

**PENGARUH PERSEN BERAT BASALT, TEMPERATUR DAN
KECEPATAN PENGADUKAN TERHADAP PROSES PELINDIAN
BATUAN BASALT**

(Skripsi)

Oleh

Eka Himmatus Sururiah



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

ABSTRAK

PENGARUH PERSEN BERAT BASALT, TEMPERATUR DAN KECEPATAN PENGADUKAN TERHADAP PROSES PELINDIAN BATUAN BASALT

Oleh

EKA HIMMATUS SURURIAH

Bubuk basalt yang digunakan telah lolos mesh 200 dengan ukuran 74 μm . Bubuk basalt dilakukan pelindian menggunakan asam oksalat dari belimbing wuluh. Variasi persen berat basalt yang digunakan dalam pelindian yaitu 10, 15 dan 20%. Variasi temperatur yang digunakan 30, 60 dan 90 $^{\circ}\text{C}$. Variasi kecepatan pengadukan yang digunakan 200, 400 dan 600 rpm. Hasil pengujian XRF menunjukkan sebelum dan sesudah pelindian didominasi senyawa oksida SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 dan CaO . Hasil XRD menunjukkan struktur fasa sebelum pelindian didominasi fasa-fasa mayor seperti fasa *anorthite* dan fasa *iron silicate*, setelah pelindian didominasi fasa mayor *albite*, *anhydrite* dan *anorthite*. Hasil pengujian AAS menunjukkan asam oksalat dari belimbing wuluh dapat melarutkan unsur besi yang maksimum pada persen berat 20%, temperatur 60 $^{\circ}\text{C}$ dan kecepatan pengadukan 400 rpm. Sebelum pelindian kandungan besi oksida sebesar 15,95%, setelah pelindian kandungan besi oksida menurun pada persen berat 10% sebesar 10,47%, temperatur 60 $^{\circ}\text{C}$ sebesar 6,31%, dan kecepatan pengadukan 200 rpm sebesar 6,31%.

Kata kunci: basalt, pelindian, asam oksalat, belimbing wuluh, struktur fasa, besi oksida

ABSTRACT

THE EFFECT OF BASALT WEIGHT PERCENTAGE, TEMPERATURE AND SPEED MIXING IN THE PROCESS OF BASALT LEACHING

Oleh

EKA HIMMATUS SURURIAH

Basalt powder used in the investigation was mesh of 200 with a size of 74 μm . Basalt powder was leached using oxalic acid from wuluh starfruit. Variations in weight percent basalt used in leaching are 10, 15 and 20%. Temperature variations used are 30, 60 and 90 $^{\circ}\text{C}$. The variation of stirring speed used is 200, 400 and 600 rpm reorrectively. The XRF test results showed that before and after leaching, the dominant oxide are SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 and CaO . The XRD results showed that the phase structure before leaching was dominated by major phases such as the *anorthite* and *iron silicate* phases, after leaching dominated by *albite*, *anhydrite* and *anorthite* major phases. The AAS test results showed oxalic acid from wuluh starfruit can dissolve the maximum iron element at 20% weight percent, temperature 60 $^{\circ}\text{C}$ and stirring speed 400 rpm. Before leaching iron oxide content of 15.95%, after leaching iron oxide content decreased at 10% by weight of 10.47%, temperature of 60 $^{\circ}\text{C}$ by 6.31%, and stirring speed of 200 rpm at 6.31%.

Keywords: basalt, leaching, oxalic acid, starfruit, phase structure, iron oxide

**PENGARUH PERSEN BERAT BASALT, TEMPERATUR DAN
KECEPATAN PENGADUKAN TERHADAP PROSES PELINDIAN
BATUAN BASALT**

Oleh

Eka Himmatu Sururiah

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
2019**

Judul Skripsi : **PENGARUH PERSEN BERAT BASALT,
TEMPERATUR DAN KECEPATAN
PENGADUKAN TERHADAP PROSES
PELINDIAN BATUAN BASALT**

Nama Mahasiswa : **Eka Himmatu Sururiah**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1417041022

Jurusan : Fisika

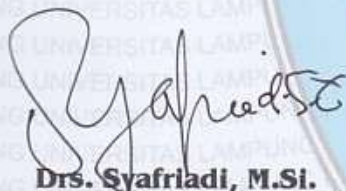
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

MENYETUJUI

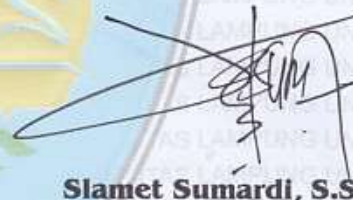
1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I,

Pembimbing II,

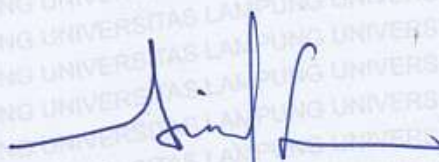


Drs. Syafriadi, M.Si.
NIP. 19610821 199203 1 002



Slamet Sumardi, S.Si., M.T.
NIP. 19790426 200604 1 005

2. Ketua Jurusan Fisika

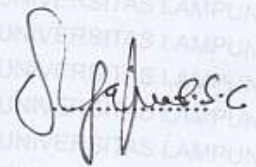


Arif Surtono, M.Si., M.Eng.
NIP. 19710909 200012 1 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Drs. Syafriadi, M.Si.**



Sekretaris : **Slamet Sumardi, S.Si., M.T.**



Penguji
Bukan Pembimbing: **Prof. Drs. Posman Manurung, M.Si., Ph.D**



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Drs. Suratman, M. Sc.
NIP. 196406041990031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: **29 April 2019**

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan oleh orang lain dan sepanjang sepengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain. Kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka. Selain itu saya menyatakan pula bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

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

Bandar Lampung, Juli 2019



Eka Himmatas Sururiah
NPM. 1417041022

RIWAYAT HIDUP



Eka Himmatus Sururiah, dilahirkan pada 07 Agustus 1996 di Desa Mulyosari, Kecamatan Pasir Sakti, Kabupaten Lampung Timur. Anak pertama dari tiga bersaudara pasangan Bapak Suyanto, S.Pd.i dan Ibu Muslihaten, S.Pd.i.

Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di Madrasah Ibtidaiyah (MI) Miftahul Ulum di Kecamatan Pasir Sakti Kabupaten Lampung Timur pada tahun 2008, kemudian melanjutkan pendidikan tingkat menengah pertama di SMPN 1 Pasir Sakti dan lulus pada tahun 2011. Kemudian ditahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan ke Sekolah Menengah Atas di Madrasah Aliyah Negeri (MAN) 1 Lampung Timur dan tamat pada tahun 2014. Pada tahun 2014 penulis melanjutkan pendidikan keningkat perguruan tinggi di Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

Selama menempuh jenjang pendidikan S1 di Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung, penulis memilih konsentrasi keilmuan bidang Fisika Material, kemudian melakukan Praktik Kerja Lapangan di Balai Penelitian Teknologi Mineral-LIPI Tanjung Bintang, Kabupaten Lampung

Selatan dengan bidang penelitian logam (Baja Mangan). Selanjutnya penulis mengikuti program pengabdian masyarakat dengan mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Rawi, Kecamatan Penengahan, Kabupaten Lampung Selatan pada tahun 2017. Selanjutnya penulis memilih penelitian bidang non logam sebagai topik skripsi di Jurusan Fisika FMIPA Univeristas Lampung dengan judul “Pengaruh Persen Berat Basalt, Temperatur dan Kecepatan Pengadukan terhadap Proses Pelindian Batuan Basalt” dan melakukan penelitian di Laboratorium Analisis Kimia dan Laboratorium Non Logam BPTM-LIPI Tanjung Bintang.

MOTTO

Bermimpilah selama engkau masih punya harapan. Catat dan ikhtiarkan dengan maksimal.

Lalu sempurnakan dengan do'a.

Ada Allah yang memiliki seluruh isi jagad raya.

Jika engkau masih memiliki impian itu tandanya jiwamu masih hidup.

PERSEMBAHAN

**Dengan penuh rasa syukur kepada Allah Rabb Seluruh Alam
kupersembahkan karya ini untuk dua insan
yang kucintai dan kusayangi**

Bapak Suyanto dan Ibu Muslihaten

**Mereka yang senantiasa memberikan do'a tulus ikhlas,
kasih sayang yang tak bertepi,
dan ridho yang menghantarkanku menyelesaikan tugas akhir ini
dengan baik**

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah Subhanahu wa Ta'ala, yang telah memberikan nikmat kesehatan, rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Porsen Berat Basalt, Temperatur dan Kecepatan Pengadukan terhadap Proses Pelindian Batuan Basalt”**. Tujuan penulisan skripsi ini adalah sebagai salah satu persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana dan 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. Aamiin.

Bandar Lampung, Juli 2019

Penulis

Eka Himmatus Sururiah

SANWACANA

Puji syukur kehadiran Allah Subhanahu wa Ta'ala, karena atas karunia-Nya penulis masih diberikan kesempatan menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terimakasih kepada pihak yang telah banyak memberikan do'a, motivasi, bimbingan dan dukungan terutama kepada:

1. Bapak Drs. Syafriadi, M.Si., selaku Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan nasehat selama perkuliahan dan dalam menyelesaikan skripsi ini dari awal sampai akhir penulisan.
2. Bapak Slamet Sumardi, S.Si., M.T., selaku Pembimbing II yang senantiasa membimbing dan memberikan masukan-masukan serta nasehat untuk menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Prof. Drs. Posman Manurung, M.Si., Ph.D. selaku Penguji yang telah memberikan kritik dan saran selama penulisan skripsi.
4. Ibu Dra. Dwi Asmi, M.Si., Ph.D., selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan dan nasehat selama perkuliahan.
5. Bapak Kusno Isnugroho, S.T., selaku Pembimbing Lapangan yang senantiasa membimbing dalam melakukan penelitian sampai menyelesaikan skripsi.
6. Kedua orang tua penulis, Bapak Suyanto dan Ibu Muslihaten yang selalu memberikan do'a tulus ikhlas serta dukungan moril dan materil bagi penyelesaian tugas akhir ini.

