

**Pengaruh pH, Agen Penggembung, dan Frekuensi Gelombang
Suara Terhadap Nilai Swelling Factor Piroplit Nawangan
Pacitan Jawa Timur**

SKRIPSI

Oleh :

**MEZY VENEZIA FEBRITA
16509020111032**



JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2020





**Pengaruh pH, Agen Penggembung, dan Frekuensi Gelombang
Suara Terhadap Nilai Swelling Factor Piroplit Nawangan
Pacitan Jawa Timur**

SKRIPSI

Oleh :

**MEZY VENEZIA FEBRITA
165090201111032**



JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2020





LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Pengaruh pH, Agen Pengembang, dan Frekuensi Gelombang Suara Terhadap Nilai Swelling Factor Pirophilic Nawangan Pacitan Jawa Timur

Oleh :

MEZIA VENEZIA FEBRITA

165090201111032

Setelah diseminarkan didepan Majelis Penguji pada tanggal 30 Juni 2020 dan dinyatakan untuk memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dalam bidang Kimia

Pembimbing I

Pembimbing II

Siti Mutrofin, S.Si., M.Sc
NIP.197009171994032002

Drs. Danar Purwonugroho, M.Si
NIP. 196006101992031002



Masruri, S.Si., M.Si., Ph.D
197316202002121001



LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : MEZY VENEZIA FEBRITA

Nim : 165090201111032

Jurusan : KIMIA

Penulisan Skripsi Berjudul :

Pengaruh pH, Agen Pengembang, dan Frekuensi Gelombang Suara Terhadap Nilai *Swelling Factor* Piroplit Nawangan Pacitan Jawa Timur

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Isi dari skripsi yang saya buat adalah benar-bener karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang tercantum di isi dan tertulis di daftar pustaka dalam skripsi ini.
2. Apabila di kemudian hari ternyata skripsi yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya akan bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran

Malang, 30 Juni 2020

Yang menyatakan



Mezy Venezia Febrita

165090201111032

Pengaruh pH, Agen Penggembung, dan Frekuensi Gelombang Suara Terhadap Nilai *Swelling Factor* Piropilit Nawangan Pacitan Jawa Timur

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang pengaruh pH, agen penggembung, dan frekuensi gelombang suara terhadap nilai penggembungan piropilit Nawangan. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh waktu kontak, pH, agen penggembung, dan frekuensi gelombang suara terhadap tingkat penggembungan mineral piropilit Nawangan. Ukuran partikel pada penggembungan mineral piropilit yaitu 200-300 mesh dengan 2 variasi pH yaitu pH 7 dan pH 13. Akuadem dan n-propanol diaplikasikan sebagai agen penggembung dengan waktu kontak selama 24 jam, 48 jam dan 72 jam. Nilai penggembungan dihitung dengan menggunakan metode foster. Nilai penggembungan maksimum piropilit adalah 3,5 mL/g diperoleh dari penggembungan piropilit pH 13 didalam n-propanol dengan pengadukan selama 72 jam. Tingkat penggembungan dalam n-propanol lebih besar dibandingkan penggembungan piropilit dalam akuadem dikarenakan momen dipol akuadem lebih tinggi dibandingkan n-propanol. Nilai penggembungan dari n-propanol lebih tinggi daripada akuadem dengan pH yang sama karena permukaan piropilit pada pH basa lebih bersifat non polar yang kaya akan gugus OH dan dan O₂⁻. Berdasarkan uji statistik menunjukkan bahwa variasi waktu kontak, pengaruh pH, agen penggembung, dan frekuensi gelombang suara yang digunakan memberikan nilai tingkat penggembungan yang tidak berbeda dengan tingkat kesalahan 5%.

Kata kunci : piropilit, aktivasi piropilit dan tingkat penggembungan

The Effect of pH, Swelling Agents, and Sound Wave Frequency on The Swelling Factor Values of Nawangan Pyrophyllite

ABSTRACT

The research about the effect of pH, swelling agents and the frequency of sound waves on *swelling factor* values of Nawangan's pyrophyllite has been conducted. The purpose of this study is to find the optimum contact time, pH, swelling agent, and the frequency of sound waves to *swelling factor* values of the Nawangan pyrophyllite. Pyrophyllite was prepared at a size of 200-300 mesh under pH 7 dan pH 13. Aquadem and n-propanol were applied as swelling agents that were contacted with pyrophyllite for 24 hours, 48 hours and 72 hours. *Swelling* values were calculated using Foster method. The maximum value was 3.5 mL/g obtaining from pyrophyllite at pH 13 in n-propanol under sonication and contact time for 72 hours. The *swelling factor* value of pyrophyllite with n-propanol is greater than that of with aquadem because the moment of dipole aquadem is higher than n-propanol. The *swelling* value of n-propanol is higher than aquadem with the same pH because the surface of the pyrophyllite at the base pH is more non polar which is rich in OH and and O₂⁻ groups. Based on statistical tests, it indicates the used of contact time variation, effect of pH, swelling agents and the frequency of sound waves gives not so different distention valute rate with 5% of error rate.

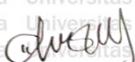
Keywords: pyrophyllite, pyrophyllite activation, and *Swelling Factor*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, hidayah, dan ridho serta petunjuk-Nya sehingga penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Sholawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada junjungan kita Nabi besar Muhammad SAW beserta seluruh umatnya. Skripsi yang berjudul **Pengaruh pH, Agen Penggembung, dan Frekuensi Gelombang Suara Terhadap Nilai Swelling Factor Piropilit Nawangan Pacitan Jawa Timur** ini disusun sebagai salah satu syarat mendapatkan gelar Sarjana Sains dalam bidang Kimia Fakultas MIPA Universitas Brawijaya. Penyusunan skripsi ini tak lepas dari bantuan yang diberikan oleh berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Siti Mutrofin, S.Si., M.Sc. selaku dosen pembimbing I dan Dr. Tutik Setianingsih, M.Si dan Drs. Dinar Purwonugroho, M.Si selaku dosen pembimbing II yang telah banyak memberikan bimbingan, saran, perhatian, dan doa yang diberikan selama penyusunan skripsi ini.
2. Drs. Suratmo, M.Sc selaku dosen penasehat akademik yang telah memberikan bimbingan selama kuliah
3. Drs. Dinar Purwonugroho, M.Si selaku Ketua Laboratorium Kimia Anorganik yang telah memberikan fasilitas kepada penulis untuk mengadakan penelitian di laboratorium kimia anorganik.
4. Masruri, S.Si., M.Si, Ph.D selaku Ketua Jurusan Kimia yang telah memberikan fasilitas kepada penulis untuk mengadakan penelitian di seluruh laboratorium kimia.
5. Dra. Sri Wardhani, M.Si dan Dr. Rurini Retnowati, M.Si selaku dosen penguji, atas segala masukan dan saran yang diberikan kepada penulis untuk perbaikan naskah skripsi ini.
6. Kedua orang tua dan keluarga penulis atas segala dukungan, perhatian, dan doa yang diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Malang, 30 Juni 2020


Mezy Venezia Febrita



DAFTAR ISI

BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Piropilit	5
2.2 Pengembangan	8
2.2.1 Mekanisme Pengembangan	11
2.2.2 Pengukuran Pengembangan	12
2.3 <i>Shrinkage</i> (penyusutan)	13
2.4 n - Propanol	14
2.5 Aquadem	14
2.6 Aktivasi Piropilit dengan Pengaturan pH	14
BAB III METODE PENELITIAN	16
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	16
3.2 Alat dan Bahan	16
3.3 Tahapan Penelitian	16
3.4. Preparasi Piropilit	16
3.5. Pembuatan larutan NaOH pH 13.....	17
3.6. Aktivasi Mineral Piropilit Nawangan dengan NaOH.....	17
3.7 Pengaruh Waktu dan Perlakuan Mekanik Terhadap Tingkat Pengembangan Mineral Piropilit pH 7 dalam Akuadem.....	17
3.8 Pengaruh Waktu dan Perlakuan Mekanik Terhadap Tingkat Pengembangan Mineral Piropilit pH 7 dalam n-propanol.....	18
3.9 Pengaruh Waktu dan Perlakuan Mekanik Terhadap Tingkat Pengembangan Mineral Piropilit pH 13 dalam Akuadem.....	18
3.10 Pengaruh Waktu dan Perlakuan Mekanik Terhadap Tingkat Pengembangan Mineral Piropilit pH 13 dalam n-propanol.....	19
3.11 Perhitungan dengan Metode Foster	19
3.12 Uji F (ANOVA)	19



3.13 Uji BNT (Beda Nyata Terkecil).....	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	22
4.1 Preparasi piropilit.....	22
4.2 Aktivasi Mineral Piropilit Nawangan dengan NaOH.....	22
4.3 Pengaruh Waktu dan Perlakuan Mekanik Terhadap Tingkat Pengembangan Mineral Piropilit pH 7 dalam Aquadem.....	23
4.4 Pengaruh Waktu dan Perlakuan Mekanik Terhadap Tingkat Pengembangan Mineral Piropilit pH 7 dalam n-propanol.....	24
4.5 Pengaruh Waktu dan Perlakuan Mekanik Terhadap Tingkat Pengembangan Mineral Piropilit pH 13 dalam Aquadem.....	26
4.6 Pengaruh Waktu dan Perlakuan Mekanik Terhadap Tingkat Pengembangan Mineral Piropilit pH 13 dalam n-propanol.....	28
BAB V PENUTUP.....	31
5.1 Kesimpulan.....	31
5.2 Saran.....	31
DAFTAR PUSTAKA.....	32
LAMPIRAN.....	37

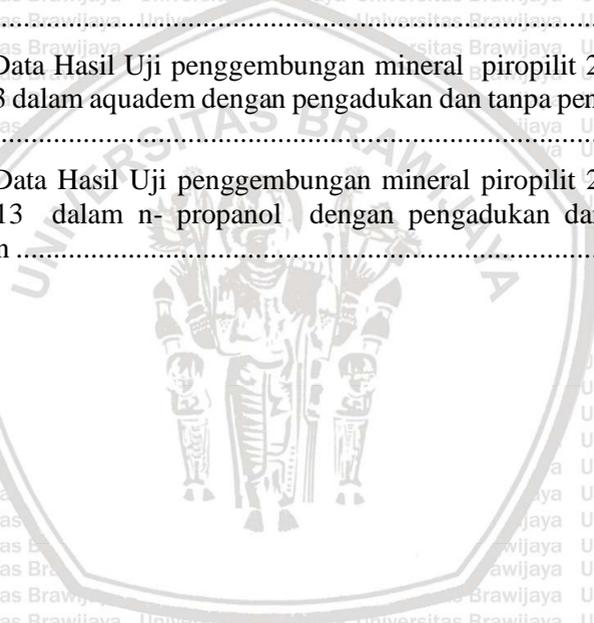
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur dari piropilit [9]	6
Gambar 2.2 Susunan atom pada unit piropilit [8].....	7
Gambar 2.3 Bentuk simulasi pengembangan piropilit dengan air antar layer [41].....	9
Gambar 2.4. Model simulasi pengembangan monmorilonit satu lapis dalam air [41].....	9



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai titik isoelektrik pada berbagai sampel piropilit dari Zhejiang, China	8
Tabel 4.1 Data Hasil Uji pengembangan mineral piropilit 200-300 mesh pH 7 dalam aquadem dengan pengadukan dan tanpa pengadukan	23
Tabel 4.2 Data Hasil Uji pengembangan mineral piropilit 200-300 mesh pH 7 dalam n- propanol dengan pengadukan dan tanpa pengaduka	25
Tabel 4.3 Data Hasil Uji pengembangan mineral piropilit 200-300 mesh pH 13 dalam aquadem dengan pengadukan dan tanpa pengaduka	27
Tabel 4.4 Data Hasil Uji pengembangan mineral piropilit 200-300 mesh pH 13 dalam n- propanol dengan pengadukan dan tanpa pengadukan	29



