

**KARAKTERISASI FISIK ABU VULKANIK GUNUNG  
KELUD YANG DIHASILKAN DARI PERENDAMAN  
BERBAGAI KONSENTRASI NATRIUM HIDROKSIDA**

**PHYSICAL CHARACTERIZATION OF MOUNT KELUD  
VOLCANIC ASH OBTAINED FROM IMMERSION IN  
VARIOUS CONCENTRATIONS OF SODIUM  
HYDROXIDE SOLUTION**

**M. Sulthon Nur Harman Syah Putra  
& Hari Sutrisno**

*Jurusan Pendidikan Kimia, FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta*

*Email: sutrisnohari@uny.ac.id*

**Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui struktur kristal, kristalinitas, luas permukaan dan ukuran pori setelah perendaman dengan berbagai konsentrasi natrium hidroksida (NaOH) pada abu vulkanik gunung Kelud.

Subjek penelitian ini adalah abu vulkanik dari gunung Kelud yang berada di daerah sekitar Sidokarto, Godean, Sleman, Yogyakarta yang direndam dengan berbagai konsentrasi larutan NaOH 0,5 M, 1 M, 1,5 M, 2,5 M, dan 5 M. Pengujian struktur kristal dan kristalinitas dilakukan dengan menggunakan alat XRD (*X-Ray Diffraction*) dengan bantuan program Fullprof dan U-Fit. Pengukuran luas permukaan dan ukuran pori menggunakan alat porosimeter Micromeritics ASAP 2020.

Hasil analisis XRD menunjukkan bahwa padatan abu vulkanik gunung Kelud sesudah perendaman dengan NaOH berbagai konsentrasi memiliki struktur kristal triklinik. Kristalinitas abu vulkanik sesudah perendaman dengan NaOH berbagai konsentrasi memiliki fase kristalin dan sedikit amorf. Analisis isoterm adsorpsi-desorpsi padatan abu vulkanik gunung Kelud didapatkan luas permukaan, diameter pori (4V/Aby BET), rata-rata ukuran pori BJH adsorpsi, rata-rata ukuran pori BJH desorpsi (nm) abu vulkanik sebelum perendaman dengan NaOH secara berturut-turut adalah 0,7525 (m<sup>2</sup>/g), 18,98080 (nm), 35,1687 (nm), 19,4788 (nm) sedangkan dengan perendaman NaOH 1,5 M secara berturut-turut adalah 4,0816 (m<sup>2</sup>/g), 9,72835 (nm), 10,8990 (nm), 10,2964 (nm).

Kata kunci : abu vulkanik, NaOH, struktur kristal, kristalinitas, porosimetri.

## Abstract

This study aimed to find the effects of immersing Mount Kelud volcanic ash in various concentrations of sodium hydroxide (NaOH) on its physical character of crystal structures, crystallinity, surface area, and pore size.

The subject of this study was the Mount Kelud volcanic ash located around Sidokarto, Godean, Sleman, Yogyakarta which was immersed in 0.5 M, 1 M 1.5 M, 2.5 M, and 5 M. Crystal structures and crystallinity were measured by XRD (X-ray diffraction) supported by Fullprof and U-Fit programs. The surface area and the pore size were measured by Micromeritics Porosimeter ASAP 2020.

The result of XRD analysis showed that the solids of Mount Kelud volcanic ash had the triclinic crystal structures after being immersed in the various concentrations of NaOH whereas the crystallinity had the crystalline phase and a little amorphous phase. The analysis of adsorption-desorption isotherm obtained that the surface area, pore diameter (4/Aby BET), average of BJH pore adsorption, and average of BJH pore desorption (nm) of Mount Kelud volcanic ash solids before immersed in NaOH is 0.7525 (m<sup>2</sup>/g), 18.98080 (nm), 35.1687 (nm), 19.4788 (nm) while immersed in 1.5 M NaOH is 4.0816 (m<sup>2</sup>/g), 9.72835 (nm), 10.8990 (nm), 10.2964 (nm) .