7. Bapak Arif Surtono, S.Si., M.Si., M.Eng., selaku Ketua Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung.
8. Bapak Gurum Ahmad Pauzi, S.Si., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung.
9. Bapak Drs. Suratman, M.Sc., selaku Wakil Dekan Bidang Akademik dan Kerjasama serta staf dan karyawan di FMIPA Universitas Lampung.
10. Bapak Driszal Fryantoni, M.Eng.Sc., selaku Kepala Balai Pengolahan Teknologi Mineral – LIPI yang telah memberikan izin penelitian serta memberikan fasilitas selama melakukan penelitian.
11. Bapak dan Ibu Dosen di Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung yang telah banyak membekali ilmu bagi penulis selama perkuliahan.
12. Rekan Penelitian yang selalu mendukung dan membantu satu sama lain: Ipruddin, Ario, Santi, dan lain-lain yang tidak bisa disebutkan satu per satu.
13. Teman-teman Fisika angkatan 2014 yang selama ini memberikan semangat. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan nikmat iman dan sehat kepada kita semua, Aamiin.

Bandar Lampung, Juli 2019

Eka Himmatus Sururiah

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
HALAMAN JUDUL	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
HALAMAN PERNYATAAN	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
MOTTO	ix
HALAMAN PERSEMBAHAN	x
KATA PENGANTAR	xi
SANWACANA	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xviii
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2

1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Basalt.....	6
2.2 Pelindian.....	8
2.3 Belimbing Wuluh.....	9
2.4 <i>X-Ray Fluorescence (XRF)</i>	12
2.4 <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i>	15
2.6 <i>Atomic Absorption Spectroscopy (AAS)</i>	17

III.METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	20
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	20
3.3 Prosedur Penelitian.....	21
3.4 Diagram Alir Penelitian	26

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Analisis Distribusi Partikel	30
4.2 Hasil Pengujian Kadar Air	31
4.3 Hasil Pengujian AAS	31
4.4 Perhitungan Persen Ekstraksi Logam Terlarut.....	34
4.5 Hasil Pengujian XRF	36
4.6 Hasil Pengujian XRF	48

V. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan	53
5.2 Saran	54

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Skematik XRF.....	13
2. Skematik kulit atom	14
3. Skematik Hukum Bragg.....	16
4. Skema difraksi sinar X.....	17
5. Sistem instrumen dasar spektrometri serapan atom.....	18
6. Preparasi batuan basalt.....	27
7. Proses pembuatan asam oksalat	28
8. Skema proses pelindian.....	29
9. Garfik hasil AAS variasi persen berat basalt	32
10. Grafik hasil AAS variasi temperatur.....	32
11. Grafik hasil AAS variasi kecepatan pengadukan.....	33
12. Grafik hasil perhitungan persen ekstraksi besi variasi persen berat ..	34
13. Grafik hasil perhitungan persen ekstraksi besi variasi temperatur	35
14. Grafik hasil perhitungan persen ekstraksi besi variasi kecepatan pengadukan	36
15. Pola difaktogram XRD sampel basalt sebelum pelindian.....	37
16. Pola difaktogram XRD sampel basalt sebelum pelindian dan setelah pelindian variasi persen berat 10, 15 dan 20%	39

17. Pola difaktogram XRD sampel basalt sebelum pelindian dan setelah pelindian variasi temperatur 30, 60 dan 90 °C.....	42
18. Pola difaktogram XRD sampel basalt sebelum pelindian dan setelah pelindian variasi kecepatan pengadukan 200, 400 dan 600 rpm	45

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kandungan mineral batuan basalt	7
2. Komposisi batuan basalt	7
3. komposisi buah belimbing wuluh	10
4. Kandungan asam organik buah belimbing wuluh.....	11
5. Sifat fisika dan kimia asam oksalat.....	11
6. Analisis distribusi ukuran partikel bubuk basalt	30
7. Hasil pengujian kadar air	31
8. Hasil XRF residu batuan basalt variasi konsentrasi berat.....	48
9. Hasil XRF batuan basalt variasi temperatur	50
10. Hasil XRF batuan basalt variasi kecepatan pengadukan	51

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang mempunyai sumber daya mineral logam maupun non-logam yang cukup melimpah di alam. Salah satu sumber daya mineral non-logamnya yaitu batuan basalt. Berdasarkan data yang berasal dari Pusat Sumber Daya Geologi – Badan Geologi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral tahun 2014, Indonesia memiliki sumber daya mineral non-logam basalt berjumlah 6.282.661.980 ton. Persebarannya ada di berbagai wilayah di Indonesia mulai dari Sumatera, Jawa, Kalimantan, Sulawesi dan Papua (Isnugroho, 2017). Sedangkan menurut Dinas Pertambangan dan Energi Provinsi Lampung cadangan batuan basalt yang tersebar di daerah berjumlah 318.480.000 ton (Amin dan Suharto, 2017). Di Provinsi Lampung, batuan basalt banyak terdapat di Kabupaten Lampung Timur dan tersebar di beberapa wilayah yaitu Mataram Baru, Jabung, Bumi Agung, Marga Tiga, Sukadana dan Labuhan Maringgai. Total sumber daya di daerah tersebut lebih dari 10 juta m³ (Isnugroho, 2017). Karakteristik batuan basalt di daerah Lampung Timur umumnya memiliki bentuk berlubang gas atau berongga (Supardan dkk, 2006).

Seiring berkembangnya teknologi dan ilmu pengetahuan batuan basalt dapat diolah menjadi basalt *fiber*, basalt *casting* dan keramik. Dasar untuk menentukan

dapat diolah menjadi basalt *fiber*, basalt *casting* atau basalt *stone* dilakukan dengan menghitung *modulus acidity* (Ma) atau *acidity coefficient* (Ka) dan atau *metal silicate index* (Nx). Untuk mendapatkan basalt *fiber* dengan kemampuan kimia yang stabil dibutuhkan nilai Nx lebih dari 4,75 (Zimin, *et al.*, 2016).

Ma menjadi parameter utama dalam menentukan kualitas produk basalt *fiber*. Jika Ma kurang dari 1,8 basalt ini bersifat rapuh. Basalt ini direkomendasikan untuk menjadi pelapis mineral dengan basis material dari batuan vulkanik. Apabila nilai Ma lebih dari 1,8 mengindikasikan basalt *fiber* memiliki kualitas yang baik, karena memiliki tingkat keasaman yang lebih tinggi sehingga basalt tersebut tahan terhadap korosi dan memiliki range temperatur yang lebih panjang (Pisciotta, *et al.*, 2014). Untuk memproduksi mineral *fiber* dari batuan basalt nilai Ka rentang 1,7 sampai 2,3. Sedangkan material batuan basalt dengan nilai Ka rentang 1,5 sampai 1,8 dapat diaplikasikan untuk basalt *casting* (Babievskaya, dkk, 2010).

Untuk mengurangi kandungan besi pada batuan basalt digunakan metode pelindian. Pelindian adalah proses ekstraksi padat-cair. Ekstraksi padat cair adalah suatu proses pemisahan zat terlarut yang terdapat dalam suatu padatan dengan cara mengontakkan padatan tersebut dengan pelarut sehingga padatan dan pelarut bercampur, kemudian zat terlarut akan larut dalam pelarut.

Faktor-faktor yang mempengaruhi ekstraksi padat-cair adalah temperatur, kecepatan pengadukan, ukuran, bentuk, dan kondisi dari partikel padatan, jenis dan jumlah pelarut. Semakin tinggi temperatur mengakibatkan daya larut semakin tinggi. Temperatur yang tinggi juga menyebabkan viskositas cairan lebih rendah. Peristiwa fisis yang terjadi pada proses pelindian adalah perpindahan massa.

Perpindahan massa ini terjadi karena adanya perbedaan konsentrasi dari konsentrasi yang tinggi ke konsentrasi yang lebih rendah. Semakin besar perbedaan konsentrasi semakin cepat terjadinya perpindahan massa sehingga tercapainya kesetimbangan.

Proses pelindian pada penelitian ini menggunakan reagen asam oksalat yang berasal dari belimbing wuluh. Kebutuhan asam oksalat di Indonesia setiap tahun selalu meningkat. Saat ini Indonesia masih mengimpor asam oksalat dari luar negeri untuk memenuhi sebagian kebutuhan asam oksalat dalam negeri (Yenti, *et al*, 2011). Untuk itu digunakan asam oksalat organik dari bahan-bahan alami yang mudah didapat dilingkungan sekitar. Salah satu contohnya buah belimbing wuluh. Buah belimbing wuluh sangat terbatas pemanfaatannya, hingga banyak yang dibiarkan terbuang. Dalam analisis awal diketahui kandungan asam oksalat dalam buah belimbing wuluh sebesar 22,6% per 100 gram, dan 41,03% per 100 gram pada filtrat jus buah belimbing wuluh (Kurniawan dan Khoirul, 2010).

Pada penelitian ini dibahas tentang pengaruh persen konsentrasi berat, temperatur dan kecepatan pengadukan pada proses sebelum dan sesudah pelindian batuan basalt menggunakan belimbing wuluh. Untuk mengetahui karakteristik unsur dan struktur fasa batuan basalt Kabupaten Lampung Timur, penelitian ini menggunakan analisis *X-Ray Fluorescence* (XRF) dan *X-Ray Diffraction* (XRD).

