3$  ditempat yang rapat dan kering agar tidak terkontaminasi dengan udara.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdulhadi. 2014. *Kekinian Keanekaragaman Hayati Indonesia*. LIPI (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia). Serpong. Hal. 49-50.
- Anonim, 2012. *Material Safety Data Sheet of Calcium Carbonate*. [http://www.merckmillipore.com/INTL/en/product/germany/chemicals/calciumcarbonat,MDA\\_CHEM-102066#anchor\\_MSD](http://www.merckmillipore.com/INTL/en/product/germany/chemicals/calciumcarbonat,MDA_CHEM-102066#anchor_MSD). Diakses pada tanggal 06 Februari 2015. Pukul 08.40 WIB.
- Ayuningtyas, F. 2012. *Penetapan Kadar Kalsium Karbonat pada Tablet Magard Fa dengan Titrasi Kompleksometri*. Tugas Akhir. Fakultas Farmasi. Universitas Sumatera Utara. Hal. 10-12.
- Bahanan, R. 2010. *Pengaruh Waktu Sonokimia terhadap Ukuran Kristal Kalsium Karbonat (CaCO<sub>3</sub>)*. Skripsi. Universitas Islam Negri Syarif Hidayatullah. Jakarta. Hal. 19-20.
- Billote, W.G. 2003. *Ceramic Biomaterials*, in *The Biomedical Engineering Handbook*. CRC Press. London. pp. 21-45.
- Birla, A., Bhaskar, S., Uphadyay, S.N., and Sharma, Y.C. 2012. Kinetics studies of synthesis of biodiesel from waste frying oil using a heterogeneous catalyst derived from snail shell. *Journal of Bioresource Technology*. Vol 106. pp. 95-100.
- BPS Lampung Tengah. *Terusan Nunyai dalam Angka 2014*. <http://lampungtengah.kab.bps.go.id/publikasi/publikasi2014/kdaterusanunyaiaedit/index.html>. Diakses pada tanggal 6 Maret 2015. Pukul 12.00 WIB.
- Buasri, A., Chaiyut, N., Loryuenyong, V., Worawanitchaphong, P., and Trongyong, S. 2013. Calcium Oxide Derived from Waste Shells of Mussel, Cockle, and Scallop as the Heterogeneous Catalyst for Biodiesel Production. *The Scientific World Journal*. Vol. 2013. pp. 1-7.
- Campbell, N.A., Jane B.R., dan Lawrance G.R., 2000. *Biologi*. Erlangga. Jakarta. Hal. 224-225.



- Coates, J. 2000. Interpretation of Infrared Spectra, A Practical Approach, in *Encyclopedia of Analytical Chemistry*. John Wiley & Sons Ltd. USA. pp. 10815-10837.
- Cobbinah, J.R. 2008. *Snail Farming in West Africa: Production, Processing, and Marketing*. Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation. Page 10.
- Davis, J. R. 2003. *Handbook of Material For Medical Devices*. American Society for Metals International. USA. pp. 1-12.
- Dewi, S.P. 2010. *Perbedaan Efek Pemberian Lendir Bekicot (*Achatina fulica*) dan Gel Bioplacenton terhadap Penyembuhan Luka Bersih pada Tikus Putih*. Skripsi. Universitas Sebelas Maret. Surakarta. Hal 3.
- Empikul, N.V., Krasae, P., Puttasawat, B., Yoosuk, B., Chollacoop, N., and Faungnawakij, K. 2010. Waste shells of mollusk and egg as biodiesel production catalysts. *Journal Bioresource Technology*. Vol 101. pp. 3765-3767.
- Empikul, N.V., Krasae, P., Nualpaeng, W., Yoosuk, B., and Faungnawakij, K. 2012. Biodiesel production over Ca-based solid catalysts derived from industrial waste. *Journal of Fuel and Energy*. Vol. 92. pp. 239-244.
- Engmann, F.N., Newlove, A.A., Patricia, O.D., and Wilfred, S. 2013. Proximate and Mineral Composition of Snail (*Achatina achatina*) Meat; Any Nutritional Justification for Acclaimed Health Benefits?. *Journal of Basic and Applied Scientific Research*. Vol 3. No 4. pp. 8-15.
- Fernianti, D. 2008. Cangkang Bekicot sebagai Bahan Baku Proses Pembentukan Kalsium Bikarbonat  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ . *Jurnal Teknik Kimia*. Vol 15. No 1. Hal. 1-4.