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A. Diagram Alur Penelitian	37
Lampiran B. Diagram Alir	38
B.1 Pencucian Piropilit ukuran 300 Mesh	38
B.2 Aktivasi mineral piropilit nawangan menggunakan larutan NaOH 0,1 M.....	39
B.3 Pengaruh Waktu Terhadap Tingkat Penggembungan Mineral Piropilit	40
B.4 Penggembungan Piropilit dalam Akuadem tanpa Pengadukan	41
B.5 Penggembungan Piropilit dalam Akuadem dengan Pengadukan	42
B.6 Penggembungan Piropilit dalam n-propanol tanpa Pengadukan	43
B.7 Penggembungan Piropilit dalam n-propanol dengan Pengadukan	44
B.8 Membuat Larutan NaOH pH 13 dari NaOH 1 M pH 14	45
Lampiran C. Data Hasil Penelitian	46
C.1 Penggembungan mineral piropilit pH 7 dalam aquadem dengan pengadukan dan tanpa pengadukan	46
C.3 Penggembungan mineral piropilit pH 13 dalam aquadem dengan pengadukan dan tanpa pengadukan	47
C.4 Penggembungan mineral piropilit pH 13 dalam n-propanol dengan pengadukan dan tanpa pengadukan	47
Lampiran D. Data Hasil Penelitian Uji Statistika	48
Tabel D.1 Uji Pengaruh Waktu Pada Penggembungan Mineral Piropilit 300 Mesh pH 7 dalam Aquadem dengan Pengadukan.....	48
Tabel D.2 Uji Pengaruh Waktu Pada Penggembungan Mineral Piropilit 300 Mesh pH 7 dalam Aquadem tanpa Pengadukan.....	48
Tabel D.3 Uji Pengaruh Waktu Pada Penggembungan Mineral Piropilit 300 Mesh pH 7 dalam n-propanol dengan Pengadukan.....	48



Tabel D.4 Uji Pengaruh Waktu Pada Penggembungan Mineral Piropilit 300 Mesh pH 7 dalam n-propanol tanpa Pengadukan..... 49

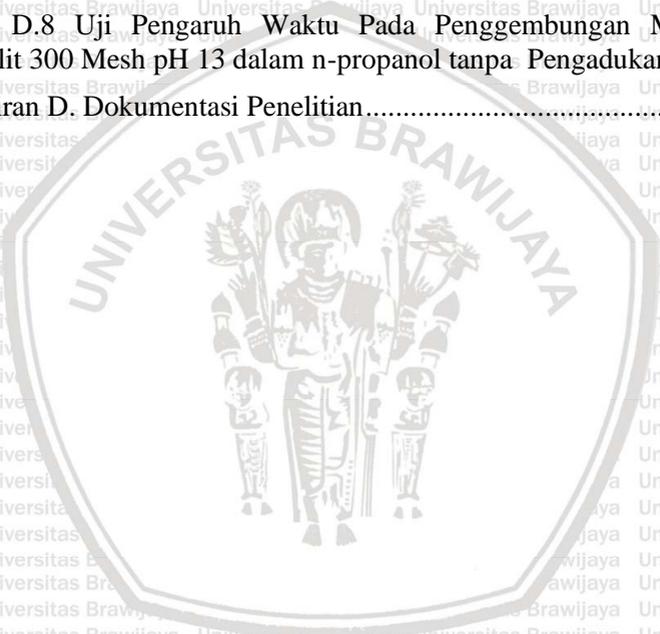
Tabel D.5 Uji Pengaruh Waktu Pada Penggembungan Mineral Piropilit 300 Mesh pH 13 dalam Aquadem dengan Pengadukan..... 49

Tabel D.6 Uji Pengaruh Waktu Pada Penggembungan Mineral Piropilit 300 Mesh pH 13 dalam Aquadem tanpa Pengadukan..... 50

Tabel D.7 Uji Pengaruh Waktu Pada Penggembungan Mineral Piropilit 300 Mesh pH 13 dalam n-propanol dengan Pengadukan.. 50

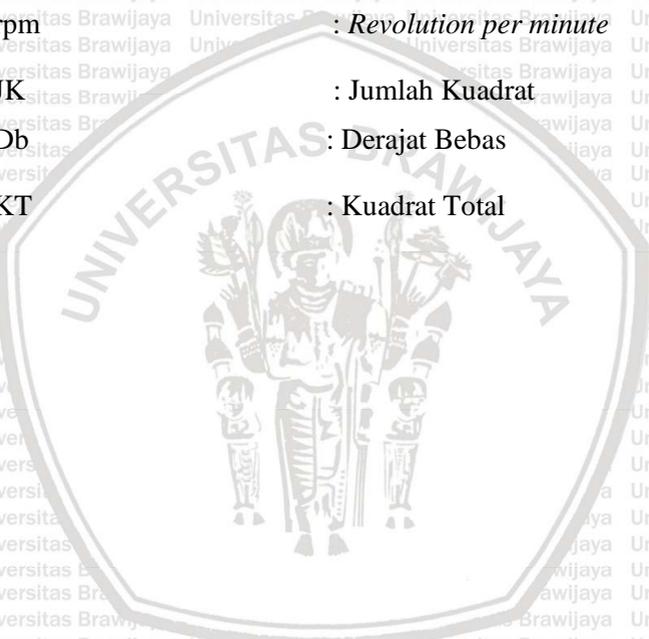
Tabel D.8 Uji Pengaruh Waktu Pada Penggembungan Mineral Piropilit 300 Mesh pH 13 dalam n-propanol tanpa Pengadukan..... 50

Lampiran D. Dokumentasi Penelitian..... 51



DAFTAR ISTILAH DAN LAMBANG

%	: Persentase
FTIR	: <i>Fourier Transform Infrared</i>
g	: Gram
mL/g	: mili Liter/gram
p.a	: Pro Analisis
rpm	: <i>Revolution per minute</i>
JK	: Jumlah Kuadrat
Db	: Derajat Bebas
KT	: Kuadrat Total



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu sumber mineral di Indonesia yang belum banyak dieksplorasi keberadaannya ialah mineral piropilit, khususnya piropilit Nawangan Pacitan Jawa Timur. Sementara itu, sebaran mineral piropilit di daerah Jawa Timur diperkirakan jumlahnya sekitar jutaan ton. Informasi tentang karakter kimiawinya masih terbatas, oleh karena itu Pemerintah Provinsi Daerah Tingkat 1 Jawa Timur membuat kebijakan untuk mengatur agar kekayaan bahan tambang di Jawa Timur dapat dimanfaatkan secara efisien dan berwawasan lingkungan sehingga dapat memberikan manfaat bagi ekonomi masyarakat [1].

Piropilit merupakan mineral dengan kandungan silika yang tinggi terutama piropilit Nawangan Pacitan Jawa Timur. Kandungan silikanya mencapai 93,87% [2]. Piropilit memiliki perbandingan struktur 2:1 dengan struktur kristal yang terdiri dari lembaran oktahedral berupa Al-O (OH) yang diapit oleh dua lembar tetrahedral berupa SiO₄ [3]. Permukaan piropilit bersifat non polar, sementara bagian dioktahedralnya cenderung bersifat polar. Struktur piropilit membentuk paket tertutup heksagonal / *hcp* (*hexagonal closed packet*) yang membentuk rongga-rongga [4]. Piropilit menyerupai talk, mempunyai titik leleh dengan kenaikan suhu antara 1315°C sampai 2093°C [5]. Piropilit dapat dikategorikan sebagai batuan metamorf yang memiliki tingkat kekerasan 1-2 skala mohs. Piropilit dapat digunakan sebagai keramik, produk tahan api (*refractory product*), dan pengisi komposit (*filler*) [6]. Pada piropilit satu kisi terdiri dari dua silika dan satu alumina oktahedron (konfigurasi 2:1). Antara dua kisi Kristal ini diikat oleh dua sisi oksigen dari silika tetrahedral [7]. Piropilit berbentuk padatan kristalin yang mengandung kuarsa (25,5 %) dan rutil (0,6 %) [1].

Piropilit Nawangan Pacitan Jawa Timur sudah dieksplorasi sifat fisika dan kimianya kecuali sifat penggembungan (*swelling*) belum terekplorasi sampai saat ini. Penggembungan (*swelling*) merupakan pertambahan jarak antar lapisan suatu mineral yang disebabkan karena

penggembungan suatu mineral diperlukan untuk mengetahui apakah mineral tersebut berekspansi atau tidak [1].

Tingkat penggembungan suatu mineral dipengaruhi oleh waktu kontak, ukuran partikel, pH, luas permukaan, suhu dan pengadukan. Pada penelitian yang dilakukan oleh Liu menunjukkan pengaruh waktu kontak dan ukuran partikel pada tingkat penggembungan tanah ekspansi menunjukkan bahwa semakin lama waktu kontak dan semakin besar ukuran partikel, maka tingkat penggembungannya semakin besar. Selain itu juga telah dilakukan penelitian tentang aktivasi terhadap mineral piropilit yang dilakukan secara kimia dengan menggunakan larutan asam maupun basa, hal ini dimaksudkan untuk mengaktifkan permukaan atau situs-situs aktif dari mineral piropilit dan melarutkan logam-logam yang mengisi ruang-ruang di dalam struktur piropilit sehingga pori-pori mineral lebih terbuka [8].

Dengan mengacu pada penelitian tersebut, maka pada penelitian ini akan dipelajari pengaruh waktu kontak, pengaruh pH, agen penggembung serta faktor frekuensi gelombang suara terhadap tingkat penggembungan piropilit Nawangan Pacitan Jawa Timur.

1.2 PERUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang diatas, didapatkan beberapa perumusan masalah yaitu :

1. Bagaimana pengaruh pH, waktu kontak, agen penggembung, dan pengaruh frekuensi gelombang suara terhadap tingkat penggembungan mineral piropilit Nawangan Pacitan Jawa Timur dengan pengadukan dan tanpa pengadukan ?
2. Bagaimana interaksi kimiawi antara pH, waktu kontak, agen penggembung dan pengaruh frekuensi gelombang suara terhadap tingkat penggembungan mineral piropilit Nawangan Pacitan Jawa Timur dengan pengadukan dan tanpa pengadukan ?

1.3 BATASAN MASALAH

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Piropilit yang digunakan adalah piropilit Nawangan Pacitan Jawa Timur.
2. Ukuran partikel piropilit yang digunakan adalah 200-300 mesh.

3. Agen penggembung yang digunakan adalah akuadem dan n-propanol.
4. Aktivasi dilakukan dengan menggunakan larutan NaOH pH 13
5. Indikator penggembungan piropilit diukur dengan menggunakan metode foster.

1.4 TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan dari penelitian adalah

1. Mengetahui pengaruh pH, waktu kontak, agen penggembung dan pengaruh frekuensi gelombang suara pada tingkat penggembungan mineral piropilit Nawangan Pacitan Jawa Timur dengan pengadukan dan tanpa pengadukan.
2. Mengetahui interaksi kimiawi antara pH, waktu kontak, agen penggembung dan pengaruh frekuensi gelombang suara terhadap tingkat penggembungan mineral piropilit Nawangan Pacitan Jawa Timur dengan pengadukan dan tanpa pengadukan

1.5 MANFAAT PENELITIAN

Hasil dari penelitian yang dilakukan dapat digunakan sebagai referensi terkait fungsionalisasi piropilit dan untuk mendapatkan informasi ilmiah tentang pengaruh tingkat kepolaran piropilit terhadap berbagai jenis agen penggembung, pH dan waktu kontak.