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan digunakan pada penelitian ini adalah:

- a. Bagaimana karakteristik kandungan unsur dan struktur fasa batuan basalt Kabupaten Lampung Timur sebelum dan sesudah proses pelindian?
- b. Bagaimana pengaruh pelindian menggunakan belimbing wuluh terhadap keterlarutan besi pada batuan basalt?
- c. Bagaimana pengaruh temperatur, kecepatan pengadukan dan konsentrasi berat terhadap penurunan kandungan besi dalam batuan basalt?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. Batuan basalt yang digunakan berasal dari Kabupaten Lampung Timur.
- b. Proses pelindian menggunakan belimbing wuluh.
- c. Variasi persen berat yang digunakan yaitu 10, 15 dan 20%.
- d. Variasi temperatur yang digunakan yaitu 30, 60 dan 90 °C.
- e. Variasi kecepatan pengadukan yang digunakan yaitu 200, 400 dan 600 rpm.
- f. Karakterisasi batuan basalt menggunakan XRF dan XRD.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

- a. Mengetahui kandungan dan struktur fasa batuan basalt sebelum dan sesudah proses pelindian menggunakan analisis XRF dan XRD.
- b. Mengetahui pengaruh pelindian batuan basalt menggunakan belimbing wuluh terhadap keterlarutan besi pada batuan basalt.

- c. Mengetahui pengaruh persen berat, temperatur dan kecepatan pengadukan terhadap penurunan kandungan besi oksida dalam batuan basalt.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

- a. Memberikan wawasan bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya pemanfaatan batuan basalt sebagai material lanjut.
- b. Memberikan informasi kepada masyarakat tentang pemanfaatan batuan basalt sebagai alternatif bahan bangunan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Basalt

Batu basalt adalah batuan yang berwarna gelap, berbutir halus, merupakan batuan beku yang utamanya tersusun atas mineral plagioklas dan piroksen. Batuan ini paling sering terbentuk sebagai batuan ekstrusif (aliran lava). Batuan basalt memiliki komposisi mirip dengan gabro. Perbedaan terletak pada ukuran butir mineralnya. Pada batu basalt ukuran butirannya lebih halus dibandingkan dengan batu gabro yang berbutir kasar.

Batu basalt tergolong dalam kelompok batuan beku. Batuan beku terjadi dari pembekuan larutan silika cair dan pijar (magma). Pada saat sekarang basalt sebagian besar terbentuk sebagai lava. Bentuk yang paling banyak terdapat berupa lembaran di permukaan bumi. Penyebaran dari lava basalt sangat luas bahkan sampai 200.000 mil² dengan ketebalan maksimum 6000 ft. Suatu contoh di Indonesia adalah lava gunung Galunggung.

Batuan basalt memiliki beberapa struktur seperti *fine-grained* atau masif dan struktur *vesicular* atau berongga. Struktur masif merupakan struktur yang memperlihatkan suatu massa batuan yang terlihat seragam. Sedangkan struktur *vesicular* merupakan struktur yang memperlihatkan lubang-lubang sejajar yang terbentuk akibat pelepasan gas saat pembekuan berlangsung.

Dalam bentuk bubuk, basalt memiliki diameter partikel berada dikisaran 1,5 hingga 200 μm . Volume terbesar yaitu sebesar 51%, ditempati oleh partikel dengan diameter sekitar 19,89 μm . Berat jenis bubuk basalt sekitar 2,99 gr/cm^3 dan permukaan spesifik blaine yaitu 3500 cm^2/gr serta memiliki permukaan dengan bentuk sudut (Dobiszewska and Beycioğlu, 2017).

Komposisi kimia batuan basalt didominasi oleh oksida silika dan alumina serta kalsium dan besi oksida sedangkan komposisi mineraloginya didominasi oleh plagioklas, piroksen dan amfibol (Dobiszewska and Beycioğlu, 2017). Kandungan mineral batuan basalt pada daerah sekitar Bandung yaitu dari Cicalengka, Majalaya, Baleendah, Soreang dan Cimahi ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan mineral batuan basalt (Sucipta dan Sadisun, 2000)

No.	Jenis mineral	Persentase (%)
1.	Silikat plagioklas [(Na, Ca)AlSi ₃ O ₈]	40 – 65
2.	Gelas vulkanik [SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , MgO, CaO, Na ₂ O, K ₂ O, H ₂ O]	5 – 35
3.	Piroksen [(Ca, Na) (Mg, Fe, Al) (Si,Al) ₂ O ₆]	5 – 25
4.	Olivin [(Mg, Fe) ₂ SiO ₄]	0 – 8
5.	Hornblenda [[Ca ₂ (Mg,Fe,Al) ₅ (OH) ₂ [(Si,Al) ₄ O ₁₁] ₂]	0 – 1

Sedangkan Komposisi kimia batuan basalt dari pegunungan Kopaonik daerah Vrelo, Serbia dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi batuan basalt (Singha, 2012)

No.	Komposisi kimia batuan basalt	%
1	SiO ₂	49.33
2	Al ₂ O ₃	16.13
3	Fe ₂ O ₂	3.81
4	FeO	2.68
5	MgO	6.48
6	CaO	8.87
7	Na ₂ O	3.30
8	K ₂ O	2.70

Besi adalah satu-satunya elemen pembentuk batuan yang keadaan oksidasinya bergantung pada kondisi lebur basalt. Tekanan pada proses peleburan dan kristalisasi mempengaruhi rasio oksida besi, sehingga menciptakan kondisi untuk pembentukan satu atau mineral lain. Titik lebur basalt ditentukan oleh kondisi kimia dan komposisi mineralnya. Kondisi lebur biasanya dapat diprediksi dari persentase berbagai oksida.

Saat ini, serat basalt banyak digunakan untuk produksi bahan isolasi listrik, antena dan penutupnya, papan elektronik, *locator*, dan peralatan radio lainnya. Spesifikasi produk tersebut mensyaratkan bahwa kandungan oksida besi dalam bahan baku diperiksa secara signifikan (Drobot, *et al.*, 2014). Untuk menentukan batuan yang cocok digunakan sebagai basalt *fiber* basalt *casting* atau basalt *stone* digunakan nilai *Ma*, *Ka* dan *Nx* dengan persamaan sebagai berikut (Zimin, *et al.*, 2016).

$$Ma = \frac{SiO_2 + Al_2O_3}{CaO + MgO} \quad (1)$$

$$Ka = \frac{SiO_2 + TiO_2 + Al_2O_3}{CaO + MgO + FeO + Fe_2O_3 + K_2O + Na_2O} \quad (2)$$

$$Nx = \frac{SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3 + TiO_2}{CaO + MgO + Na_2O + K_2O} \quad (3)$$

2.2 Pelindian

Pelindian adalah proses pelarutan dari bahan terlarut yang terkandung dalam bahan padat oleh pelarut. Proses pelindian adalah salah satu contoh penting dari reaksi heterogen yang melibatkan fase padat, cair maupun gas. Pelindian dapat terjadi melalui suatu variasi proses yang dapat dikelompokkan dalam fisik, kimia,

elektrokimia dan proses elektrolisis, masing-masing memiliki karakteristik tertentu yang jelas. Faktor fisik yang mempengaruhi pelindian meliputi: ukuran partikel, homogenitas atau heterogenitas padatan, waktu, laju aliran reagen, suhu selama pelindian, bentuk geometris dan ukuran bahan dari pelindian. Tingkat ekstraksi tergantung pada kuantitas pelarut dan jumlah padatan yang digunakan dalam proses pelindian.

Peristiwa fisis yang terjadi pada proses pelindian adalah perpindahan massa. Perpindahan massa ini terjadi karena adanya perbedaan konsentrasi dari konsentrasi yang tinggi ke konsentrasi yang lebih rendah. Semakin besar perbedaan konsentrasi semakin cepat terjadinya perpindahan massa sehingga tercapainya kesetimbangan.

2.3 Belimbing Wuluh

Tanaman belimbing wuluh memiliki nama ilmiah *Averrhoa bilimbi L.* Tinggi tanaman belimbing wuluh mencapai 10 m. Batang tanaman tidak terlalu besar dengan permukaan yang kasar, dan berbenjol-benjol. Daun majemuknya berbentuk menyirip dan berjumlah ganjil yang terdiri dari 21-45 pasang daun. Bentuk buahnya lonjong persegi, berair banyak, dan rasanya sangat asam. Tanaman yang berasal dari Amerika ini dapat tumbuh di daerah dengan ketinggian hingga 500 m dari permukaan laut. Daerah yang terkena matahari langsung, tetapi cukup lembap merupakan tempat tumbuh yang disukai.

Buah belimbing wuluh sangat terbatas pemanfaatannya, hingga banyak yang dibiarkan terbuang. Sebagaimana dikenal banyak orang dapat digunakan sebagai

sayuran dan obat tradisional tanpa tahu lebih detail mengenai berbagai kandungan zat kimia yang terkandung dalam buah tersebut, salah satu kandungan yang besar adalah asam oksalat (Kurniawan dan Khoirul, 2010).