- Fessenden, R.J., dan Fessenden, J.S. 1999. *Kimia Organik*. Alih Bahasa oleh Pudjaatmaka A.H. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Gabbott, P. 2008. *Principles and Applications of Thermal Analysis*. Blackwell Publishing. India.
- Gallagher, P.K. 2003. *Handbook of Thermal Analysis and Calorimetry*. USA: Ohio State University. pp. 12-20.
- Hanjaya, S., Darjito, dan Danar P. 2013. Pengaruh Ph dan Waktu Kontak pada Adsorpsi Cd (II) menggunakan Adsorben Kitin Terfosforilasi dari Limbah Cangkang Bekicot (*Achatina fulica*). *Kimia Student Journal*. Vol 2. No 2. Hal. 503-509.

- Hoque, Md.E., Shehryar, M., and Islam, K.Md.N. 2013. Processing and Characterization of Cockle Shell Calcium Carbonate (CaCO<sub>3</sub>) Bioceramic for Potential Application in Bone Tissue Engineering. *Material Science & Engineering*. Vol.2. pp. 1-5.
- Hu, S., Wang, Y., and Han, H. 2011. Utilization of Waste Freshwater Mussel Shell as an Economic Catalyst for Biodiesel Production. *Journal Of Biomass and Bioenergy*. Vol. 35. pp. 3627-3635.
- Ireland, M.P., 1991. The Effect of Dietary Calcium on Growth, Shell Thickness and Tissue Calcium Distribution in The Snail *Achatina fulica*. *Journal Comparative Biochemistry Physiology*. Vol 98A. No 1. pp. 111-116.
- Islam, Kh.N., Zuki, Md., Noordin, M.M., Zobir, M., Rahman, N.S.B.A., and Ali, Md.E. 2011. Characterisation of Calcium Carbonate and its Polymorphs from Cockle Shells (*Anadara granosa*). *Powder Technology*. Vol.213. pp. 188-191.
- Jatto, E.O., Asia, I.O., Egbon, E.E., Otutu, J.O., Chukwuedo, M.E., and Ewansiha, C.J. 2010. Treatment of Waste Water from Food Industry using Snail Shell. *Journal of Acaedmia Arena*. Vol 2. No 1. pp. 32-36.
- Kalio, G.A., Etela, I., Fredrick, I., and Ugwo, E.O. 2010. Pawpaw Leaves Supplemented With Three Calcium Sources And Their Effects On The African Giant Land Snail In Humid Nigeria. *Journal of Agriculture and Social Research (JASR)*. Vol 10. No. 1. pp. 43-47.
- Kimball, J.W. 2000. *Biologi Edisi Kelima*. Erlangga. Jakarta. Hal. 907-909.
- Kusumaningsih, T., Abu, M., dan Usman, A. 2004. Pembuatan Kitosan dari Kitin Cangkang Bekicot (*Achatina fulica*). *Jurnal Biofarmasi*. Vol 2. No 2. Hal. 64-68.
- Lawrence, V.V. 1989. *Ilmu dan Teknologi Bahan (Ilmu Logam dan Bukan Logam)*. Erlangga. Jakarta.
- Lesbani, A., Palita, T., Risfidian, M., and Fahmariyanti. 2013. Preparation of Calcium Oxide from *Achatina fulica* as Catalyst for Production of Biodiesel from Waste Cooking Oil. *Indonesian Journal of Chemistry*. Vol 13. No 2. pp. 176-180.
- Mogbo, T.C., Nwankwo, O.D., and Nwuzor, I.L. 2014. Growth Performance of Snails (*Achatina fulica*) Fed with Three Different Leaf Materials. *American Journal of Biology and Life Sciences*. Vol 2. No 4. pp. 96-99.
- Nordin, N., Hamzah, Z., Hashim, O., Kasim, F.H., and Abdullah, R. 2015. Effect of Temperature in Calcination Process of Seashells. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*. Vol 19. No 1. pp. 65-70.

- Onuegbu, G.C., and Igwe, I.O. 2011. The Effects of Filler Contents and Particle Sizes on the Mechanical and End-Use Properties of Snail Shell Powder Filled Polypropylene. *Journal Materials Sciences and Application*. Vol. 2. pp. 811-817.
- Patnaik, P. 2003. *Handbook of Inorganic Chemicals*. New York. McGraw- Hill Book Company. Page 159.
- Pracaya. 2008. *Hama dan Penyakit Tanaman*. Penebar Swadaya. Jakarta. Hal. 297-299.