Halaman ini sengaja dikosongkan

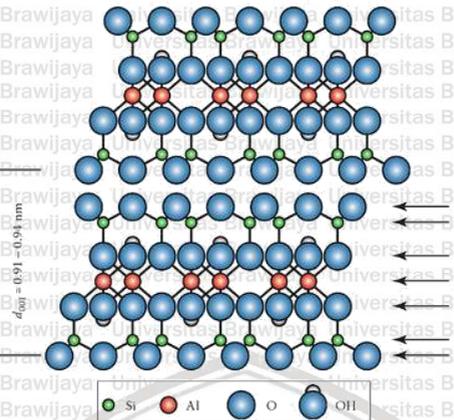
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Piropilit

Piropilit atau aluminium silikat hidroksida dengan rumus kimia $\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ merupakan mineral dengan kandungan silika yang tinggi dan cukup tersedia di kawasan Indonesia. Piropilit terbentuk pada zone ubahan argilik lanjut (hipogen) seperti kaolin, namun terbentuk pada temperatur tinggi dan kadar pH asam. Piropilit dapat digunakan sebagai bahan baku industri seperti pembuatan keramik, porselin, kosmetik, kertas, pengganti bahan beton dan juga dapat digunakan sebagai adsorben seperti logam berat, sianida dan boron [8]. Piropilit merupakan mineral aluminosilikat hidroksi berlapis oktahedral dengan perbandingan struktur 2:1. Struktur kristalnya terdiri dari lembaran oktahedral berupa Al-O (OH) yang diapit oleh dua lembar tetrahedral berupa SiO_4 . Secara teoritis piropilit terdiri dari SiO_2 (67%), Al_2O_3 (28%), dan H_2O (5%), pada mineral piropilit, unsur Al dapat digantikan oleh Fe, Mg, Ca, Na, atau K [3].

Piropilit merupakan mineral yang termasuk dalam klas silikat, subklas filosilikat dengan struktur berbentuk lembaran seperti *sanwich* atau roti berlapis. Bentuk filosilikat merupakan tumpukan dari silikat yang terdiri dari SiO_4 tetrahedral dimana lapisan silikatnya tidak terhubung langsung antara lapisan silikat atas dan lapisan silikat di bawahnya, tetapi diantara dua lapisan silikat terdapat mineral Gibbsite [$\text{Al}(\text{OH})_3$] yang berstruktur oktahedral dan berkoordinasi dengan aluminium dan dikelilingi oleh 2 gugus OH^- atau 6 atom OH⁻. Lapisan Gibbsite (G) pada piropilit identik dengan struktur gibbsite terkecuali 4 atom OH⁻ digantikan dengan 4 atom O dari lapisan silikat (S). Keseluruhan struktur dari piropilit dapat digambarkan sebagai S-G-S, dimana ikatan yang terjadi akibat struktur tersebut tidak terlalu kuat (hampir tidak ada), hal ini menyebabkan piropilit merupakan mineral yang halus dan mempunyai belahan yang sempurna. Ikatan yang terjadi diantara lapisan pada struktur piropilit dibentuk melalui ikatan elektrostatik yang lemah dan adanya gaya Van Der Waals [38].



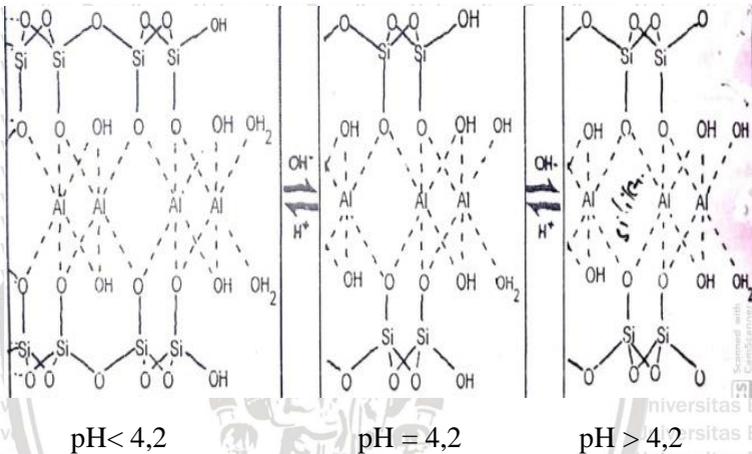
Gambar 2.1 Struktur dari piropilit [9]

Struktur lapisan dihedral pada piropilit meliputi lembaran oktahedral dari dua ion Al-nya yang terkoordinasi dengan 2 lembaran SiO_4 secara *sandwiched*. Kation-kation pada lapisan oktahedral terkoordinasi dengan 6 anion, 2 diantaranya adalah gugus hidroksil (OH). Sifat dari gugus hidroksil tersebut sangat tergantung pada jenis kation yang terikat pada gugus hidroksil [11].

Piropilit merupakan mineral dengan tingkat kekerasan 1-2 skala Mohs, bijih mineral piropilit dapat dengan mudah diproses menjadi butiran-butiran. Tingkat kemurnian piropilit sangat tinggi, namun jarang sekali terbentuk baik secara alami maupun dengan sintesis. Piropilit bersifat *inert* dan memiliki muatan listrik yang netral sehingga sangat tahan terhadap alkali dan asam namun piropilit akan terurai menjadi aluminosilika gelatin apabila bereaksi dengan asam sulfat. Piropilit umumnya berwarna putih, selain itu ada juga yang berwarna putih kekuning - kuning, hijau pucat serta abu- abu muda, perbedaan variasi warna ini dipengaruhi oleh faktor cuaca. Piropilit sangat tahan terhadap panas, pada proses pemanasan, piropilit dapat mengalami dehidroksilasi pada suhu 700°C dan akan terbentuk fasa metastabil. Dehidrasi terjadi apabila kehilangan OH^- diantara lapisan oktahedral dan tetrahedral. Apabila dilakukan pemanasan lebih lanjut sampai 1200°C , maka piropilit akan terurai menjadi kristobalit dan mullit yang memiliki tingkat kekerasan 7-8 skala Mohs [13].

Pada piropilit gugus OH^- sangat berperan dalam proses adsorpsi yaitu pada gugus OH yang terikat pada permukaan lapisan oktahedral (Al(III)) dan gugus OH^- yang terikat pada lapisan

tetrahedral (Si(IV)). Gugus OH⁻ yang terikat pada Al(III) maupun Si (IV) merupakan gugus yang reaktif terhadap perubahan pH. Pada pH rendah OH⁻ akan berubah menjadi asam Lewis sedangkan pada pH tinggi OH⁻ akan berubah menjadi basa Lewis. Struktur dari piropilit terdiri dari lapisan tetrahedral oktahedral-tetrahedral yang netral, dalam mengadsorbsi anion atau kation, pengaturan pH sangat menentukan pada pengembangan piropilit [7].



Gambar 2.2 Susunan atom pada unit piropilit [8]

Mineral piropilit terdiri dari dua golongan yaitu : piropilit sistem kristal monoklinik dan piropilit sistem kristal triklinik. Kedua golongan mineral tersebut tidak memiliki perbedaan sifat yang berarti sistem kristal kedua golongan tersebut sama [39]. Adapun sifat fisika dari piropilit adalah berwarna putih keabuan-abuan, massa jenis antara 2,65 – 2,85 g/cm³, sifat cerat putih, belahan sempurna dan kekerasan antara 1 sampai 1,5 [8]. Komposisi kimia Piropilit didominasi oleh SiO₂ (Silika-dioksida) dan senyawa piropilit (Al₂Si₄O₁₀(OH)₂). Komposisi senyawa piropilit tidak berbeda antara sesudah dan sebelum proses refluks. Sifat reaktivitas bahan piropilit lebih meningkat setelah dilakukan proses modifikasi. Pemakaian aktivator basa pada modifikasi piropilit menghasilkan karakteristik yang lebih baik, dimana piropilit tersebut dimodifikasi menjadi piropilit asam, murni, basa, dan semen. Dari perbandingan hasil uji SEM pada piropilit murni menjelaskan bahwa penggunaan aktivator H₂SO₄ lebih

baik dari pada aktivator NaOH karena piropilit yang menggunakan aktivator NaOH menghasilkan partikel yang lebih kecil dan terpisah-pisah dibandingkan dengan aktivator H₂SO₄ [14].

Mineral piropilit Nawangan Pacitan Jawa Timur mempunyai komposisi kimiawi sebagai berikut : SiO₂ (93,87%), Al₂O₃ (4,63%), MgO (13,67 ppm), CaO ((13,67 ppm), K₂O (106,67 ppm), Na₂O (22,33), dan Fe₂O₃ (153,33 ppm) [40].

Piropilit bersifat padatan kristalin dengan kandungan kuarsa sebesar 25,57 % dan rutil sebesar 0,68 %. Mineral piropilit mempunyai serapan karakteristik pada bilangan gelombang 950-1250 cm⁻¹ untuk vibrasi ulur dari O-Si-O dan Al-O-Al, bilangan gelombang 400-450 cm⁻¹ untuk vibrasi tekuk dari O-Si-O dan Al-O-Al, bilangan gelombang 3478 cm⁻¹ untuk gugus hidroksil dari air dan pada bilangan gelombang 3674,7 cm⁻¹, merupakan spektra spesifik untuk gugus OH dari gipsit [1].

Piropilit memiliki titik isoelektrik yang berkisar antara 2,46 sampai 3,46, selain itu piropilit juga memiliki PZC (*Point of Zero Charge*) dengan pH 6,26 [3]. Permukaan dasar dari piropilit bersifat hidrofobik, hal ini terjadi karena permukaan pada bidang pembelahan piropilit bukan donor elektron yang baik sehingga sulit terbentuk ikatan hidrogen ketika bereaksi dengan H₂O [38]. Selain memiliki sisi hidrofobik pada bagian permukaan dasarnya, piropilit juga memiliki sifat hidrofilik pada bagian permukaan tepi dari piropilit, hal ini terjadi karena pada bagian tepi tersebut terdapat ikatan Si-O/ Al-O [16].

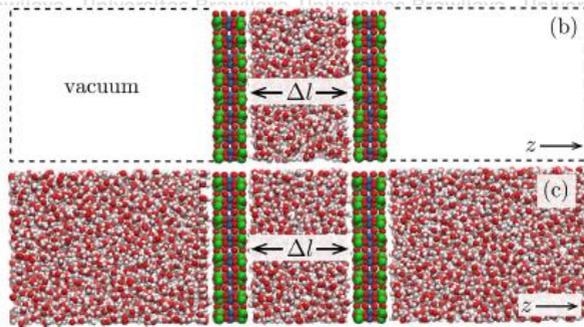
Tabel 2.1 Nilai titik isoelektrik pada berbagai sampel piropilit dari Zhejiang, China [3].