Belimbing wuluh merupakan tumbuhan berjenis pepohonan yang hidup di ketinggian 5-500 m di atas permukaan laut. Batangnya memiliki ketinggian mencapai ± 15 m dengan percabangan yang sedikit. Belimbing wuluh sering disebut juga belimbing sayur atau belimbing asam karena memiliki rasa yang cukup asam dan biasanya digunakan sebagai bumbu masakan atau ramuan jamu dan mengandung banyak zat tannin, saponin, glukosa sulfur, asam format, peroksida, flavonoid, serta triterpenoid. Adanya kandungan senyawa asam sulfat, asam oksalat, asam format, dan asam sitrat juga dapat dimanfaatkan sebagai larutan elektrolit (Suryaningsih, 2016). Komposisi buah belimbing wuluh ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Komposisi buah belimbing wuluh (Lathifah, 2008)

No.	Komposisi Pangan	Kadar (mg)
1	Kelembaban	94100
2	Protein	700
3	Lemak	200
4	Karbohidrat	4700
5	Serat	600
6	Abu	300
7	Kalsium	7
8	Fosfor	11
9	Zat besi	400
10	Sodium	4
11	Potasium	148 mg

Sedangkan kandungan asam organik buah belimbing wuluh ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kandungan asam organik buah belimbing wuluh (Muzaifa, 2018)

No	Asam organik	Kadar Asam Organik (ppm)
1	asam oksalat	825,12
2	Asam sitrat	46,76
3	Asam laktat	19,44
4	Asam malat	41,82
5	Asam askorbat	112,68

Berdasarkan data dalam Tabel 4 terlihat bahwa asam organik yang dominan didalam belimbing wuluh adalah asam oksalat, diikuti asam askorbat, asam sitrat, asam malat dan asam laktat. Asam oksalat adalah asam dikarboksilat yang paling sederhana. Asam oksalat banyak ditemukan pada tanaman yaitu pada daun, akar/rhizoma sebagai garam potassium dan kalsium oksalat. Sifat-sifat fisik asam oksalat berwarna putih berbentuk padat *anhydrous* atau kristal *dihidrat* prisma *monoclinic*. Sifat-sifat asam oksalat yaitu ditunjukkan pada Tabel 5.

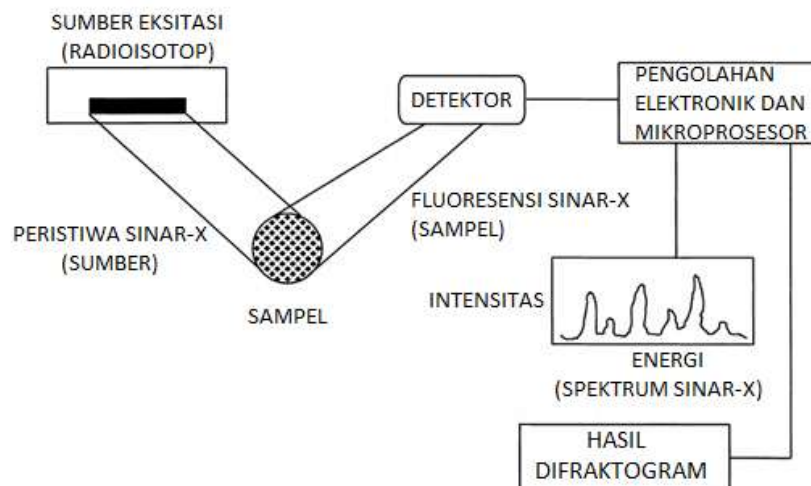
Tabel 5. Sifat fisika dan kimia asam oksalat (Oghome, 2012)

No	Asam Oksalat Anhidrat (COOH) ₂	
1	Titik lebur	187 °C
2	Panas pembakaran	60,1 kal
3	Panas pembentukan pada suhu 18 °C,	195,36 kal/mol
4	Kelarutan dalam air	-9,58 KJ/mol
5	Konstanta ionisasi	6,5x10 ⁻²
6	Panas sublimasi	21,65 kkal/mol
7	Panas dekomposisi	197,60 kkal/mol
Asam Oksalat Dihidrat (COOH) ₂ .2H ₂ O		
8	Titik lebur	101,5 °C
9	Densitas	1.653 g/mol
10	Indeks bias	1.475
11	Kelarutan dalam air	-35,5 KJ/mol

2.4 X-Ray Fluorescence (XRF)

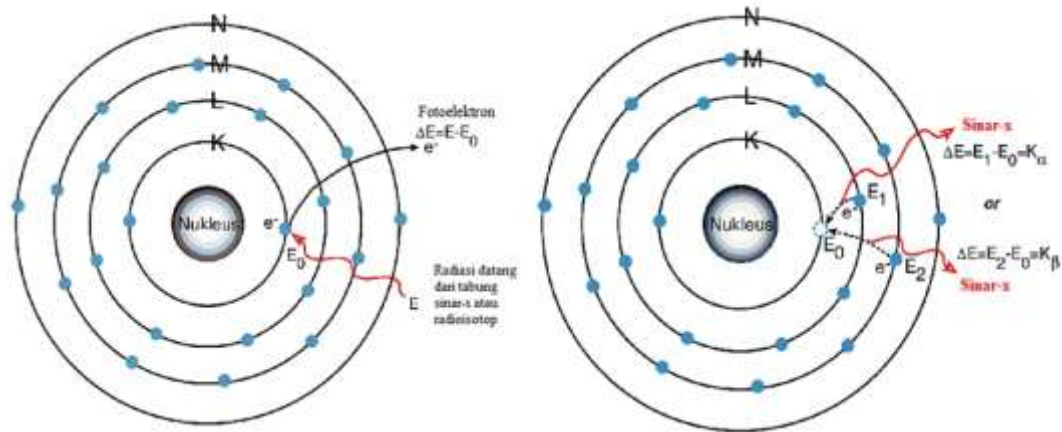
XRF adalah alat uji yang digunakan untuk menganalisis unsur yang terkandung dalam bahan secara kualitatif maupun kuantitatif. Analisis kualitatif memberikan informasi jenis unsur yang terkandung dalam bahan yang dianalisis, yang ditunjukkan oleh adanya spektrum unsur pada energi sinar-X karakteristiknya. Sedangkan analisis kuantitatif memberikan informasi jumlah unsur yang terkandung dalam bahan yang ditunjukkan oleh ketinggian puncak spektrum.

Analisis menggunakan XRF dilakukan berdasarkan identifikasi dan pencacahan sinar-X karakteristik yang terjadi dari peristiwa efek fotolistrik. Efek fotolistrik terjadi karena elektron dalam atom target (sampel) terkena sinar berenergi tinggi (radiasi gamma, sinar-X). Bila energi sinar tersebut lebih tinggi dari pada energi ikat elektron dalam orbit K, L atau M atom target, maka elektron atom target akan keluar dari orbitnya. Dengan demikian atom target akan mengalami kekosongan elektron. Kekosongan elektron ini akan diisi oleh elektron dari orbital yang lebih luar diikuti pelepasan energi yang berupa sinar-X. Jika elektron kulit yang diganti adalah elektron kulit K, maka emisi sinar-X dikenal sebagai sinar-X deret K. Demikian pula, transisi kulit L menghasilkan sinar-X deret L. Garis-garis spektrum sinar-X dikelompokkan secara seri (K, L, M). Semua garis dalam rangkaian hasil transisi elektron dari berbagai tingkatan ke kulit yang sama. Sebagai contoh, transisi dari kulit L dan M ke kulit K menyediakan garis spektral yang masing-masing disebut $K\alpha$ dan $K\beta$. Spektrum sinar-X dihasilkan oleh semua elemen dalam sampel. Setiap elemen akan memiliki banyak garis karakteristik dalam spektrum, karena sinar-X yang berbeda akan dipancarkan untuk setiap jenis transisi orbital. Adapun prinsip kerja XRF ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Skematik XRF (Kalnicky and Singhvi, 2001).

Apabila sumber eksitasi digunakan untuk menyinari sampel dalam proses pemedaran. Kemudian fluoresensi sinar-X karakteristik dideteksi dan dianalisis. Seluruh proses dihubungkan dengan komputer yang menyediakan kontrol instrumen umum, pembuatan data, dan pengolahan. Beberapa teknik yang berbeda dapat digunakan untuk menginduksi fluoresensi dalam sampel dan untuk mendeteksi atau menganalisis sinar-X karakteristik yang dilepaskan oleh sampel. Sinar-X yang dihasilkan merupakan suatu gabungan spektrum sinambung dan spektrum berenergi tertentu (*discreet*) yang berasal dari bahan sasaran yang tertumbuk elektron. Jenis spektrum *discreet* yang terjadi tergantung pada perpindahan elektron yang terjadi dalam atom bahan . Spektrum ini dikenal sebagai spektrum sinar-X karakteristik. Peristiwa tersebut dapat dilihat pada Gambar 2 (Kalnicky dan Singhvi, 2001).



Gambar 2. Skema kulit atom

Sinar-X dapat diproduksi di dalam sebuah wadah (tabung) kead udara dengan cara memanaskan filamen sehingga mengeksitasi elektronnya yang kemudian diakselerasi (dipercepat) dengan listrik bertegangan tinggi sehingga elektron memiliki energi kinetik yang tinggi. Karena elektron bermuatan negatif, maka elektron akan bergerak menuju sebuah plat logam yang diletakan pada bagian anoda yang bermuatan positif. Pada waktu mendekati inti atom, elektron ditarik mendekati inti atom yang bermuatan positif, sehingga lintasan elektron berbelok dan kecepatan elektron berkurang atau diperlambat.