- Poerwati, S. 2011. Pemanfaatan Cangkang Bekicot dalam Pengolahan Limbah Cair Hasil Pewarnaan Industri Tekstil. *Jurnal Penelitian Kesehatan Suara Forikes*. Vol 2. No 2. Hal. 1-6.
- Qoniah, I., dan Didik P. 2010. *Penggunaan Cangkang Bekicot Sebagai Katalis Untuk Reaksi Transesterifikasi Refined Palm Oil*. Skripsi. FMIPA. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Rahaman, M.N. 1995. *Ceramic Processing and Sintering*. Department of Ceramics Engineering University of Missouri-Rolla Rola. Issouri.
- Raut, S. K., dan Barker, G. M. 2002. *Achatina fulica Bowdich and Other Achatinidae as Pests in Tropical Agriculture*, in *Molluscus as Crop Pests*. CAB International Publishing. Hamilton. New Zealand. pp. 1-60.
- Reed, S.J.B. 2005. *Electron Microprobe Analysis and Scanning Electron Microscopy in Geology*. New York. Cambridge University Press. pp. 41-77.
- Ruiz, M.G., Hernandez, J., Banos, L., Montes, J.N., and Garcia, M.E.R. 2009. Characterization of Calcium Carbonate, Calcium Oxide and Calcium Hydroxide as Starting Point to the Improvement of Lime for Their Use in Construction. *Journal of Materials In Civil Engineering*. Vol: 21. pp. 694-698.
- Rujitanapanich, S., Kumpapan, P., and Wanjanoi, P. 2014. Synthesis of Hydroxyapatite from Oyster Shell Via Precipitation. *Energy Procedia*. Vol. 56. pp. 112-117.
- Sahara, E., Mik S., dan Erfi R. 2009. *Pemuliaan dan Teknologi Pengolahan Produk Ternak Itik dan Puyuh*. Paradigma Indonesia (Group Elmatara). Yogyakarta. Hal. 31.
- Saputra, L., Noor R., Hapsari T.P., dan Sunardi. 2012. Produksi Biodiesel dari Minyak Jelantah dengan Cangkang Bekicot (*Achatina fulica*) sebagai Katalis Heterogen. *Jurnal Prestasi*. Vol 1. No 2. Hal. 118-125.

- Setyawan, F.T., Darjito, dan Khunur, M.M. 2013. Pengaruh pH dan Lama Kontak pada Adsorpsi  $\text{Ca}^{2+}$  menggunakan Adsorben Kitin Terfosforilasi dari Limbah Cangkang Bekicot (*Achatina fulica*). *Kimia Student Journal*. Vol. 1. No. 2. Hal. 201-207.
- Siahaan, R.F. 2012. Pemanfaatan Daging Bekicot dalam Pembuatan Produk-Produk Olahan Bekicot untuk Meningkatkan Penghasilan Keluarga. *Jurnal STEVIA*. Vol. II No. 1. Hal. 59-63.
- Singh, A. 2012. Hydroxyapatite, a biomaterial: Its chemical synthesis, characterization and study of biocompatibility prepared from shell of garden snail. *Bulletin of Materials Science*. Vol 35. No 6. pp. 1031-1038.
- Struthers, M., Rosair, G., Buckman, J., and Viney, G. 2002. The Physical and Chemical Microstructure of The *Achatina fulica* Epiphgram. *Journal of Molluscan Studies*. Vol. 68. pp. 165-171.
- Thermo, N. 2001. *Introduction to Fourier Transform Infrared Spectrometry*. Thermo Nicolet Corporation. USA.
- Umbreit, M.H., and Jedrasiewicz, A. 2000. Application of Infrared Spectrophotometry to the Identification of Inorganic Substances in Dosage Forms of Antacida Group. *Acta Poloniae Pharmaceutica*. Vol. 57. No. 2. pp. 83-91.
- Venette, R.C., dan Margaret, L. 2004. *Mini Risk Assessment Giant African Snail, Achatina fulica*. Department Entomology. University of Minnesota. pp. 1-30.
- West, A.R. 1999. *Basic Solid State Chemistry Second Edition*. Willey. New York.
- Ylinen, P. 2006. *Applications of Coralline Hydroxyapatite with Bioresorbable Containment and Reinforcement as Bonegraft Substitute*. Academic Dissertation. Medical Faculty of the University of Helsinki. pp. 10-12.
- Zhou, W., and Wang, Z.L. 2006. *Scanning Microscopy for Nanotechnology Techniques and Application*. USA: Springer.