Sampel	Py-GH	Py-QT1	Py-QT2	Py-QT3	Py-QT4
Iep	2,46	3,46	2,35	3,07	2,55

2.2 Penggembungan

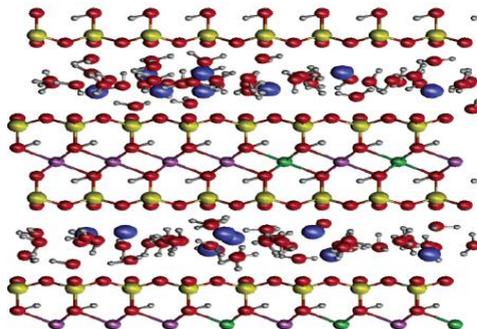
Penggembungan (*swelling*) adalah bertambah nya volume tanah secara perlahan-lahan akibat adanya tekanan air pori yang berlebih , pembengkakan terjadi ketika air masuk diantara partikel - partikel tanah liat yang menyebabkan partikel tersebut menjadi terpisah. Tanah yang banyak mengandung lempung ekspansif mengalami perubahan volume yang ekstrim ketika kadar airnya berubah. Perubahan tersebut dapat membahayakan susunan partikel-

partikel nya. Tingkat pengembungan secara umum dipengaruhi oleh pada beberapa faktor, yaitu: jenis dan jumlah mineral di dalam tanah, kadar air, susunan tanah, konsentrasi garam dalam air pori, sementasi, dan adanya bahan organik [17].



Gambar 2.3 Bentuk simulasi pengembungan piropilit dengan air antar layar [41]

Banyak bangunan yang mengalami kerusakan parah karena didirikan diatas tanah lempung *expansive*. Perubahan volume tanah menyebabkan kerusakan besar pada struktur tanah. Sistem *drainase* telah disediakan untuk mencegah tanah lempung *expansive* yang bereaksi terhadap perubahan kondisi kelembabannya, Tanah *ekspansive* biasanya mengandung mineral tanah liat seperti Montmorillonit yang menarik dan menyerap banyak air [21], hal ini dikaitkan dengan keberadaan mineral seperti kelompok mineral Kaolinite, Illite dan Montmorillonite [18].



Gambar 2.4. Model simulasi pengembungan monmorilonit satu lapis dalam air [41]

Jenis dan jumlah mineral berperan penting dalam mengendalikan sifat-sifat indeks seperti batas cair, indeks plastisitas dan aktivitas serta karakteristik pengembangan termasuk potensi gelombang dan tekanan gelombang tanah tersebut. Berdasarkan pada mineral yang ada, potensi gelombang tanah bervariasi; mineral kelompok Montmorillonit memiliki potensi gelombang maksimum dan mineral Kaolinit memiliki sifat pembengkakan yang paling sedikit [19].

Pengembangan maupun penyusutan pada suatu mineral, tanah liat, atau lempung dipengaruhi oleh komposisi mineralogi, fraksi volume, dimensi dari agregat, dan lingkungan fisiko kimia dari tanah tersebut. Sifat hidrasi dari mineral di dalam tanah dan interaksi gaya yang bekerja pada permukaan mineral termasuk gaya tarik-menarik antar partikel dan gaya tolak-menolak pada koloid dapat mempengaruhi volume dalam tanah, adanya partikel tanah liat yang bersifat *inert* seperti pasir dan endapan lumpur merupakan fungsi dari tanah liat yang mengalami perubahan volume [26]. Theng memperkenalkan sebuah teori dari pengembangan mineral yaitu adanya penyebaran dua lapisan dari ion-ion di sekitar partikel lempung dalam kondisi *aqueous* (cair) [20].

Uji *swelling* dapat dilakukan pada benda yang berbahan logam. Waktu yang dibutuhkan untuk pengujian sangat dipengaruhi oleh waktu yang digunakan air pada saat masuk ke dalam tanah. Hal itu disebabkan oleh tanah ekspansif yang tidak secara langsung mengembang ketika berinteraksi dengan air. Beberapa orang melakukan penelitian dengan menunggu selama dua jam bahkan sehari-hari agar kecepatan mengembang mencapai kecepatan tertentu ($0,001''/\text{jam}$). Beberapa orang melakukan penelitian dengan menunggu selama dua jam bahkan sehari. Pengujian ini bertujuan untuk menentukan nilai *swell* akibat adanya beban vertikal dari tanah yang disebabkan oleh air yang masuk ke dalam pori-pori tanah dan menyebabkan perubahan isi pori tanah sehingga tekanan vertikal bekerja pada tanah tersebut. Tekanan yang terjadi pada tanah sangat mempengaruhi proses terjadinya pengembangan pada tanah. Tekanan pengembangan yang mencegah tanah mengembang disebut tekanan pengembangan (*swelling pressure*) [21].

Pengembangan dapat dibedakan menjadi 4 tingkat yaitu (1) tidak mengembang dengan ukuran 2 mL/g dari suatu mineral, (2)



menggembung sedikit dengan ukuran 3-5 mL/g dari mineral, (3) menggembung menengah dengan ukuran 6-8 mL/g dari mineral, dan (4) menggembung sangat besar dengan ukuran lebih dari 8 mL/g dari mineral [22].

2.2.1 Mekanisme Penggembungan

Mekanisme penggembungan tanah liat dibagi menjadi 2 yaitu penggembungan kristal dan penggembungan osmotik. Penggembungan kristal dapat terjadi pada semua jenis mineral lempung termasuk dalam grup smektit sedangkan penggembungan osmotik dapat terjadi karena pertukaran kation antar lapisan, apabila konsentrasi kation antar lapisan lebih besar dibandingkan dengan konsentrasi kation pada air di sekitar tanah, maka molekul air akan masuk ke lapisan tanah tersebut untuk mengurangi konsentrasi kation dan mengembalikan keseimbangan kationik [23].

Tekanan penggembungan suatu mineral dapat dipengaruhi oleh temperatur, hal ini telah dibuktikan dengan penelitian yang dilakukan oleh Akinwunmi, dkk, yang mana pada penelitiannya dilakukan uji pengaruh temperatur pada tekanan penggembungan smektit melalui 3 perlakuan yang berbeda yaitu uji pengaruh tekanan penggembungan natrium bentonit pada temperatur 300K, uji pengaruh tekanan penggembungan pada temperatur yang tinggi (300K - 600K), serta uji pengaruh tekanan penggembungan natrium Bentonit pada temperatur yang rendah (150-300K). Pada uji yang pertama berfungsi sebagai referensi pembanding untuk mengetahui pengaruh temperatur pada tekanan penggembungan, pada uji ini menunjukkan apabila tekanan penggembungan yang tinggi, maka *d-spacing* (jarak antar lapisan) kecil dan *dry density* (densitas kering) meningkat, begitupula sebaliknya apabila tekanan penggembungan rendah maka jarak antar lapisan besar dan densitas kering lebih rendah. Pada uji yang kedua, dapat diketahui bahwa pada temperatur yang tinggi menyebabkan tekanan penggembungan semakin meningkat. Sedangkan pada uji yang terakhir, dapat diketahui bahwa pada temperatur yang rendah menyebabkan tekanan penggembungan juga rendah, bahkan pada temperatur antara 150-200K tidak terjadi penggembungan, namun pada temperatur 250K mulai terjadi penggembungan [24].

Deformasi yang disebabkan oleh penggembungan sangat perlu dikontrol untuk mengetahui nilai maksimum tekanan penggembungan tersebut dan tekanan penggembungan yang

tergantung pada waktu [24]. Kecenderungan pengembangan tanah ekspansif dikuantifikasi oleh parameter potensial pengembangan. Penentuan potensi pengembangan tanah ekspansif yaitu persen pengembangan dan tekanan pengembangan. Persen pengembangan atau perubahan volume tanah ekspansif adalah persentase naiknya tanah, sedangkan tekanan pengembangan suatu tanah adalah tekanan eksternal yang perlu ditempatkan di atas tanah yang mengembang untuk mencegah peningkatan volume. Karakteristik pengembangan dapat secara langsung diukur di laboratorium atau bisa diperkirakan secara tidak langsung dari korelasi empiris. Korelasi telah disarankan untuk memprediksi potensi pengembangan dari berbagai sifat indeks seperti kerapatan kering, kadar air, batas cair, indeks plastisitas, indeks susut, aktivitas, dan kandungan tanah liat. Faktor utama yang mempengaruhi pengembangan tanah liat berkaitan dengan sifat fisik partikel dan massa tanah seperti kadar air awal, kepadatan kering awal, jenis mineral tanah liat, kadar tanah liat dan jenis fraksi berbutir kasar [26].

2.2.2 Pengukuran Pengembangan

Alat yang digunakan untuk mengukur tingkat pengembangan adalah dilatometer, dilatometer digunakan untuk menentukan kadar air setelah terjadi pengembangan, prinsip kerja dari dilatometer adalah sampel dimasukkan ke dalam kotak sampel, kemudian alat dilatometer dicelupkan ke dalam air, kemudian sampel didiamkan selama beberapa hari (rata-rata maksimal sampai 7 hari) hingga sampel tidak mengalami penambahan ketinggian, setelah itu dihitung tingkat pengembangannya dengan rumus sebagai berikut : [27]

$$\delta_{sw} \frac{Z_t - Z_0}{Z_0} \times 100 \quad \text{Persamaan 2.2.2.1}$$

δ_{sw} didefinisikan sebagai rasio pengembangan linear (%), Z_t didefinisikan sebagai indikator pembacaan saat perendaman (mm), dan Z_0 didefinisikan sebagai indikator pembacaan awal (mm) [27].

Tingkat pengembangan juga dapat diukur dengan menggunakan metode foster, yang mana pernah diuji oleh seorang ilmuwan bernama Michelle dan Chidi, mereka melakukan penelitian tentang kapasitas pengembangan pada natrium yang tidak dimodifikasi dan natrium yang dimodifikasi menggunakan HDTMA

(*hexadecyl trimethylammonium bromide*). Prinsip dasar metode Foster yang dilakukan pada penelitian tersebut adalah dengan memasukkan masing-masing natrium bentonit (sebanyak 0,5 g) ke dalam buret, setelah itu ditambahkan pelarut (sebanyak 50 mL), kemudian diendapkan selama 24 jam, setelah itu ditentukan kapasitas pengembangannya dengan persamaan sebagai berikut : [22]

$$S.F = \frac{V_S - V_D}{V_D} \quad \text{Persamaan 2.2.2.2}$$

S.F didefinisikan *swelling* Foster (mL/g), V_S didefinisikan sebagai volume dari piropilit yang mengembang (mL), dan V_D didefinisikan sebagai piropilit kering (mL) [22].

2.3 Shrinkage (penyusutan)

Shrinkage (penyusutan) adalah pengecilan dimensi yang terjadi karena adanya perubahan fase dari cair ke padat akibat perubahan temperatur dan berlangsung selama terjadinya proses pendinginan [44]. Penyusutan material (*shrinkage*) dinyatakan dalam persen sehingga jika dirumuskan : [44]

$$\text{shrinkage} = \frac{\Delta L}{L} (\%) \quad \text{Persamaan 2.3.1}$$

dimana :

ΔL = besarnya penyusutan

L = ukuran sebenarnya

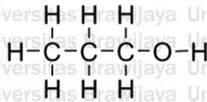
Prediksi tentang besar dan arah penyusutan (*shrinkage*) harus dipahami dengan baik dalam pembuatan *moulding*. Pada waktu menentukan ukuran *shrinkage cavity* maupun *core* dilakukan dengan mengalikan ukuran produk dengan faktor *shrinkage*, dimana rumus yang digunakan untuk menghitung faktor *shrinkage* adalah :

$$\text{faktor shrinkage} = 1 + \frac{\Delta L}{L} \quad \text{Persamaan 2.3.2}$$

Proses sinter sangat mempengaruhi perubahan dimensi sampel (*shrinkage*). Semakin tinggi temperatur sinter maka nilai penyusutan makin meningkat. Hal ini dikarenakan oleh transport massa (difusi) atom antar partikel yang menyebabkan terbentuknya butir dan eliminasi pori. Mekanisme difusi yang menjadi penyebab utama penyusutan selama sinter adalah volume dan *grain diffusion* dengan

grain diffusion adalah mekanisme yang dominan pada proses sintesis alumina.