Key Words: volcanic ash, NaOH, crystal structure, crystallinity, porosimetry.

## PENDAHULUAN

Indonesia memiliki banyak gunung api yang aktif hal ini disebabkan karena Indonesia terletak pada pertemuan lempeng tektonik Eurasia dan Indo-Australia [1]. Kedua lempeng tersebut bertumbukan mengakibatkan banyak terbentuk gunung api di Jawa bagian selatan dan Sumatera bagian barat [2].

Salah satu gunung yang terbentuk di daerah pertemuan lempeng tersebut masih aktif, gunung tersebut adalah gunung Kelud. Gunung Kelud adalah sebuah gunung berapi di provinsi Jawa Timur, Indonesia, yang tergolong aktif [3].

Sejak tahun 1000 M, Kelud telah meletus lebih dari 30 kali, dengan letusan terbesar berkekuatan 5

*Volcanic Explosivity Index* (VEI). Berdasarkan data sejarah letusan Gunung Api Kelud berkisar antara 15 sampai dengan 30 tahun, dan kegiatan letusan terutama terjadi di bagian kawah yang berisi air pada ketinggian >1600 mdpl dengan letusan berupa semburan lahar primer mencapai suhu 200°C [4].

Dalam abu vulkanik hasil letusan gunung berapi mengandung senyawa-senyawa kimia diantaranya unsur major (aluminium, silika, kalium dan besi), unsur minor (iodium, magnesium, mangan, natrium, fosfor, sulfur dan titanium), dan tingkat *trace* (aurum, asbestos, barium, kobalt, kromium, tembaga, nikel, plumbum, sulfur, stibium, stannum, stronsium, vanadium, zirconium, dan zink). Dalam abu vulkanik terdapat senyawa-senyawa penyusun utama diantaranya adalah silika (SiO<sub>2</sub>) dan mineral plagioklas feldspar (anortit, albit, oligoklas, andesin, bitownit, dan labrodit) [5].

Menurut Hari Sutrisno [6] abu Kelud diketahui mempunyai struktur mineral anortit yang tahan pada suhu tinggi hingga 2000°C. Abu Kelud mempunyai struktur molekul kalsium,

aluminium, dan silika dengan rumus molekul CaAl<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>8</sub>.

Anortit pertama kali dipublikasikan berasal dari marmer oleh Franklin pada tahun 1901. Anortit (CaAl<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>8</sub>) merupakan salah satu mineral yang termasuk dalam group feldspar dan merupakan kelompok akhir limerich dari feldspar yang tergolong dalam larutan padat [7]. Anortit memiliki parameter kisi dan volum berturut-turut adalah  $a = 8,177$ ;  $b = 12,877$ ;  $c = 14,169$ ;  $\alpha = 93,166^\circ$ ;  $\beta = 115,85^\circ$ ;  $\gamma = 91,216^\circ$   $V = 1.340,29$ ; struktur kristal adalah triklinik pada grup ruang P-1 [8].

Anortit (CaAl<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>8</sub>) memiliki koefisien ekspansi termal rendah  $45 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$  (antara 1000°C) dan konstanta dielektrik rendah ( $\epsilon_r = 6,2$  pada 1 MHz) [9]. Berdasarkan manfaat dari anortit maka perlu dilakukan kajian yang lebih mendalam tentang mineral anortit dengan melakukan perendaman menggunakan larutan basa sebagai rekayasa pengujian terhadap ketahanan mineral anortit yang terkandung didalam abu vulkanik gunung Kelud. Perendaman dengan basa dilakukan dengan berbagai konsentrasi untuk mengetahui pengaruh mineral anortit

jika digunakan konsentrasi yang berbeda. Untuk mengetahui uji ketahanan terhadap basa pada mineral anortit dilakukan karakterisasi dengan alat XRD (X-ray Diffraction) khususnya terhadap struktur kristal dan kristalinitasnya, uji porosimeter untuk mengetahui luas permukaan dan ukuran pori.