Radiasi sinar-X dapat terjadi karena transisi elektron dari orbital yang memiliki tingkat energi lebih tinggi menuju orbital dengan tingkat energi yang lebih rendah dengan melalui tahapan yaitu ketika sebuah elektron yang terletak di kulit bagian dalam terpental ke luar atom karena adanya berkas cahaya atau berkas elektron dari luar. Kekosongan elektron ini selanjutnya digantikan oleh elektron dari kulit yang lebih luar. Sebagai contoh pengisian elektron kulit K oleh kulit L akan menghasilkan selisih energi yang akan memancarkan K_α sinar-X dengan persamaan :

$$E_{X-ray} = E_K - E_L \quad (5)$$

dengan:

- E_{X-ray} = Energi kinetik sinar-X
- E_K = Energi kinetik elektron kulit K
- E_L = Energi ikat elektron kulit L

2.5 X-Ray Diffraction (XRD)

Sinar-X adalah gelombang elektromagnetik yang dihasilkan dari tumbukan elektron berkecepatan tinggi dengan logam sebagai sasarannya. Oleh karena itu, suatu tabung sinar-X harus mempunyai sumber elektron, voltase tinggi dan logam sasaran. XRD dilengkapi dengan beberapa komponen seperti tabung sinar-X, monokromator, detektor dan lain-lain. Sinar-X yang menembak sampel, kemudian didifraksikan ke segala arah dengan memenuhi Hukum Bragg. Detektor bergerak dengan kecepatan sudut yang konstan untuk mendeteksi berkas sinar-X. Sampel serbuk atau padatan kristalin memiliki bidang-bidang kisi yang tersusun secara acak dengan berbagai kemungkinan orientasi, begitu pula partikel-partikel kristal yang terdapat di dalamnya. Setiap kumpulan bidang kisi tersebut memiliki beberapa sudut orientasi sudut tertentu, sehingga difraksi sinar-X memenuhi persamaan Hukum Bragg:

$$2d \sin \theta = n\lambda \quad (4)$$

dengan:

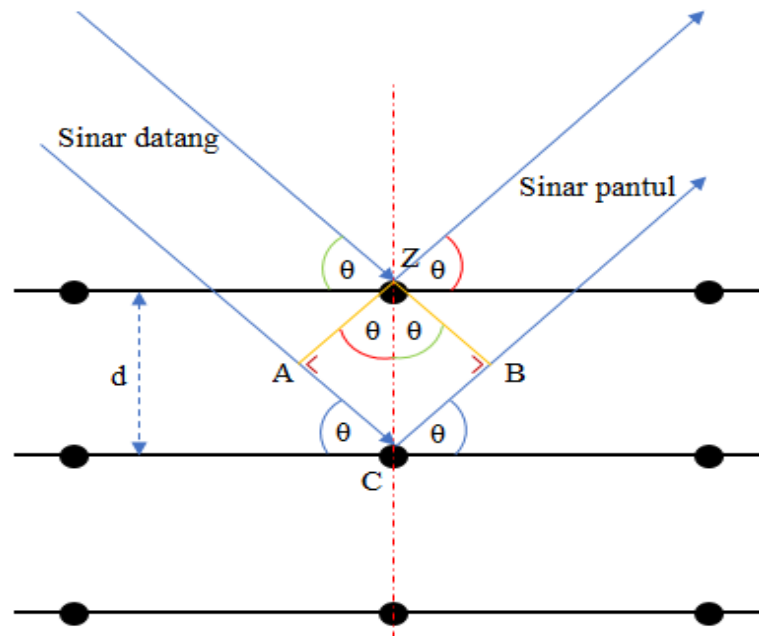
d = jarak antar bidang dalam kristal

θ = sudut difraksi

n = orde difraksi (0,1,2,3,.....)

λ = panjang gelombang

Skematik Hukum Bragg ditunjukkan pada Gambar 3.



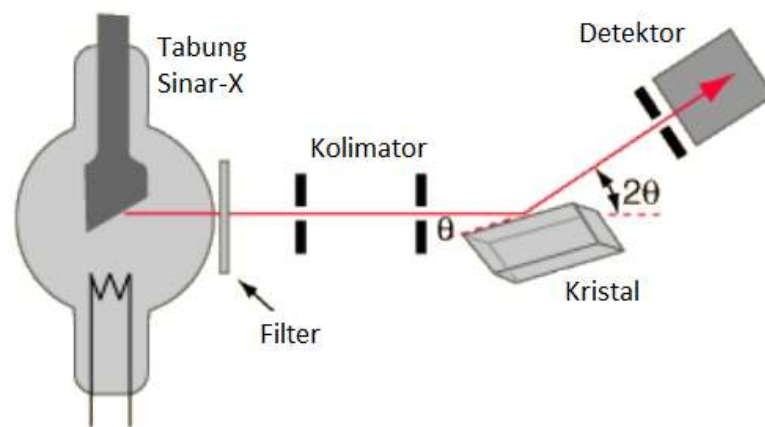
Gambar 3. Skematik Hukum Bragg

Hukum Bragg merupakan perumusan matematik mengenai proses difraksi yang terjadi sebagai hasil interaksi antara sinar-X yang dipantulkan oleh material. Pantulan tersebut terjadi tanpa mengalami kehilangan energi sehingga menghasilkan pantulan elastis atau *elastic scattering*. Bragg menunjukkan bahwa bidang yang berisi atom-atom di dalam kristal akan memantulkan radiasi dengan cara yang sama persis dengan peristiwa pemantulan cahaya di bidang cermin.

XRD adalah metode karakterisasi yang digunakan untuk mengetahui senyawa kristal yang terbentuk. Teknik XRD dapat digunakan untuk menganalisis struktur kristal karena setiap unsur atau senyawa memiliki pola tertentu. Apabila dalam analisis ini pola difraksi unsur diketahui, maka unsur tersebut dapat ditentukan.

Metode difraksi sinar-X merupakan metode analisis kualitatif yang sangat penting karena kristalinitas dari material pola difraksi serbuk yang karakteristik, oleh karena itu metode ini disebut juga metode sidik jari serbuk (*powder fingerprint method*). Penyebab utama yang menghasilkan bentuk pola-pola difraksi serbuk tersebut, yaitu ukuran dan bentuk dari setiap selnya serta nomor atom dan posisi atom-atom di dalam sel.

Adapun skema difraksi sinar-X ditunjukkan pada Gambar 4.

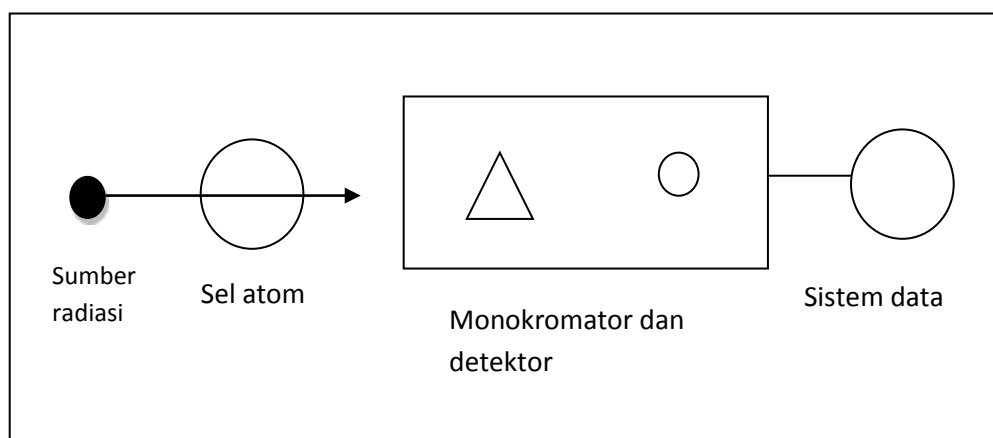


Gambar 4. Skema difraksi sinar-X.

2.6 Atomic Absorption Spectroscopy (AAS)

AAS digunakan untuk analisis kuantitatif unsur-unsur logam dalam jumlah sedikit (*trace*) dan sangat sedikit (*ultratrace*). Cara analisis ini memberikan kadar total unsur logam dalam suatu sampel dan tidak bergantung pada bentuk molekul dari logam pada sampel tersebut. Alat ini dapat menentukan kadar logam dengan kepekaan yang tinggi (Raimon, 1993).

Dasar dari AAS adalah penyerapan cahaya dari atom bebas dari suatu unsur pada tingkat energi terendah (*ground state*). Keadaan *ground state* dari suatu atom yaitu keadaan semua elektron yang dimiliki unsur tersebut memiliki konfigurasi yang stabil. Saat cahaya diserap oleh atom, satu atau lebih elektron yang tereksitasi ke tingkat energi yang lebih tinggi. Sistem instrumen dasar spektrometri serapan atom ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Sistem instrumen dasar spektrometri serapan atom

AAS adalah suatu istilah yang digunakan jika radiasi diserap oleh atom – atom yang diukur. Sebuah atom memiliki beberapa tingkat energi. Pada kondisi normal, sebagian besar atom berada pada tingkat dasar (tidak tereksitasi). Untuk tingkat energi E_0 (tingkat dasar) dan E_j (tereksitasi), sebuah transisi dari $E_0 \rightarrow E_j$ menandakan terjadinya serapan radiasi. Cahaya dengan panjang gelombang yang tepat (energi) diserap oleh elektron tingkat dasar, sehingga berubah menjadi tereksitasi. Intensitas cahaya berkurang setelah melewati analit. Jumlah cahaya yang berkurang sebanding dengan jumlah atom yang menyerapnya.

Cara kerja spektrometri serapan atom berdasarkan atas penguapan larutan sampel, kemudian logam yang terkandung didalamnya diubah menjadi atom bebas. Atom tersebut mengabsorpsi radiasi dari sumber cahaya yang dipancarkan dari lampu katoda (*hallow cathoda lamp*) yang mengandung unsur yang akan ditentukan. Banyaknya penyerapan radiasi kemudian diukur pada panjang gelombang tertentu menurut jenis logamnya. Jika radiasi elektromagnetik dikenakan pada suatu atom, maka akan terjadi eksitasi elektron dari tingkat dasar ke tingkat tereksitasi. Maka setiap panjang gelombang memiliki energi spesifik untuk dapat tereksitasi ke tingkat yang lebih tinggi.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September sampai dengan November 2018. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Analisis Kimia dan Laboratorium Non Logam, Balai Penelitian Teknologi Mineral - Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) yang bertempat di Jl. Ir. Sutami KM. 15 Tanjung Bintang, Lampung Selatan.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain: gelas ukur *pyrex* 25 ml, timbangan digital merk *Gold series ohaus*, XRF PAN *Analytical*, *magnetic stirrer*, *thermometer*, oven merk *memmert*, labu ukur, labu erlenmeyer, corong, kertas saring, pipet tetes, spatula, piring kecil, sendok, timbangan *sartorius*, *centrifuge*, desikator, *sieve shaker*, *Ball Mill merk Yuema Helical Great type TR67-AD112*. M4 no. 01307.30166, cawan, nampan, *mesh*, kuas, XRD PAN *Analytical*, AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*), botol sampel. Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah batuan basalt dari Lampung Timur, belimbing wuluh, NaOH, aquades, CaCl₂, HNO₃.