2.4 n - Propanol



n-Propanol adalah alkohol primer dengan rumus molekul $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$. Berbentuk cairan tak berwarna dan dikenal juga sebagai n-propil alkohol. n-Propanol merupakan isomer dari isopropanol (2-Propanol, isopropil alkohol). n-Propanol terdiri dari cairan bening, memiliki bau khas seperti alkohol, larut dalam air, eter, dan alkohol. n-propanol memiliki berat molekul 60,1 g/mol, titik didih $97,8^\circ\text{C}$, dan densitas 0,803 g/mL. n-Propanol juga memiliki nilai keasaman (pKa) yaitu sebesar 16 sedangkan untuk kebasaannya (pKb) yaitu sebesar -2, dan momen dipol dari n-propanol 1,68 D. Secara biologis n-Propanol mudah terdegradasi oleh lumpur aktif dan merupakan alkohol yang paling mudah di degradasi. n-Propanol terbentuk secara alami dalam jumlah kecil selama proses fermentasi dan digunakan sebagai pelarut dalam industri farmasi, terutama untuk resin dan ester selulosa [31].

2.5 Akuadem

Akuadem merupakan air yang dihasilkan dari proses demineralisasi, pada proses ini semua mineral dihilangkan, penghilangan mineral menggunakan metode ion exchange. Akuadem dengan rumus molekul H_2O memiliki titik didih 100°C , titik leleh 0°C , dan densitas $0,998 \text{ g/cm}^3$. Tingkat kepolaran dari n-propanol lebih kecil dibandingkan akuadem.

2.6 Aktivasi Pirofilit dengan Pengaturan pH

pH atau derajat keasaman digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau basa yang dimiliki oleh suatu zat. pH normal (netral) memiliki nilai 7 sementara nilai $\text{pH} > 7$ menunjukkan bahwa zat tersebut bersifat basa dan $\text{pH} < 7$ menunjukkan bahwa zat tersebut bersifat asam. pH 0 menunjukkan derajat keasaman yang tinggi dan pH 14 menunjukkan kebasaan yang tinggi [28]. Aktivasi mineral mempunyai kemampuan sebagai adsorben atau penukar ion dan kation yang dapat dilakukan dengan menggunakan proses kalsinasi [28], maupun secara kimia dengan menggunakan larutan asam atau basa.



Proses aktivasi kimia biasanya dilakukan dengan menggunakan asam misalnya HCl (asam klorida) dan menggunakan basa yaitu NaOH (natrium hidroksida). Hal ini bertujuan untuk mengaktifkan permukaan dari mineral piropilit dan melarutkan logam-logam yang mengisi ruang-ruang di dalam struktur piropilit, sehingga pori-pori mineral lebih terbuka. Pada struktur piropilit gugus OH dan O mempunyai pengaruh yang sangat reaktif terhadap perubahan pH. Pengaturan pH sangat menentukan peranan piropilit dalam mengadsorpsi anion [9].



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Anorganik dan Kimia Instrumen Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya Malang, Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari hingga Mei 2020.

3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain seperangkat alat gelas, kertas saring Whatman 42, kertas plastik, sonikator, pH Universal, ayakan ukuran 200-300 mesh, tanur, oven, desikator, neraca analitik.

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah piropilit Nawangan, akuadem, pelarut organik yaitu n-propanol, dan NaOH 0,1 M.

3.3 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan kegiatan, antara lain:

1. Pencucian piropilit Nawangan ukuran 200-300 mesh menggunakan akuadem
2. Aktivasi piropilit Nawangan ukuran 200-300 mesh menggunakan larutan NaOH 0,1 M
3. Uji pengaruh waktu terhadap tingkat pengembangan piropilit dengan pengadukan dan tanpa pengadukan
4. Perhitungan dengan metode Foster
5. Pengukuran pH pada pengembangan piropilit dengan pengadukan dan tanpa pengadukan
6. Uji F(ANOVA) dan uji BNT (Beda Nyata Terkecil)
7. Analisis data

3.4. Preparasi Piropilit

Piropilit Nawangan ditumbuk dan dihaluskan, lalu diayak menggunakan ayakan ukuran 200 dan 300 mesh. 30 g piropilit ukuran 300 mesh dikalsinasi pada suhu 300°C selama 5 jam dan dicuci



dengan 60 mL akuadem, setelah itu dikocok dengan pengocok elektrik dengan kecepatan 125 rpm selama 45 menit, kemudian disaring, endapan yang dihasilkan dipanaskan pada suhu 300°C selama 1 jam dan sampel siap digunakan.

3.5. Pembuatan larutan NaOH pH 13

NaOH yang sudah dipanaskan ditimbang sebanyak 40 gram, dan diencerkan dalam 1 L aquadem lalu didapatkan NaOH dengan konsentrasi 1 M dengan pH 14, dilanjutkan dengan pengenceran untuk mendapatkan pH 13 dengan cara memipet NaOH 1 M sebanyak 25 mL lalu diencerkan dalam 250 mL aquadem, dan didapatkan NaOH dengan pH 13.

3.6. Aktivasi Mineral Piropilit Nawangan dengan NaOH

Piropilit Nawangan yang sudah dipreparasi ditimbang sebanyak 12 g dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL, dan direndam dengan 120 mL larutan NaOH 0,1 M dengan pH 13. Selanjutnya dikocok menggunakan pengocok elektrik selama 1 jam dengan kecepatan 125 rpm, kemudian disentrifugasi selama 20 menit dengan kecepatan 300 rpm, selanjutnya didekantasi lalu dipanaskan pada suhu 100 °C selama 1 jam.

3.7 Pengaruh Waktu dan Perlakuan Mekanik Terhadap Tingkat Penggembungan Mineral Piropilit pH 7 dalam Akuadem

Piropilit ditimbang dengan berat satu (1) g dimasukkan ke dalam gelas ukur 10 mL, kemudian ditambahkan ke dalam 8 mL akuadem, setelah itu dilakukan pengadukan menggunakan sonikator selama 1 jam. Kemudian ditunggu proses penggembungan selama 24 jam dalam mL/g, 48 jam dalam mL/g dan 72 jam dalam mL/g, prosedur dilakukan secara triplo.

Setelah dilakukan prosedur penggembungan dengan pengadukan, selanjutnya dilakukan prosedur penggembungan tanpa sonikator, langkah pertama 1 g piropilit (piropilit aktivasi) dimasukkan ke dalam gelas ukur 10 mL, kemudian ditambahkan 8 mL akuadem, setelah itu ditunggu proses penggembungan selama 24 jam dalam mL/g, 48 jam dalam mL/g dan 72 jam dalam mL/g, prosedur tersebut diulangi secara triplo.

3.8 Pengaruh Waktu dan Perlakuan Mekanik Terhadap Tingkat Penggembungan Mineral Piropilit pH 7 dalam n-propanol

Piropilit yang sudah dilakukan dengan prosedur penggembungan dengan akuadem dilanjutkan dengan uji penggembungan dalam pelarut organik yaitu n-propanol, langkah pertama yang harus dilakukan adalah 1 g piropilit dimasukkan ke dalam gelas ukur 10 mL kemudian ditambahkan 8 mL n-propanol setelah itu dilakukan pengadukan menggunakan sonikator selama 1 jam, Kemudian, ditunggu proses penggembungan selama 24 jam dalam mL/g, 48 jam dalam mL/g dan 72 jam dalam mL/g, prosedur tersebut diulangi secara triplo.

Setelah dilakukan prosedur penggembungan dengan pengadukan, selanjutnya dilakukan prosedur penggembungan tanpa pengadukan, langkah pertama 1 g piropilit (piropilit aktivasi) masing-masing ditambahkan ke dalam gelas ukur 10 mL, kemudian ditambahkan 8 mL n-propanol, setelah itu ditunggu proses penggembungan selama 24 jam dalam mL/g, 48 jam dalam mL/g dan 72 jam dalam mL/g, prosedur tersebut diulangi secara triplo.

3.9 Pengaruh Waktu dan Perlakuan Mekanik Terhadap Tingkat Penggembungan Mineral Piropilit pH 13 dalam Akuadem

Piropilit yang sudah diaktivasi ditimbang dengan berat satu (1) g dimasukkan ke dalam gelas ukur 10 mL, kemudian ditambahkan ke dalam 8 mL akuadem, setelah itu dilakukan pengadukan menggunakan sonikator selama 1 jam. Kemudian ditunggu proses penggembungan selama 24 jam dalam mL/g, 48 jam dalam mL/g dan 72 jam dalam mL/g, prosedur dilakukan secara triplo.

Setelah dilakukan prosedur penggembungan dengan pengadukan, selanjutnya dilakukan prosedur penggembungan tanpa sonikator, langkah pertama 1 g piropilit dimasukkan ke dalam gelas ukur 10 mL, kemudian ditambahkan 8 mL akuadem, setelah itu ditunggu proses penggembungan selama 24 jam dalam mL/g, 48 jam dalam mL/g dan 72 jam dalam mL/g, prosedur tersebut diulangi secara triplo.



3.10 Pengaruh Waktu dan Perlakuan Mekanik Terhadap Tingkat Penggembungan Mineral Piropilit pH 13 dalam n-propanol

Piropilit yang sudah dilakukan dengan prosedur penggembungan dengan akuadems dilanjutkan dengan uji penggembungan dalam pelarut organik yaitu n-propanol, langkah pertama yang harus dilakukan adalah 1 g piropilit yang sudah diaktivasi dimasukkan ke dalam gelas ukur 10 mL kemudian ditambahkan 8 mL n-propanol setelah itu dilakukan pengadukan menggunakan sonikator selama 1 jam, Kemudian, ditunggu proses penggembungan selama 24 jam dalam mL/g, 48 jam dalam mL/g dan 72 jam dalam mL/g, prosedur tersebut diulangi secara triplo.

Setelah dilakukan prosedur penggembungan dengan pengadukan, selanjutnya dilakukan prosedur penggembungan tanpa pengadukan, langkah pertama 1 g piropilit (piropilit yang sudah diatur pH nya) masing-masing ditambahkan ke dalam gelas ukur 10 mL, kemudian ditambahkan 8 mL n-propanol, setelah itu ditunggu proses penggembungan selama 24 jam dalam mL/g, 48 jam dalam mL/g dan 72 jam dalam mL/g, prosedur tersebut diulangi secara triplo.

3.11 Perhitungan dengan Metode Foster

Metode Foster digunakan untuk mengetahui tingkat kapasitas penggembungan. Oleh karena itu, dilakukan perhitungan dengan Metode Foster dengan rumus sebagai berikut:

$$S.F = \frac{V_S - V_D}{V_D} \quad \text{Persamaan 3.11}$$

Keterangan:

SF = Swelling Foster ((mL/g)

V_S = Volume piropilit setelah penggembungan (mL)

V_D = Volume piropilit kering (mL)

3.12 Uji F (ANOVA)

Uji F atau ANOVA digunakan untuk mengetahui adanya perbedaan rata-rata pada data dengan menggunakan pembandingan standar nilai F.



Apabila setelah analisis menggunakan uji F ini terdapat perbedaan, maka dilakukan analisis lanjutan dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT). Pola analisis uji F disajikan pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Pola Analisis Uji F

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
A	Y11	Y13	Y14		
B					
C					
Total			Y12		

H_0 ditolak Jika $F_{hitung} > F_{tabel}$ dan menunjukkan terdapat perbedaan nyata perlakuan dan dilakukan uji Beda Nyata Terkecil (BNT).