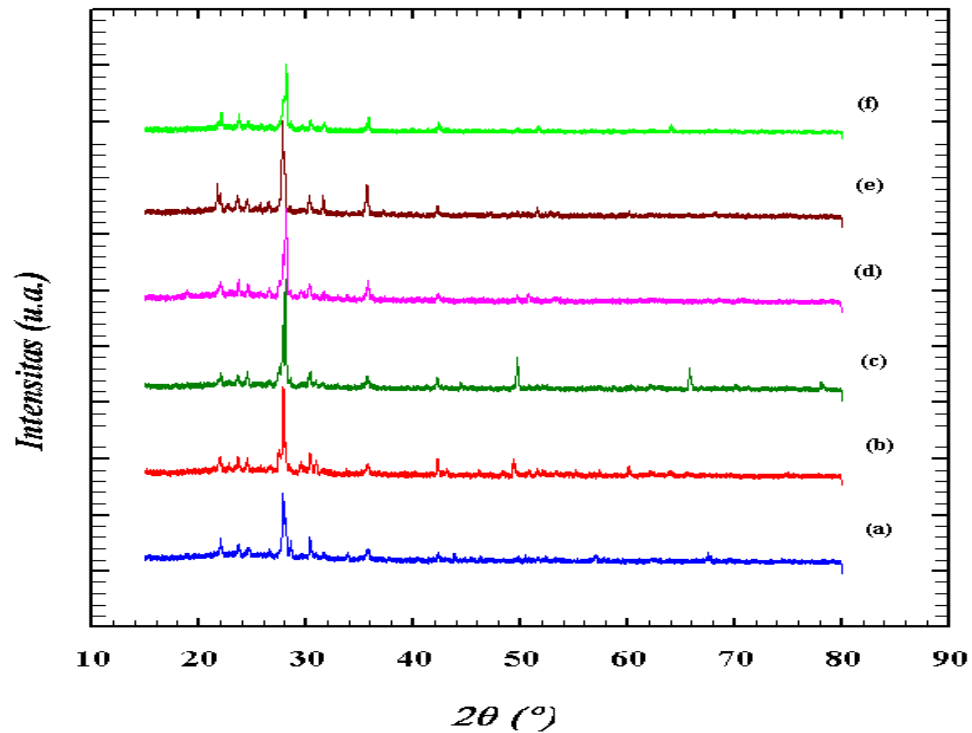
### **METODE PENELITIAN**

NaOH 0,5 M dimasukkan kedalam *bekker glass* 1000 ml yang telah berisi abu vulkanik. Campuran diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 6 jam dan didiamkan selama 8 jam. Padatan hasil perendaman di saring menggunakan penyaring pasir dan dicuci dengan aquades panas. Padatan hasil penyaringan dioven pada suhu 110 °C selama 24 jam dan hasil padatan dikarakterisasi menggunakan XRD serbuk tipe Rigaku Miniflex dan Porosimeter. Mengulangi prosedur kerja dengan mengganti NaOH 0,5 M dengan NaOH 1 M, 1,5 M, 2,5 M, dan 5 M.

### **HASIL DAN DISKUSI**

Abu vulkanik gunung Kelud hasil perendaman dengan larutan NaOH dikarakterisasi menggunakan difraksi sinar-X. Pengukuran menggunakan difraksi sinar X pada sampel abu vulkanik hasil perendaman dengan NaOH menggunakan alat XRD (*X-RAY Diffraction*) merk Rigaku Miniflex dengan radiasi yang digunakan adalah Cu K $\alpha$  ( $\lambda = 1.5406$ ).