3.3 Prosedur Penelitian

a. Preparasi Sampel

1. Menyiapkan sampel batuan basalt.
2. Menggerus menggunakan *ball milling*.
3. Mengayak secara manual dan menggunakan *sieve shaker* dan ayakan manual hingga lolos mesh 200.
4. Menganalisis distribusi ukuran partikel menggunakan persamaan 2.

$$\text{Persen berat tertampung} = \frac{m_1}{m_2} \times 100\% \quad (9)$$

Keterangan:

m_1 = berat tertampung (gram)

m_2 = berat total (gram)

b. Pengujian Kadar Air

Langkah-langkah pengujian kadar air berdasarkan SNI 13-3476-1994 sebagai berikut :

1. Menimbang cawan kosong.
2. Menimbang sampel dan cawan.
3. Mengoven pada temperatur 105-110 °C selama 2 jam.
4. Mengeringkan dalam desikator hingga dingin.
5. Menimbang cawan dan sampel setelah dipanaskan.
6. Menganalisa kadar air menggunakan persamaan.

$$\text{Mad (\%)} = \frac{(m_1 - m_4) - (m_3 - m_2)}{(m_1 - m_4)} \times 100\% \quad (10)$$

Keterangan:

Mad = kadar air lembab dari batuan basalt (%)

m_1 = berat sampel dan cawan sebelum dipanaskan (gram)

m_2 = berat cawan kosong (gram)

m_3 = berat sampel dan cawan setelah dipanaskan (gram)

m_4 = berat cawan kosong (gram)

c. Ekstraksi Asam Oksalat dari Belimbing Wuluh

Ekstraksi asam oksalat dari belimbing wuluh dilakukan dengan tahapan sebagai berikut.

1. Menyiapkan 1 kg belimbing wuluh.
2. Menghaluskan dengan cara di *blender*.
3. Menyaring hingga didapatkan cairan belimbing wuluh.
4. Dilakukan *centrifuge* selama 90 menit untuk memisahkan endapan dengan cairan.
5. Menyaring menggunakan kertas saring
6. Membuat larutan NaOH 300 ml 1 N
7. Menambahkan larutan NaOH 1 N 300 ml dengan 100 ml cairan belimbing wuluh.
8. Memanaskan dengan suhu 90 °C selama 150 menit.
9. Mengambil 50 ml sampel ditambah larutan CaCl₂ 1 N hingga terbentuk endapan putih.
10. Menyaring untuk mendapatkan endapan dari sampel.
11. Mengeringkan endapan dalam oven hingga setengah kering.
12. Menambahkan endapan kering ke dalam 50 ml larutan H₂SO₄
13. Menyaring sampel untuk mendapatkan filtrat asam oksalat.

d. Pelindian Batuan Basalt Menggunakan Belimbing Wuluh

Pelindian batuan basalt menggunakan belimbing wuluh dengan tahapan sebagai berikut.

1. Menyiapkan sampel batuan basalt sesuai konsentrasi berat yang dibutuhkan. Variasi persen berat basalt yang digunakan yaitu 10, 15 dan 20%.
2. Menyiapkan 100 ml asam oksalat.
3. Memanaskan larutan asam oksalat dan serbuk basalt dengan kecepatan pengadukan yang dibutuhkan. Variasi kecepatan pengadukan yang digunakan yaitu 200, 400 dan 600 rpm.
4. Memanaskan dengan waktu 4 jam, dengan variasi pengambilan sampel 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 90, 120 dan 240 menit.
5. Mengencerkan sampel dengan pengenceran sebanyak 2500 kali menggunakan aquades.
6. Mengeringkan endapan hasil pelindian menggunakan oven.
7. Melakukan analisa untuk mengetahui kandungan unsur dalam filtrat dan dalam endapan.

e. Karakterisasi AAS

Pada karakterisasi ini, data yang diperoleh dari hasil analisis menggunakan AAS berupa hasil kualitatif dan kuantitatif. Hasil analisis kualitatif mengidentifikasi jenis unsur maupun ataupun oksida yang terkandung dalam larutan hasil pelindian, sedangkan analisis kuantitatif mengidentifikasi jumlah unsur yang terkandung dalam larutan hasil pelindian berupa konsentrasi unsur dalam satuan ppm.

a. Karakterisasi XRF

Langkah-langkah karakterisasi sampel basalt menggunakan XRF sebagai berikut:

1. Menyiapkan sampel bubuk basalt sebelum dan setelah pelindian dengan lolos mesh 200.
2. Memasukkan sampel kedalam *tube* sampel sebanyak $\pm 1/3$ ketinggian *tube* sampel. Sampel dipress hingga permukaan rata.
3. Menyalakan XRF dan UPS kemudian tekan *power*. Tunggu hingga beberapa saat baru kemudian kunci diputar kearah *on*.
4. Memutar kunci alat XRF searah jarum jam sebesar 90° .
5. Memasukkan *tube* sampel ke dalam tempat pada alat.
6. Menutup penutup XRF.
7. Menjalankan program Epsilon^{3XLE} dalam komputer.
8. Memilih dan klik menu "*measure*" → "*measure omnian*" → "*omnian*" → "*open*".
9. Klik "*enter your sampel identification*" kemudian isi nama sampel.
10. Pengukuran sampel dimulai.
11. Setelah pengukuran sampel selesai spektrogram yang didapat di analisa.
12. Menekan tombol "*power*" pada XRF dan UPS.

b. Karakterisasi XRD

Langkah-langkah untuk karakterisasi sampel menggunakan XRD sebagai berikut:

1. Menyiapkan dan mengayak sampel serbuk basalt lolos mesh nomor 200 sebanyak 20 gram.

2. Meletakkan sampel pada tempat sampel (*sample holder*) kemudian diratakan menggunakan kaca.
3. Measukkan sampel ke dalam difraktometer untuk kemudian dilakukan penembakan dengan sinar- X.
4. Memulai pengujian difraksi (menekan tombol “*start*” pada menu di komputer) dimana sinar-X akan meradiasi sampel yang terpancar dari target Cu dengan panjang gelombang 1,5406 Å.
5. Setelah pengukuran selesai maka akan diperoleh data hasil difraksi dalam bentuk *soft data* yang dapat disimpan dalam bentuk *xrdml*.
6. Selanjutnya data yang diperoleh akan diolah menggunakan *software High Score Plus v.3.0.5* untuk mengetahui fasa yang terbentuk dari sampel.

c. Perhitungan Persen Ekstraksi Logam Terlarut

Persen ekstraksi Fe dan persentase kelarutan logam-logam lain ditentukan dengan persamaan berikut:

$$\text{Persen ekstraksi logam} = \frac{\text{Berat logam yang terlarut}}{\text{Berat awal logam}} \times 100\% \quad (11)$$

Berat logam awal ditentukan dengan menggunakan persentase kadar besi total di dalam sampel yaitu 15,953%. Berat sampel yang digunakan dalam percobaan ini adalah 11,1, 17,64 dan 25 gram. Sedangkan berat logam besi yang terlarut didalam percobaan ditentukan dengan cara mengambil filtrat setiap waktu tertentu (5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 90, 120 dan 240 menit). Filtrat diambil sebanyak 5 ml dengan menggunakan pipet gondok berukuran 5 ml yang ujungnya telah diberi kertas saring. Filtrat tersebut kemudian dimasukkan kedalam labu ukur dan

diencerkan dengan akuades hingga tanda batas, selanjutnya dilakukan analisis dengan AAS. Berat Fe terlarut dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

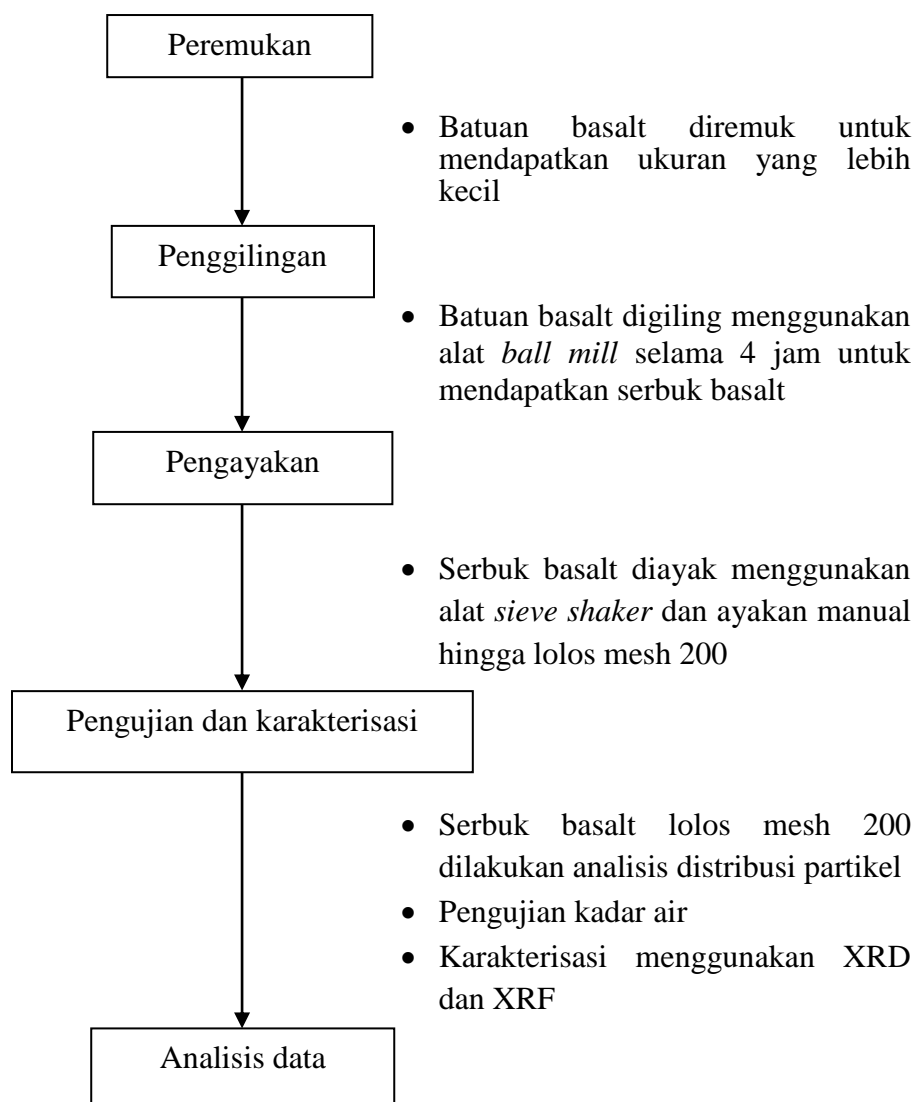
$$\text{Berat Fe} = \frac{\text{Konsentrasi Mn (g/L)} \times \text{Volume larutan (L)}}{1000} \text{ gram} \quad (12)$$