3.13 Uji BNT (Beda Nyata Terkecil)

Uji BNT adalah uji statistika yang digunakan untuk mengetahui perbedaan rata-rata suatu data atau nilai tengah yang dihasilkan melalui persamaan dibawah ini :

$$BNT_{0,05} = t_{tabel} \left(\frac{\alpha}{2}, dbg \right) \frac{\sqrt{2} Ktg}{n}$$

Keterangan:

Ktg = kuadrat tengah galat yang diperoleh dari analisa ragam

α = taraf nyata

r = banyaknya pengulangan

t = nilai yang diperoleh dari tabel t-student pada taraf nyata(α)

Berdasarkan nilai uji BNT tersebut jika $BNT (.) < (XA - XB)$ menunjukkan adanya perbedaan dan jika $BNT (.) > (XA - XB)$ menunjukkan tidak adanya beda nyata.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Preparasi piropilit

Mineral piropilit dalam bentuk padatan ditumbuk untuk mendapatkan ukuran mineral yang lebih kecil. Serbuk piropilit diayak menggunakan ayakan 200 dan 300 mesh untuk mendapatkan sampel piropilit dengan ukuran 300 mesh, hal ini bertujuan agar setiap butiran piropilit mempunyai luas permukaan yang sama. Piropilit yang berukuran 300 mesh dikalsinasi pada suhu 300 °C selama 5 jam yang bertujuan untuk menghilangkan pengotor senyawa organik yang kemungkinan besar ada selama proses pembentukan mineral piropilit di alam. Ditambahkan dengan aquadem dengan perbandingan 1:2, hal tersebut bertujuan untuk menghilangkan semua Cl^- yang ada pada piropilit dan juga untuk melarutkan pengotor yang berbentuk oksida seperti CaO , MgO , K_2O , Na_2O , dan Fe_2O_3 [8].

4.2 Aktivasi Mineral Piropilit Nawangan dengan NaOH

Sampel piropilit yang sudah dipreparasi diaktivasi dengan menggunakan NaOH pH 13, tujuan dari aktivasi ini adalah untuk mengaktifkan situs-situs aktif yang ada pada piropilit dan melarutkan logam-logam yang mengisi ruang-ruang di dalam struktur piropilit sehingga pori-pori mineral piropilit lebih terbuka. Situs yang teraktifkan pada piropilit yaitu situs -O- pada lapisan silika dan situs -OH pada lapisan alumina [8].

Piropilit yang awalnya tidak bermuatan (dalam suasana netral) akan menjadi piropilit OH^- , adanya OH^- yang telah terikat dengan piropilit ditandai dengan naiknya % OH^- antara piropilit terkativasi dengan piropilit tanpa aktivasi. Selain itu aktivasi juga bertujuan untuk melarutkan pengotor yang berbentuk oksida seperti CaO , MgO , K_2O , Na_2O , dan Fe_2O_3 . NaOH digunakan untuk aktivasi karena sebagian besar pengotor pada piropilit khususnya oksida-oksida logam dapat larut. NaOH dalam larutan akan melepaskan OH^- , dimana OH^- tersebut akan mengaktifkan situs-situs pada piropilit sehingga dapat kereaktifannya [8]. Aktivasi ini dilakukan dengan



pengocokan agar setiap bagian sampel dapat kontak dengan larutan NaOH secara merata.

4.3 Pengaruh Waktu dan Perlakuan Mekanik Terhadap Tingkat Peggembungan Mineral Piroplit pH 7 dalam Aquadem

Mineral piropilit Nawangan Pacitan Jawa Timur mempunyai komposisi kimiawi sebagai berikut : SiO₂ (93,87%), Al₂O₃ (4,63%), MgO (13,67 ppm) CaO ((13,67 ppm) K₂O (106,67 ppm) , Na₂O (22,33) , Fe₂O₃ (153,33 ppm) [40].

Tabel 4.1 Data Hasil Uji penggembungan mineral piropilit 200-300 mesh pH 7 dalam aquadem dengan pengadukan dan tanpa pengadukan

Waktu Kontak (Jam)	Pengadukan				Tanpa Pengadukan			
	Swelling Foster (mL/g)			Rata-Rata Swelling Foster (mL/g)	Swelling Foster (mL/g)			Rata-Rata Swelling Foster (mL/g)
	1	2	3		1	2	3	
24	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0,06
48	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0,06
72	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0,06

Berdasarkan perhitungan statistik menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) pada taraf nyata 5% ($\alpha = 0,05$) pada penggembungan mineral piropilit 200-300 mesh pH 7 dalam aquadem dengan pengadukan dan tanpa pengadukan dapat diketahui bahwa nilai $F_{hitung} (0) < F_{tabel} (5,14)$ (dapat dilihat pada tabel Lampiran D.1 dan D.2), hal ini menunjukkan bahwa variasi waktu yang digunakan dalam proses penggembungan piropilit tidak berpengaruh pada tingkat penggembungan mineral piropilit.

Berdasarkan Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa terjadi penetapan nilai terhadap penggembungan piropilit yang menggunakan aquadem sebagai agen penggembung, hal ini menunjukkan bahwa ion-ion dari logam-logam oksida pada lapisan antar layer pada piropilit seperti CaO, MgO, K₂O, Na₂O, dan Fe₂O₃ berinteraksi

dengan H₂O dari akuadem membentuk ikatan hidrogen sehingga H₂O tidak mengisi ruang- ruang antar lapisan pada piropilit, hal ini menyebabkan jarak antar lapisan menjadi lebih kecil.

Pada Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa tingkat pengembungan pada mineral piropilit ukuran 200-300 mesh dengan pengadukan lebih kecil dibandingkan tanpa pengadukan, hal ini dikarenakan piropilit alam yaitu piropilit nawangan mengandung kation-kation diantaranya, air masuk ke dalam lapisan antar layer dan rongga TOT membawa keluar kation-kation tersebut dan mengalami proses hidrasi, di mana ion dikelilingi oleh molekul-molekul air yang tersusun dalam keadaan tertentu, proses tersebut membantu menstabilkan ion-ion dalam larutan dan mencegah kation untuk bergabung kembali dengan anion. Pada perlakuan ini menggunakan piropilit ukuran 200-300 mesh pH 7 yang mana alumina bersifat amfoter, silika larut dalam basa dan tidak menyebabkan rusaknya ikatan polimer dari piropilit. Hal itulah yang menyebabkan tingkat pengembungan piropilit dengan pengadukan lebih kecil dibandingkan tanpa pengadukan.

Namun dari kedua hasil tersebut menunjukkan bahwa piropilit ukuran 200-300 mesh dikategorikan sebagai piropilit yang tidak mengembang, hal ini dikarenakan tingkat pengembungan nya yang kurang 2 mL/g. Pengembungan dapat dibedakan menjadi 4 tingkat yaitu (1) tidak mengembang dengan ukuran 2 ml/g dari suatu mineral, (2) mengembang sedikit dengan ukuran 3-5 ml/g dari mineral, (3) mengembang menengah dengan ukuran 6-8 ml/g dari mineral, dan (4) mengembang sangat besar dengan ukuran lebih dari 8 ml/g dari mineral [22].

4.4 Pengaruh Waktu dan Perlakuan Mekanik Terhadap Tingkat Pengembungan Mineral Piropilit pH 7 dalam n-propanol

n-propanol dengan rumus molekul CH₃CH₂CH₂OH merupakan senyawa dengan titik didih 97,8°C, tingkat kepolaran dari n-propanol lebih kecil dibandingkan akuadem [31]. n-propanol digunakan sebagai gugus fungsi untuk mengaktifkan sisi piropilit.



Tabel 4.2 Data Hasil Uji pengembungan mineral piropilit 200-300 mesh pH 7 dalam n- propanol dengan pengadukan dan tanpa pengadukan

Waktu Kontak (Jam)	Pengadukan				Tanpa Pengadukan			
	Swelling Foster (mL/g)			Rata-Rata Swelling Foster (mL/g)	Swelling Foster (mL/g)			Rata-Rata Swelling Foster (mL/g)
	1	2	3		1	2	3	
24	1,6	1,6	1,4	1,53	0,8	0,8	0,8	0,8
48	1,4	1,6	1,4	1,47	0,8	0,8	0,8	0,8
72	1,4	1,6	1,4	1,47	0,8	0,8	0,7	0,76

Pada Tabel 4.2 hasil perhitungan statistik menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) pada taraf nyata 5% ($\alpha = 0,05$) pada pengembungan mineral piropilit 200-300 mesh pH 7 dalam n- propanol dengan pengadukan dapat diketahui bahwa nilai $F_{hitung} (0,04) < F_{tabel} (5,14)$ (dapat dilihat pada tabel Lampiran D.3), hal ini menunjukkan bahwa variasi waktu yang digunakan dalam proses pengembungan tidak berpengaruh pada tingkat pengembungan mineral piropilit. Pada pengembungan mineral piropilit 200-300 mesh pH 7 dalam n- propanol tanpa pengadukan dapat diketahui bahwa nilai $F_{hitung} (11,23) > F_{tabel} (5,14)$ (dapat dilihat pada tabel Lampiran D.4) hal ini menunjukkan bahwa variasi waktu yang digunakan dalam proses pengembungan berpengaruh pada tingkat pengembungan mineral piropilit.

Berdasarkan Tabel 4.2 dapat diketahui bahwa tingkat pengembungan paling besar terjadi dalam waktu 24 jam sedangkan dalam waktu 48 dan 72 jam terjadi tingkat pengembungan yang relatif stabil. Namun dari kedua hasil tersebut menunjukkan bahwa piropilit ukuran 200-300 mesh dengan pengadukan dikategorikan sebagai piropilit yang mengembung hal ini dikarenakan tingkat pengembungan yang lebih dari 2 mL/g dan piropilit ukuran 200-300 mesh tanpa pengadukan dikategorikan sebagai piropilit yang

tidak mengembang, hal ini dikarenakan tingkat pengembangannya yang kurang 2 mL/g. Pengembangan dapat dibedakan menjadi 4 tingkat yaitu (1) tidak mengembang dengan ukuran 2 ml/g dari suatu mineral, (2) mengembang sedikit dengan ukuran 3-5 ml/g dari mineral, (3) mengembang menengah dengan ukuran 6-8 ml/g dari mineral, dan (4) mengembang sangat besar dengan ukuran lebih dari 8 ml/g dari mineral [22].

Rata-rata tingkat pengembangan pada mineral piropilit dengan pengadukan lebih besar dibandingkan tanpa pengadukan, hal ini juga menunjukkan bahwa faktor pengadukan berpengaruh terhadap tingkat pengembangan piropilit, karena pada fase cairan yang berisi adsorben yang diam (tanpa pengadukan) menyebabkan difusi melalui permukaan akan lambat. Perlu dilakukan pencocokan untuk mempercepat proses adsorpsi, prinsip ini juga sama dengan proses pengembangan [45]. Piropilit dengan pengadukan yang menggunakan metode sonikasi untuk membentuk kontak antara n-propanol dengan piropilit yang menggunakan sonikator sebagai mesin pengaduk tetapi dengan gelombang ultrasound mampu meningkatkan sifat pengembangan piropilit, mempercepat terjadinya reaksi antara piropilit dengan n-propanol dan meningkatkan nilai pengembangan karena sering terjadinya tumbukan yang intensif.

Pada pengembangan mineral piropilit dengan senyawa organik yaitu n-propanol terjadi reaksi antara Si-O-Si dengan $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ sehingga menghasilkan $\text{Si-O-CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ dan menyebabkan pengembangan pada lapisan antar layer [30].