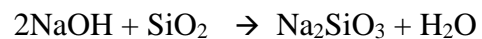
Pada gambar 1 menunjukkan bahwa sampel abu vulkanik gunung Kelud sebelum dan sesudah perendaman dengan larutan NaOH memiliki struktur kristal triklinik dan tidak terbentuk fase baru. Pada gambar 1 (a) mempunyai fase kristalin dan amorf dengan tinggi intensitas daerah fasa amorf berada pada daerah 133,82 (u.a), sedangkan pada gambar 1 (b-f) menunjukkan fasa kristalin dan sedikit amorf dengan intensitas daerah fasa amorf secara berturut-turut adalah 77,75 (u.a), 50,81 (u.a), 50,88 (u.a), 43,2 (u.a), dan 70,21(u.a). Dari data intensitas daerah fasa amorf menunjukkan terjadinya pengurangan fasa amorf pada sampel abu vulkanik setelah dilakukan



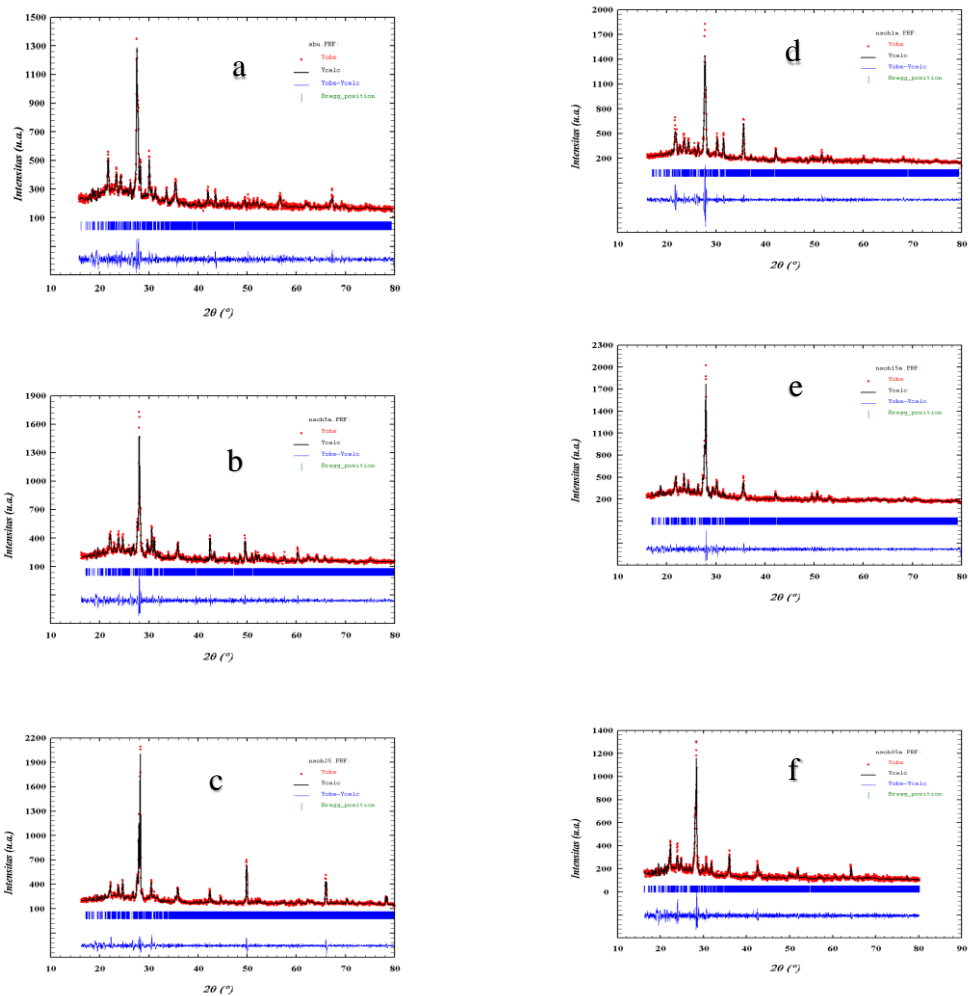
Gambar 1. Pola XRD Abu Vulkanik Gunung Kelud Sebelum Dilakukan Perendaman dengan Larutan NaOH(a), Perendaman dengan NaOH 5 M (b), NaOH 2,5 M (c), NaOH 1,5 M (d), NaOH 1 M (e), NaOH 0,5 M (f).

perendaman dengan NaOH berbagai konsentrasi hal ini mengindikasikan senyawa-senyawa amorf lainnya terlarut ketika pencucian dengan NaOH.