3.4 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari proses preparasi serbuk basalt, pembuatan ekstrak asam oksalat dari belimbing wuluh dan proses pelindian batuan basalt. Selanjutnya dilakukan perhitungan ekstraksi logam terlarut dan karakterisasi menggunakan XRD dan XRF.

a. Preparasi Serbuk Basalt

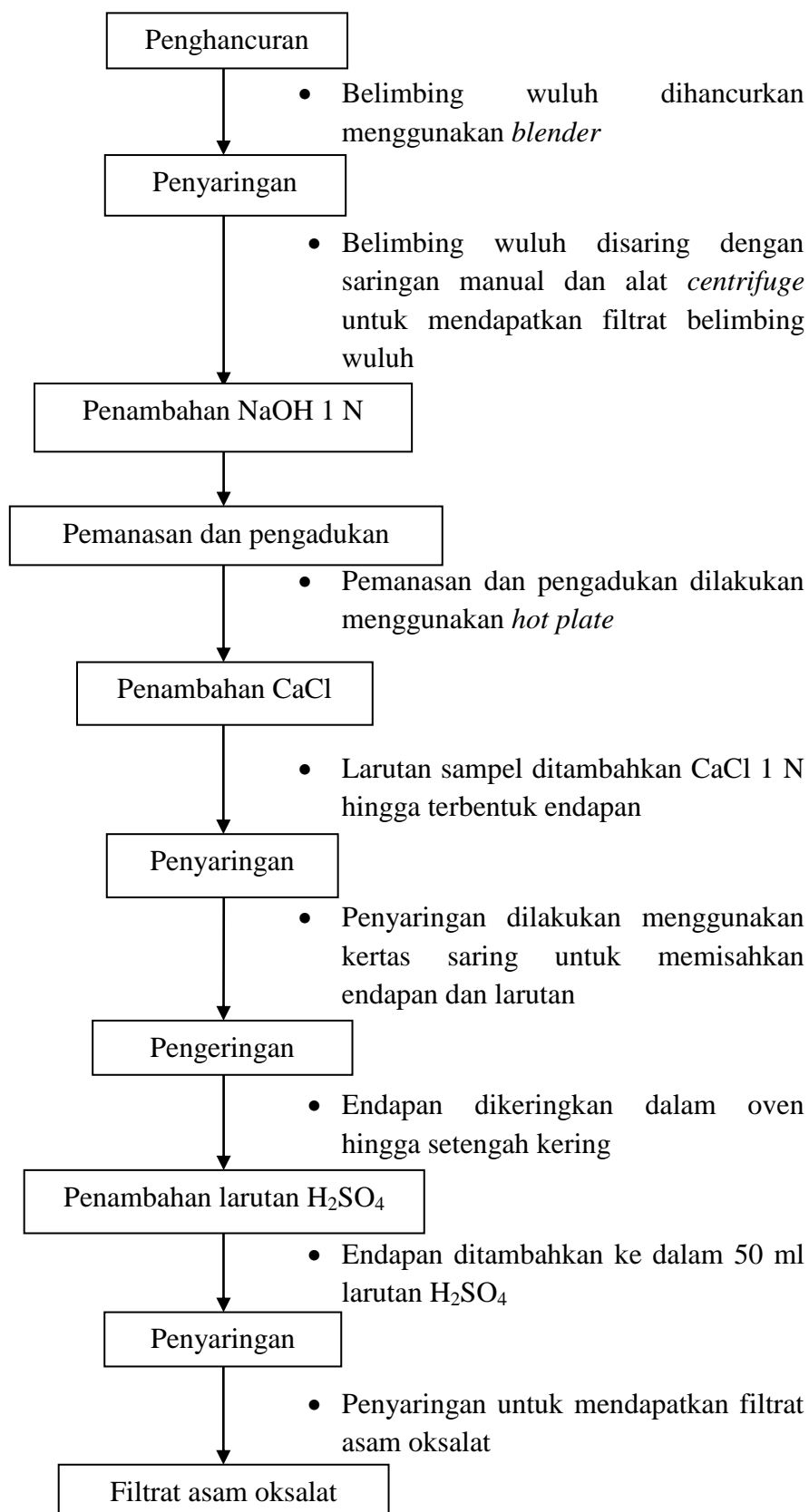
Diagram alir preparasi batuan basalt ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Preparasi batuan basalt

b. Pembuatan Asam Oksalat dari Belimbing Wuluh

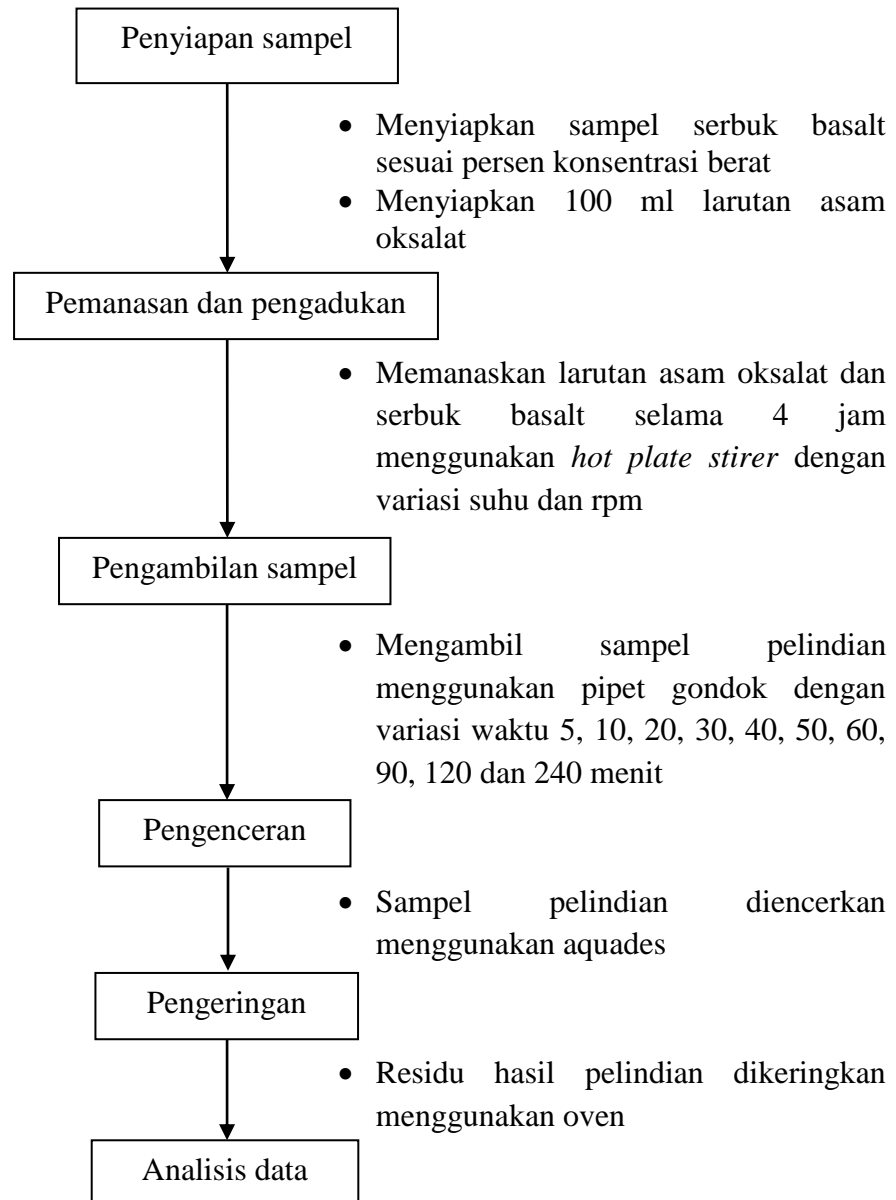
Diagram alir proses pembuatan asam oksalat dari belimbing wuluh ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Proses pembuatan asam oksalat

c. Pelindian dan Karakterisasi

Diagram alir pelindian dan karakterisasi ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Skema proses pelindian

V. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Batuan basalt sebelum dan sesudah pelindian berdasarkan hasil karakterisasi XRF dicirikan dengan adanya senyawa oksida SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 dan CaO , berdasarkan hasil karakterisasi XRD struktur fasa sebelum pelindian terbentuk fasa-fasa mayor seperti *anorthite* dan *iron silicate*, sesudah pelindian terbentuk fasa-fasa mayor seperti *albite*, *anhydrite* dan *anorthite*.
2. Pelindian menggunakan belimbing wuluh berdasarkan hasil karakterisasi AAS dapat memengaruhi kelarutan besi yang optimum, pada persen berat basalt 20% besi yang terlarut sebanyak 6,78 ppm, temperatur 60 °C besi yang terlarut sebanyak 2,79 ppm, kecepatan pengadukan 400 rpm besi yang terlarut sebanyak 6,78 ppm.
3. Berdasarkan hasil karakterisasi XRF penurunan kandungan besi dalam batuan basalt mencapai titik maksimum pada persen berat basalt 10% sebesar 10,47%, temperatur 60 °C sebesar 6,31% dan kecepatan pengadukan 200 rpm sebesar 6,315%.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan, maka didapat saran sebagai berikut:

1. Perlu dilakukannya analisis menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) untuk mengetahui struktur morfologis bubuk basalt sebelum dan sesudah pelindian.
2. Penelitian lebih lanjut diperlukan pada pelindian batuan basalt menggunakan reagen yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, M. dan Suharto. 2017. Pembuatan Semen Geopolimer Ramah Lingkungan Berbahan Baku Mineral Basalt Guna menuju Lampung Sejahtera. *Jurnal Kelitbangan*. Volume 5. Nomor 1.
- Babievskaya, I.Z., Dergacheva, N.P., Fomichev, S.V. dan Krenev, V.A. Modifying the Composition of Gabbro Basalts by Leaching with Hydrochloric and Phosphoric Acids. 2010. *Theoretical Foundations of Chemical Engineering Journal*. Volume 44. Nomor 4.
- Bonewitz, R.L. 2012. *Nature Guide Rocks and Minerals*. New York. Dorling Kindersley Publishing. Halaman 273.
- Cullity, B.D. 1956. *Element of X-Ray Diffraction*. United States of America. Addison-Wesley Publishing Company, Inc. Halaman 82-87.
- Dinas Pertambangan dan Energi Provinsi Lampung. 2011. *Potensi Bahan Galian Lampung*.
- Dobiszewska, M and Beycioğlu, A. 2017. Investigating the Influence of Waste Basalt Powder on Selected Properties of Cement Paste and Mortar. *Materials Science and Engineering*. Volume 245.
- Drobot, N.F, O.A. Noskova, A.V. Khoroshilov, A.V. Steblevskii, S.V. Fomichev, V.A. Krenev. 2014. Effect of Iron Content on the Sintering of Ground Basalt into Ceramics. *Inorganic Materials Journal*. Volume 50. Nomor 3.
- Ebdon, L., Evans, E.H., Fisher. A.S, Hill, S.J. *An Introduction to Analytical Atomic Spectrometry*. New York. John Wiley & Sons, Inc. Halaman 5-6.
- Fomichev, S.V., Babievskaya, I.Z., Dergacheva, N.P., Noskova, O.A. dan Krenev. V. A. 2010. Evaluation And Modification of the Initial Composition of Gabbro_Basalt Rocks for Mineral Fiber Fabrication and Stone Casting. *Inorganic Materials*. Volume 46. Nomor 10.

- Gandjar, I. G. dan Rohman. A. 2007. *Kimia Farmasi Analisis, Cetakan II*. Yogyakarta. Pustaka Pelajar. Halaman 311-312.
- Geankoplis, C. J. 1993. *Transport Processes and Unit Operations Third Edition*. United States. Prentice-Hall. Inc. Halaman 725-726.
- Graha, D. Setia. 1987. *Batuan dan Mineral*. Bandung. Nova.
- Isnugroho, K., Y. Hendronursito dan D.C Birawidha. 2017. Characterization and Utilization Potential of Basalt Rock from East-Lampung District. *Mineral Processing and Technology International Conference*.
- Jenkins, R. 1999. *X-Ray Fluorescence Spectrometry*. New York. John Wiley and Sons, Inc. Halaman 75-76.
- Kalnicky, D.J. dan Singhvi, R. 2001. Field Portable XRF Analysis of Enviromental Samples. *Journal of Hazardous Materials*. Volume 83.
- Kirk dan Othmer. 1967. *Encyclopedia of Chemical Technology 2nd Edition*. New York. Mc Graw-Hill. Halaman 358-359.
- Krenev, V. A., Babievskaya, I. Z., Dergacheva, N. P. dan Fomichev, S. V. 2013. Experimental and Calculational Approaches to Determining the Mineralogical Composition of Rocks in Mineral Fiber Fabrication and Stone Casting. *Inorganic Materials*. Volume 49. Nomor 4.
- Kurniawan, B., dan Khoirul J. 2010. Kajian Waktu dan Suhu terhadap Pengambilan Asam Oksalat dari “Averrhoa Bilimbi L”. *Skripsi*. Universitas Pembangunan Nasional Veteran.
- Lathifah, Q.A. 2008. Uji Efektivitas Ekstrak Kasar Senyawa Antibakteri pada Buah Belimbing Wuluh (Averrhoa Bilimbi L.) dengan Variasi Pelarut. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Lipovskii, I.E. dan Dorofeev, V.A., 1972. *Osnovy Petrurgii (Principles of Stone Casting)*. Moscow. Metallurgiya.
- Muhlisah, F. 2007. *Tanaman Obat Keluarga (TOGA)*. Jakarta. Penebar Swadaya. Halaman 14-15.
- Muzaiifa, Murna. 2018. Perubahan Komponen Kimia Belimbing Wuluh (Averrhoa Bilimbi L.) selama Pembuatan Asam Suntii. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas* Volume 22. Nomor 1.
- Oghome, P.I., Amanze, K.O., Kamalu, C.I.O., Nkwocha, A.C., Opebiyi. S.O. 2012. Comparative Analysis of Oxalic Acid Produced from Rice Husk and Paddy. *International Journal of Engineering Science and Technology (IJEST)*. Volume 4. Nomor 9.

- Pisciotta, A., B. V. Perevozchikov, B. M. Osovetsky, E. A. Menshikova, and K. P. Kazymov. 2015. Quality Assessment of Melanocratic Basalt for Mineral Fiber Product, Southern Urals, Russia. *Natural Resources Research*. Volume 24. Nomor 3.
- Pusat Sumber Daya Geologi. 2014. Badan Geologi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM). Sumber Daya dan Cadangan Mineral Bukan Logam dan Batuan.
- Raimon. 1993. Perbandingan Metoda Dekstruksi Bawah dan Kering secara Spektrofotometri Serapan Atom. *Seminar Lokakarya Nasional AAS; Kemajuan Mutakhir daam Instrumen dan Aplikasi Prosiding*.
- Setiabudi, A., Rifan H., Ahmad M. 2012. *Karakterisasi Material; Prinsip dan Aplikasinya dalam Penelitian Kimia*. Bandung. Upi Press. Halaman 37-39.
- Singha, K. 2012. A Short Review on Basalt Fiber. *International Journal of Textile Science*. Volume 1. Nomor 4.
- Sloot, H.A., Heasman L., Quevauviller, Ph., 1997. *Harmonization of Leaching/Extraction Tests*. Amsterdam. Elsevier Science B.V. Halaman 13-14.
- Smallman, R.E dan Bishop, R.J. 2000. *Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material*. Jakarta. Erlangga. Halaman 135.
- SNI 13-3476-1994. 1994. *Perhitungan Kadar Air*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Sucipta, I.G.B.E. dan Sadisun, I. A. 2000. Studi Petrografi Batuan Vulkanik sebagai Agregat Bahan Baku Beton. *Buletin Geologi*. Volume 32. Nomor 3.
- Sudarmi. 2016. *Mineralogi dan Petrologi*. Bandar Lampung. CV. Anugrah Utama Raharja (AURA). Halaman 115.
- Supardan, M.S., Sukmawan, dan Andi, S.S. 2006. Inventarisasi dan Evaluasi Bahan Galian Non Logam di Kabupaten Lampung Tengah dan Lampung Timur. Provinsi Lampung. Pusat Sumber Daya Geologi.
- Suryaningsih, S. 2016. Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi*) sebagai Sumber Energi dalam Sel Galvani. *Jurnal Penelitian Fisika Dan Aplikasinya (JPFA)*. Volume 6. Nomor 1.
- Suryati, 2011. Analisa Kandungan Logam Berat Pb dan Cu Dengan Metode SSA (Spektrofotometri Serapan Atom) terhadap Ikan Baung (Hemibagrus Nemurus) di Sungai Kampar Kanan Desa Muara Takus Kecamatan XIII

Koto Kampar Kabupaten Kampar. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasmir Riau.

Travis, R. B. 1955. *Classification of Rocks 4th Edition*. Colorado. Colorado School of Mines.

Treybal, Robert Ewald. 1980. *Mass Transfer Operations Third Edition*. Singapore. Mc. Graw-Hill. Halaman 717-719.

Vandecasteele C.dan C. B. Block. 1993. *Modern Methode for Trace Element Determination*. New York. John Wiley dan Sons Ltd. 94. Halaman 117.

Welz, b dan Micheal S. 2005. *Atomic Absorption Spectrometry. Third Complety Revised Edition*. WILEY-VCH. Ney York.. Halaman 148.

Yenti, S.R., Syamsu H., Zultiniar. 2011. Kinetika Proses Pembuatan Asam Oksalat dari Ampas Tebu. Prosiding SNTK TOPI.

Zimin, E, dan Khodakova. 2016. Chemical Composition of Rock Suitable for the Production Basalt Fibers Resistant to Corrosive Media. *Glass and Ceramics Journal*. Volume 73. Nomor 3-4.