4.5 Pengaruh Waktu dan Perlakuan Mekanik Terhadap Tingkat Pengembangan Mineral Piropilit pH 13 dalam Aquadem

Mineral piropilit Nawangan Pacitan Jawa Timur mempunyai komposisi kimiawi sebagai berikut : SiO_2 (93,87%), Al_2O_3 (4,63%), MgO (13,67 ppm) CaO ((13,67 ppm) K_2O (106,67 ppm) , Na_2O (22,33) , Fe_2O_3 (153,33 ppm) [40].



Tabel 4.3 Data Hasil Uji pengembungan mineral piropilit 200-300 mesh pH 13 dalam aquadem dengan pengadukan dan tanpa pengadukan

Waktu Kontak (Jam)	Pengadukan				Tanpa Pengadukan			
	Swelling Foster (mL/g)			Rata-Rata Swelling Foster (mL/g)	Swelling Foster (mL/g)			Rata-Rata Swelling Foster (mL/g)
	1	2	3		1	2	3	
24	0	0	0	0	0,1	0,2	0,1	0,1
48	0	0	0	0	0,1	0,2	0,1	0,2
72	0	0	0	0	0,1	0,2	0,1	0,1

Berdasarkan perhitungan statistik menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) pada taraf nyata 5% ($\alpha = 0,05$) pengembungan mineral piropilit 200-300 mesh pH 13 dalam aquadem dengan pengadukan dapat diketahui bahwa nilai $F_{hitung} (0) < F_{tabel} (5,14)$ (dapat dilihat pada tabel Lampiran D.5), dan pada pengembungan mineral piropilit dalam n- propanol tanpa pengadukan dapat diketahui bahwa nilai $F_{hitung} (1) < F_{tabel} (5,14)$ (dapat dilihat pada tabel Lampiran D.6) hal ini menunjukkan bahwa variasi waktu yang digunakan dalam proses pengembungan piropilit tidak berpengaruh pada tingkat pengembungan mineral piropilit.

Berdasarkan Tabel 4.3 dapat dilihat bahwa terjadi penetapan nilai terhadap pengembungan piropilit, hal ini menunjukkan bahwa ion- ion dari logam-logam oksida pada lapisan antar layer pada piropilit seperti CaO , MgO , K_2O , Na_2O , dan Fe_2O_3 berinteraksi dengan H_2O dari akuadem membentuk ikatan hidrogen sehingga H_2O tidak mengisi ruang- ruang antar lapisan pada piropilit, hal ini menyebabkan jarak antar lapisan menjadi lebih kecil.

Pada Tabel 4.3 dapat dilihat bahwa tingkat pengembungan pada mineral piropilit ukuran 200-300 mesh dengan pengadukan lebih kecil dibanding tanpa pengadukan, hal ini karena piropilit alam yaitu piropilit nawangan mengandung kation-kation diantaranya , air

masuk ke dalam lapisan antar layer dan rongga TOT membawa keluar kation-kation tersebut dan mengalami proses hidrasi, di mana ion dikelilingi oleh molekul-molekul air yang tersusun dalam keadaan tertentu, proses tersebut membantu menstabilkan ion-ion dalam larutan dan mencegah kation untuk bergabung kembali dengan anion. Pada perlakuan ini menggunakan piropilit ukuran 200-300 mesh pH 13 yang mana alumina bersifat amfoter, silika larut dalam basa dan tidak menyebabkan rusaknya ikatan polimer dari piropilit.

Pada tabel 4.3 dapat dilihat bahwa tingkat penggembungan pada mineral piropilit ukuran 200-300 mesh pH 13 lebih sedikit mengembang dibandingkan piropilit pH 7 tanpa pengadukan (tabel 4.1) , hal itu dikarenakan piropilit yang sudah diaktivasi dengan NaOH yang bertujuan untuk mengaktifkan situs- situs aktif yang ada pada piropilit dan melarutkan logam-logam yang mengisi ruang-ruang di dalam struktur piropilit sehingga pori-pori mineral piropilit lebih terbuka.

Namun dari kedua hasil tersebut menunjukkan bahwa piropilit ukuran 200-300 mesh dikategorikan sebagai piropilit yang tidak mengembang, hal ini dikarenakan tingkat penggembungannya yang kurang 2 mL/g. Penggembungan dapat dibedakan menjadi 4 tingkat yaitu (1) tidak mengembang dengan ukuran 2 ml/g dari suatu mineral, (2) mengembang sedikit dengan ukuran 3-5 ml/g dari mineral, (3) mengembang menengah dengan ukuran 6-8 ml/g dari mineral, dan (4) mengembang sangat besar dengan ukuran lebih dari 8 ml/g dari mineral [22].

4.6 Pengaruh Waktu dan Perlakuan Mekanik Terhadap Tingkat Penggembungan Mineral Piropilit pH 13 dalam n-propanol

n-propanol dengan rumus kimia $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ merupakan senyawa dengan titik didih sebesar $97,8^\circ\text{C}$. Tingkat kepolaran dari n-propanol lebih kecil dibandingkan akuadem [31].

n-propanol digunakan sebagai gugus fungsi untuk mengaktifkan sisi piropilit.



Tabel 4.4 Data Hasil Uji pengembangan mineral piropilit 200-300 mesh pH 13 dalam n- propanol dengan pengadukan dan tanpa pengadukan

Waktu Kontak (Jam)	Pengadukan				Tanpa Pengadukan			
	Swelling Foster (mL/g)			Rata-Rata Swelling Foster (mL/g)	Swelling Foster (mL/g)			Rata-Rata Swelling Foster (mL/g)
	1	2	3		1	2	3	
24	3,3	3,5	3,5	3,43	1,1	1,2	1,1	1,13
48	3,3	3,5	3,5	3,43	1	1	1	1
72	3,4	3,5	3,3	3,4	1	0,9	1	0,96

Berdasarkan perhitungan statistik menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) pada taraf nyata 5% ($\alpha = 0,05$) pada pengembangan mineral piropilit 200-300 mesh pH 13 dalam n-propanol dengan pengadukan dapat diketahui bahwa nilai F_{hitung} ($0,00 < F_{tabel}$ (5,14) (dapat dilihat pada tabel Lampiran D.7), dan pada pengembangan mineral piropilit 200-300 mesh pH 13 dalam n-propanol tanpa pengadukan dapat diketahui bahwa nilai F_{hitung} ($0,01 < F_{tabel}$ (5,14) (dapat dilihat pada tabel Lampiran D.8), hal ini menunjukkan bahwa variasi waktu yang digunakan dalam proses pengembangan piropilit tidak berpengaruh pada tingkat pengembangan mineral piropilit.

Piropilit pH 13 dalam n-propanol baik dengan pengadukan maupun tanpa pengadukan memiliki nilai pengembangan yang lebih besar dibandingkan dengan Piropilit pH 7 dalam n-propanol hal itu dikarenakan piropilit yang digunakan ialah piropilit yang sudah diaktivasi dengan NaOH. Aktivasi pada piropilit bertujuan untuk mengaktifkan situs- situs aktif yang ada pada piropilit dan melarutkan logam-logam yang mengisi ruang-ruang di dalam struktur piropilit sehingga pori-pori mineral piropilit lebih terbuka. n-propanol juga merupakan agen pengembang senyawa organik terbaik



dibandingkan etanol, metanol, dan butanol yang berfungsi untuk mengaktifkan sisi piropilit.

Pada Tabel 4.4 dapat dilihat bahwa tingkat penggembungan pada mineral piropilit ukuran 200-300 mesh dengan pengadukan lebih besar dibandingkan tanpa pengadukan hal ini disebabkan oleh Piropilit dengan pengadukan yang menggunakan metode sonikasi untuk membentuk kontak antara n-propanol dengan piropilit yang menggunakan sonikator sebagai mesin pengaduk tetapi dengan gelombang ultrasound mampu meningkatkan sifat penggembungan piropilit, mempercepat terjadinya reaksi antara piropilit dengan n-propanol dan meningkatkan nilai penggembungan karena sering terjadinya tumbukan yang intensif.

Dari kedua hasil tersebut menunjukkan bahwa piropilit ukuran 200-300 mesh dalam n-propanol baik pengadukan maupun tanpa pengadukan dikategorikan sebagai piropilit yang mengembang, hal ini dikarenakan tingkat penggembungan nya yang lebih dari 2 mL/g. Penggembungan dapat dibedakan menjadi 4 tingkat yaitu (1) tidak mengembang dengan ukuran 2 ml/g dari suatu mineral, (2) mengembang sedikit dengan ukuran 3-5 ml/g dari mineral, (3) mengembang menengah dengan ukuran 6-8 ml/g dari mineral, dan (4) mengembang sangat besar dengan ukuran lebih dari 8 ml/g dari mineral [22]

Perbandingan tingkat penggembungan pada piropilit pH 7 dan pH 13 ukuran 200-300 mesh dengan dan tanpa pengadukan di dalam n-propanol rata-rata lebih besar jika dibandingkan di dalam akuadem yang mengandung H₂O, hal ini dikarenakan terjadi reaksi antara Si-O-Si dengan CH₃CH₂CH₂OH sehingga menghasilkan Si-O-CH₂CH₂CH₃ dan menyebabkan penggembungan pada lapisan antar layer, dari kedua hasil tersebut menunjukkan bahwa piropilit di dalam akuadem dikategorikan sebagai piropilit yang tidak mengembang hal ini dikarenakan tingkat penggembungannya yang kurang dari 2 mL/g, sedangkan piropilit di dalam n-propanol pH 13 dengan pengadukan dikategorikan sebagai piropilit yang mengembang hal ini dikarenakan tingkat penggembungannya yang lebih dari 2 mL/g. Secara keseluruhan piropilit sangat baik jika digunakan sebagai bahan infrastruktur dikarenakan nilai penggembungan piropilit yang kurang dari 2 mL/g.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa :

1. pH berpengaruh terhadap tingkat pengembungan mineral piropilit Nawangan baik dengan pengadukan maupun tanpa pengadukan.
2. Nilai faktor pengembungan yang dimiliki oleh piropilit Nawangan dalam n-propanol menunjukkan bahwa piropilit mengembang jika menggunakan n-propanol sebagai agen pengembang.
3. Hasil paling maksimum pada pengembungan piropilit Nawangan adalah pengembungan pada piropilit pH 13 dalam n-propanol dengan pengadukan yaitu sebesar 3,5 mL/g. Waktu kontak tidak berpengaruh terhadap tingkat pengembungan piropilit karena $F_{hitung} < F_{tabel}$.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai karakterisasi menggunakan Spektrofotometer FT-IR (*Fourier- Transform Infrared Spectroscopy*).
2. Perlu dilakukan aktivasi mineral Piropilit Nawangan menggunakan larutan asam yaitu HCl dan pengaruhnya terhadap senyawa polar pada nilai swelling factor