Menurut Kalapathy, Proctor, & Schultz [10] Semakin tinggi kelarutan silika dalam larutan NaOH akan semakin mempermudah reaksi antara silika dengan NaOH Mekanisme reaksi yang terjadi apabila larutan NaOH direaksikan dengan silika adalah sebagai berikut:



Setelah didapatkan pola difraksi sinar-X yaitu berupa difraktogram yang dianalisis pada masing-masing sampel maka langkah selanjutnya menghaluskan difraktogram yang didapat dari analisis menggunakan alat XRD dengan menggunakan aplikasi Fullprof. Berikut grafik difraktogram yang telah didapatkan dari penghalusan menggunakan aplikasi Fullprof.



Gambar 2. Pola XRD Penghalusan Menggunakan Fullprof Abu Vulkanik Gunung Kelud Sebelum Perendaman dengan NaOH(a), Perendaman dengan NaOH 5 M (b), NaOH 2,5 M (c), NaOH 1,5 M (d), NaOH 1 M (e), NaOH 0,5 M (f).

Berdasarkan analisis yang dilakukan menggunakan aplikasi Fullprof yang ditunjukkan dari diagram observasi dan kalkulasi menunjukkan kesesuaian karena semua puncak-puncak spektra dalam eksperimen terjadi kesesuaian dengan

spektra teoritis yang mengindikasikan bahwa tidak terbentuknya fasa baru.

Setelah analisis menggunakan aplikasi Fullproof kemudian data XRD dianalisis menggunakan aplikasi U-Fit. Aplikasi U-Fit digunakan untuk mendapatkan nilai D dan R, dimana D merupakan faktor karakteristik

penghalusan perbedaan rata-rata antara  $2\theta_{obs}$  dan  $2\theta_{calc}$  dan R merupakan faktor kepercayaan.

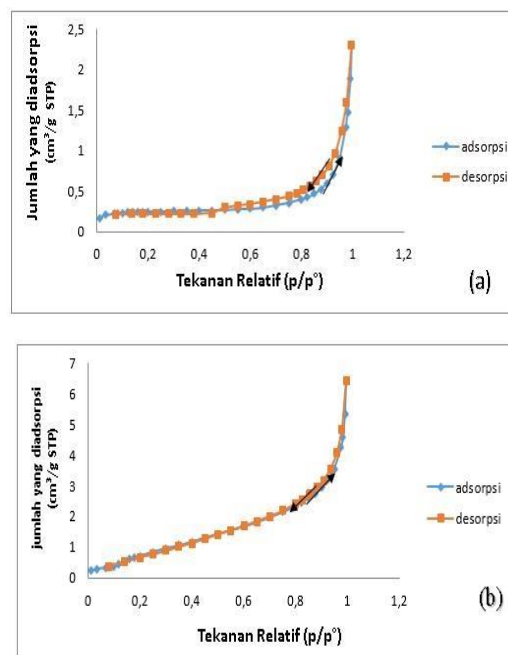
Tabel 1. Nilai R dan D menggunakan aplikasi U-Fit.

Sampel	R	D
Abu awal	0.0373	0.0262
Abu+ NaOH 5M	0.0273	0.0194
Abu+ NaOH 2,5M	0.0259	0.0192
Abu+ NaOH 1,5M	0.0306	0.0214
Abu + NaOH 1M	0.0368	0.0255
Abu + NaOH 0,5M	0.0275	0.0174

Pada tabel 1 dapat diketahui bahwa setelah dilakukan pencucian menggunakan NaOH nilai D dan R berkurang hal ini mengindikasikan bahwa zat pengotor yang terdapat pada sampel abu vulkanik gunung Kelud telah berhasil di bersihkan dengan larutan NaOH dimana larutan NaOH tidak merusak struktur dari abu vulkanik melainkan hanya untuk membersihkan zat pengotor yang terdapat pada sampel abu vulkanik.

Abu vulkanik hasil karakterisasi menggunakan alat porosimeter di dapatkan grafik perbandingan antara tekanan relatif ( $P/P_0$ ) vs jumlah yang

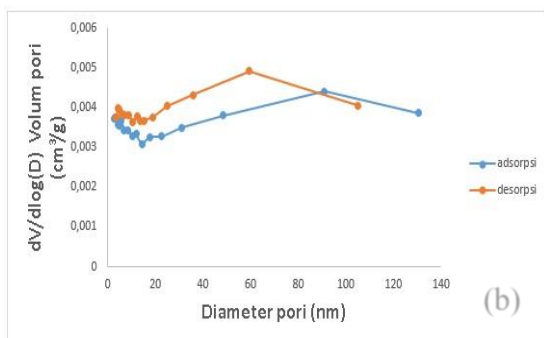
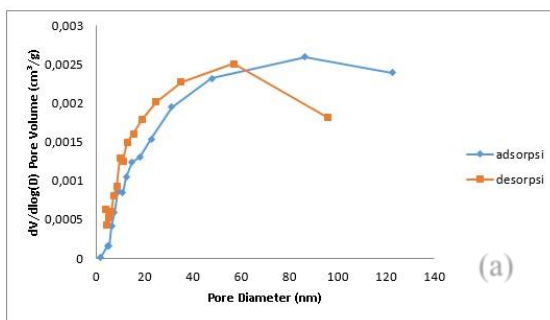
diadsorpsi ( $\text{cm}^3/\text{g STP}$ ), sehingga akan terbentuk grafik isotermal dari abu vulkanik sebelum dan setelah perendaman



Gambar 3. Grafik Isoterm Adsorpsi-Desorpsi Abu vulkanik Sebelum Perendaman (a) dan Setelah Perendaman dengan NaOH 1,5M (b).

Berdasarkan grafik adsorpsi-desorpsi yang di dapatkan pada gambar 3 (a) dan 3 (b) dapat diketahui pola tipe isoterm yaitu termasuk pada tipe III. Grafik menunjukkan bentuk konveks terhadap tekanan relatif, dimana karakteristik dari interaksi lemah antara adsorbat dengan adsorben. Pada grafik isoterm tipe III berlangsung pada adsorben tak berpori.

Karakterisasi menggunakan porosimeter di dapat data BJH, dimana BJH digunakan untuk melihat ukuran pori. Diameter pori dapat dibuat grafik dengan cara membandingkan antara diameter pori (nm) vs  $dV/d\log(D)$  volume pori ( $\text{cm}^3/\text{g}$ ).



Gambar 4. Grafik Distribusi ukuran pori Abu vulkanik sebelum perendaman (a) dan setelah perendaman dengan NaOH 1,5 M (b).

Hasil analisis menggunakan alat porosimeter didapatkan data berupa karakteristik permukaan dari masing-masing sampel yaitu luas permukaan dan ukuran pori.

Tabel 2. Data hasil porosimetri

Sampel	Abu awal	Abu + NaOH 1,5M
Luas permukaan	0.7525	4.0816
Rata-Rata ukuran pori BET (nm)	18.98080	9.72835
Rata-Rata Ukuran Pori Adsorpsi BJH (nm)	35.1687	10.8990
Rata-Rata Ukuran Pori Desorpsi BJH (nm)	19.4788	10.2964

Berdasarkan data yang terdapat pada tabel 2 diketahui bahwa luas permukaan mengalami kenaikan yang mengindikasikan bahwa pengotor yang terdapat pada abu vulkanik telah dibersihkan sehingga luas permukaan menjadi besar. Ukuran pori pada tabel menunjukkan adanya penurunan hal ini karena larutan NaOH berfungsi untuk membersihkan pengotor yang terdapat pada abu vulkanik sebelum dilakukan perendaman, semakin kecil ukuran pori maka luas permukaan akan semakin besar [11].

## KESIMPULAN

Hasil analisis menggunakan XRD menunjukkan struktur kristal adalah triklinik. Kristalinitas setelah dilakukannya perendaman dengan NaOH memiliki fasa kristalin dan sedikit amorf. Analisis isoterm



adsorpsi-desorpsi didapatkan Luas permukaan, diameter pori (4V/Aby BET), rata-rata ukuran pori BJH adsorpsi, rata-rata ukuran pori BJH desorpsi (nm) abu vulkanik sebelum perendaman dengan NaOH secara berturut-turut adalah 0,7525 (m<sup>2</sup>/g), 18,98080 (nm), 35,1687 (nm), 19,4788 (nm) sedangkan dengan perendaman NaOH 1,5 M secara berturut-turut adalah 4,0816 (m<sup>2</sup>/g), 9,72835 (nm), 10,8990 (nm), 10,2964 (nm).

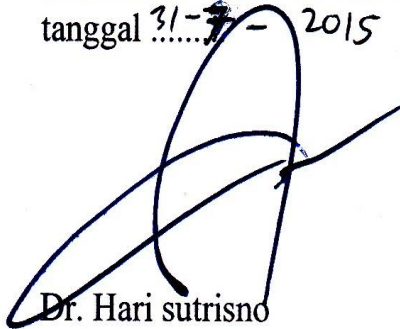
#### UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada Bapak Dr. Hari Sutrisno yang telah memberikan saran, bimbingan, dan motivasi atas terlaksananya penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Kadek Dewi Adistyawati Putri Sudana, Daeng Achmad Suaidi, Sujito, Hetty Triastuty. (2014). Distribution Hypocenter Vulcanic Earthquake At Semeru Mountain Lumajang East Java. *Skripsi*. FMIPA UNM.
2. Zakaria. (2008). *Identifikasi Kebencanaan Geologi Kabupaten Cianjur, Jawa barat*. Laboratorium Geologi Teknik. FTG UNPAD.
3. Eka Kadarsetia (2006). Karakteristik kimiawi air danau kawah Gunung Api Kelud Jawa Timur pasca letusan tahun 1990. *Jurnal Geologi Indonesia*. 1 (4) :185-192.
4. Kusumadinata. (1979). Data Dasar Gunungapi Indonesia. *Direktorat Vulkanologi, Bandung*. 48-57
5. D.A. Suriadikarta, Abudullah Abbas, Sutono, Dedi Erfiandi, Edi Santoso, A.Kasno. (2010). Identifikasi Sifat Kimia Abu Volkan, Tanah dan Air Dilokasi Dampak Letusan Gunung Berapi. *Prosiding*. Bogor: Balai Penelitian Tanah.
6. Hari Sutrisno. (2014). Manfaat Abu Kelud, Hilangkan Dulu Zat Berbahaya. *Kedaulatan Rakyat* (26 Februari 2014). Hal.1.
7. W. D. Nesse (1991). Introduction to optical mineralogy 2<sup>nd</sup> edition. *Oxford University Press, New York, USA*. 196-198.
8. F F Foit & DR Peacor . (1973). The anorthite crystal structure. *American Mineralogist*. 58: 665-675.
9. R.A. Gdula. (1971). Anorthite Cramic Dielectrics. *Ceramics International*. 50 (6): 143-146.
10. U. Kalapathy, Proctor, & A. Schultz. (2000). Silica xerogels from ricehull ash: structure, density and mechanical strength as affected by gelation pH and silica concentration. *Jurnal Chem. Technol & Biotechnol*.75: 464–468.
11. F. A., Cotton, , and Geoffrei Wilkinson. (1988). *Advanced Inorganic Chemistry*. Fifth edition. Jhon Wiley and Sons, New York.

Artikel ini telah disetujui untuk diterbitkan oleh Pembimbing pada tanggal 31-7-2015



Dr. Hari sutrisno  
NIP. 19670407 199203 1 002

Artikel ini telah direview oleh Penguji utama pada tanggal 30-7-2015



Prof. K.H. Sugiyarto, Ph.D  
NIP. 19480915 196806 1 001