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Mutrofin, S., Susilo, A., dan Setianingsih, T., 2005. *Karakterisasi Mineral Piropilit Alam sumbermanjing malang selatan*. Jurnal Penelitian Universitas Brawijaya, Laporan Penelitian, Biaya Dana DPP/SPP, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- [2]. Wati, F.N., 2006, *Karakterisasi Piropilit Alam Nawangan Pacitan Jawa Timur*, Skripsi, Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Brawijaya, Malang.
- [3]. Liu, X and Mingjun, B., 2016, *Effect of Chemical Composition on the Surface Charge Property and Flotation Behaviour of Pyrophyllite Particels*, Advanced Powder Technology, 836-841.
- [4]. Gatta, G.D. 2014. *Elastic Behaviour and Phase Stability of Pyrophyllite and Talc at High Pressure and Temperature*, Journal of Phis Chem Minerals.
- [5]. Grant, J., 1972, *Hackh's Chemical Dictionary, 4th edition*, McGraw-Hill, Inc., United State of America.
- [6]. Kurniadi, A., Mutrofin S., Ambarwati, L., 2009, *Konstruksi Perkerasan HRS (Hot Rolled Sheet) Yang Tahan Hujan Berpolutan dengan Menggunakan Piropilit*. Laporan Penelitian Hibah Kompetitif Sesuai Prioritas Nasional Batch II.
- [7]. Hamdallah Bearat, Micheal J. McKelvy, Andrew V.G, Renu Sharma, dan Ray W. Carpenter. 2002, *Magnesium Hydroxide Dehydroxylation Carbonation Reaction Processes ; Implication for Carbon Dioxide Mineral Sequestration*, Journal of The American Ceramic Society, 85, 742-748
- [8]. Keren dan Spark. 1994. *Equilibrium and Kinetics Of Borate Adsorption Desorption On Pyrophilite In Aqueous Suspensions*. Soil Science Society Of America Journal, No.58: 1116-1122.
- [9]. Essington, M.E., 2015, *Soil and Water Chemistry*, CRC Press, Taylor and Francis Group.
- [10]. Dear, W.A., Awie, R.A and Zussman, J. 1992. *An Introduction To The Rockforming Minerals*. 2nd Ed, Pearson Prentice Hall, Harlow, England, Pp.46-50



- [11]. Wang, L., Zhang, M., Redfern S.A.T., 2003. *Infrared Study of Co₂ incorporation into pyrophyllite (Al₂Si₄O₁₀)₂ During Dihydroxylation*, Journal Of The Clay Minerals Society, 50, 439-444
- [12]. Prof. Dr. Dachriyanus. 2004. *Analisis Struktur Senyawa Organik Secara Spektroskopi*. Lembaga Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LPTIK) Universitas Andalas
- [13]. Kogel J.E., Trivedi N., Barker, J.M. & Krukowski S.T. 2006, *Industrial Minerals and Rocks*, Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc, United States of America
- [14]. Diah Ayu, 2018. *Pengaruh Penggunaan Material Pyrophyllite Sebagai Cementitious Dengan Aktivator H₂S₀₄ Pada Kuat Tekan Dan Absorpsi Mortar*. Faculty of Engineering Department of Civil Engineering (22201).
- [15]. Mutrofin, S. 2006. *Aktifasi Dengan HCl dan Kalsinasi Terhadap Mineral Piropilit Sumbermanjing, Malang Selatan dalam Upaya Meningkatkan Prospeknya Sebagai Adsorben Anion*, Fakultas MIPA, Teknik Kimia, Universitas Brawijaya, Malang.
- [16]. Fuerstenau, M.C., Graeme J., and Roe H.Y., 2007, *Froth Flotation A Century of Innovation*, Society For Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc, United States of America
- [17]. Okagbue; 1990. *Expansive Soils In Engineering Construction: a review of practices*, Mining and Geology Journal, 2, 123–129.
- [18]. Ene and Okagbuea; 2009. *Some basic geotechnical properties of expansive soil modified using pyroclastic dust*, Engineering Geology Journal, 107, 61-65.
- [19]. Farooq, K; 1996. *Engineering Characteristics of Expansive Soils in Pakistan*, M.Sc. Thesis, University of Engineering and Technology, Lahore, Pakistan.
- [20]. Theng B.K.G., 1979, *Formation and Properties of Clay Polymer Complexes*, Elsevier Scientific, Amsterdam, The Netherlands.
- [21]. Anggoro, Rio. 2013. *Pengaruh Penambahan Fly Ash Pada Tanah Lempung Ekspansif Bojonegoro Terhadap Nilai CBR dan Swelling*. Skripsi Program Studi Sarjana pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. Malang

- [22]. Apemiye, M.A., and Chidi O., 2017, *Foster Swelling Capacity and Sorption Dynamics of Unmodified Sodium and HDTMA-Modified Bentonite for Hydrocarbons and Water*, Journal of Scientific and Engineering Research.
- [23]. Sharifipour, M., Nakhaee A., Pourafshary P., 2018, *Model Development of Permeability Impairment due to Clay Swelling in Porous Media Using Micromodels*, Journal of Petroleum Science and Engineering.
- [24]. Bukunmi Akinwunmi, Linlin Sun, Janne T. Hirvia, Seppo Kasa, Tapani A. Pakkanen M & Kruswoki S.T. 2018, *Influence of Temperature on the Swelling Pressure of Bentonite Clay*, Chemical Physics, 177- 181
- [25]. Ertekin, Y., 1991. *Measurement of lateral swell pressure with thin wall oedometer technique*. MSc. Thesis, Middle East Technical University, Ankara, Turkey
- [26]. El- Sohby, M.A. and A. R. El-Sayed (1983). *Mineralogy and swelling of expansive clayey soils*. Geotechnical Engineering, Vol. 14, pp.79-87
- [27]. Ong wang, Yi Lu, Qiao Feng, Faming Zhang, Changqing Qi, Jihong Wei, and Debi Prasanna Kanungo. 2017, *Effect of Polyvinyl Acetate Stabilization on the Swelling – Shrinkage Properties of Expansive Soil*, Research Article.
- [28]. Chairunnisa, Hartati. 2011. *Derajat Keasaman Dan Karakteristik Organoleptik Produk Fermentasi Susu Kambing Kuramayang Dinokulasikan Berbagai Kombinasi Startet Bakteri Asam Laktat*. Jurnal Ilmu Ternak, Vol.NO.1,49-52
- [29]. Sax, N.I. and R. jr Lewis. 1987. *Howley's Condensed Chemical Dictionary*. Van Nostrand Reinhold, New York Pp:133
- [30]. Bergaya, F., and Lagaly, G., 2013, *Handbook Of Clay Science*, Elsevier, Ltd., Oxford.
- [31]. Scienlab. 2013. *Lembar Data Keselamatan N- Propanol*. Wwww Scienlab.Com. Diakses Pada Tanggal 1 Februari 2020
- [32]. Yusuf Wibisono ,STP.,Msc.,Ph.D.2017. *Biomaterial dan Produk*. Malang : UB media



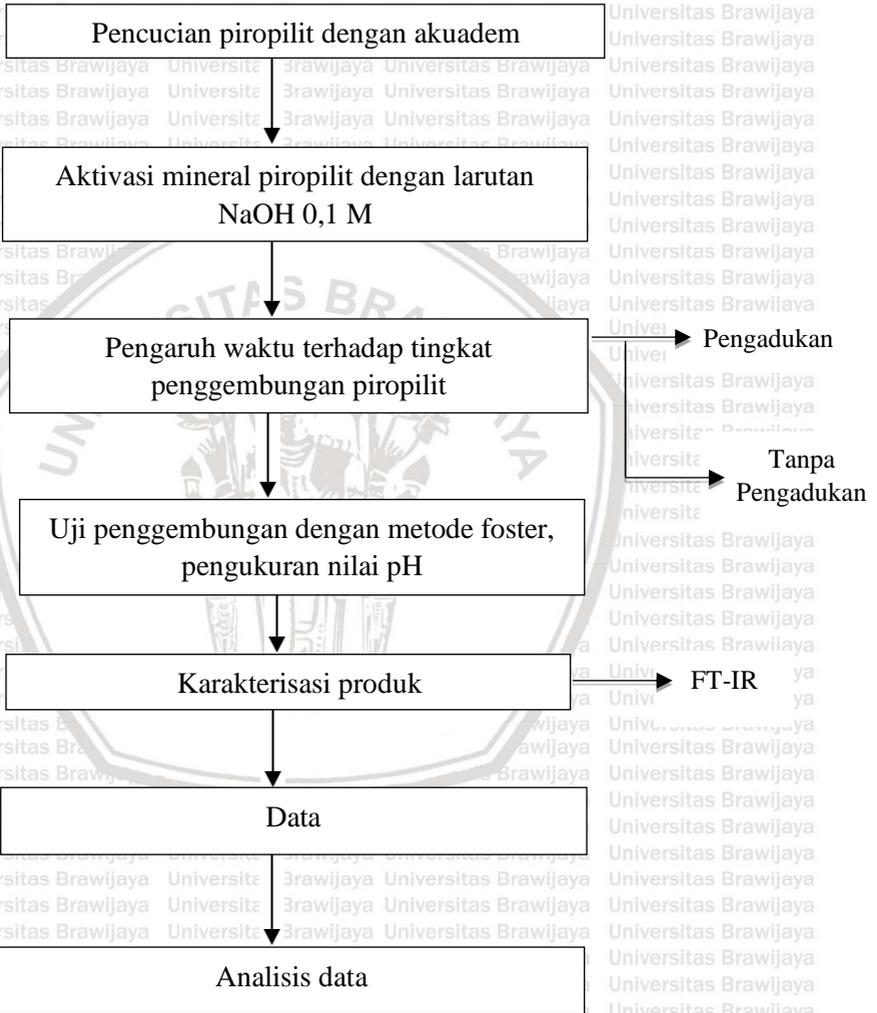
- [33]. Stuart, B., 2004, *Infrared Spectroscopy: Fundamental and Applications*, John Wiley & Sons, Ltd, France.
- [34]. Anam, C., Sirojudin, dan Firdausi, K. S., 2007, *Analisis Gugus Fungsi pada Sampel Uji, Bensin dan Spiritus Menggunakan Metode Spektroskopi FTIR*, Berkala Fisika, 10(1), 79-85.
- [35]. Sudjadi. 1983. *Penentuan Struktur Senyawa Organik*. Ghalia Indonesia, Jakarta.
- [36]. Mutrofin, S., Setianingsih, T., Wati, F.N., Purwonugroho., 2017, *Physical-chemistry of Nawangan's pyrophyllite and its prospective as environmental friendly geopolymer materials*, Journal of Materials Science and Engineering
- [37]. Paluszkiwicz, C, M Holtzer, A. Bobrowski, 2008, *FTIR Analysis of Bentonit in Moulding Sands*, Journal of Molecular Structur
- [38]. Liu, X and Mingjun, 2017, *Effect of Polyvinyl Acetate Stabilization on the Swelling – Shrinkage Properties of Expansive Soil*, Research Article.
- [39]. Powell, D. 1998. *Pyrophyllite*. [Http://Www.Mii.Org/- Minerals Hototalc. Html](http://www.mii.org/-minerals-hototalc.html), Diakses Pada Tanggal 22 September 2019
- [40]. Wati, F.N., 2006, *Karakterisasi Pirofilit Alam Nawangan Pacitan Jawa Timur*, Skripsi, Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Brawijaya, Malang.
- [41]. Chesworth, Ward, 2008, *Encyclopedia of Soil Science*, University of Guelph, Canada
- [42]. Agus Dwi Anggoro. 2005. *Prediksi Shrinkage Untuk Menghindari Cacat Produk Pada Plastic Injection*. Surakarta: VL 6 DO - 10.23917/mesin.v6i2.2895 JO - Media Mesin ER
- [43]. Juliana Anggono., *Penyusutan Dan Densifikasi Keramik Alumina: Perbandingan Antara Hasil Proses Slip Casting Dengan Reaction Bonding*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Kristen Petra
- [44]. Muhammad Ghilman Badri. 2014. *Sifat Mekanik Dan Cacat Penyusutan (Shrinkage) Akibat Variasi Komposisi Campuran Daur Ulang Polyethylene Pada Injection Moulding*. Jember : Jurnal Rotor Teknik Mesin Universtas Jember
- [45]. Sawyer, C., N., and Mc arty, P. L., 1987, *Chemistry for Engineering*, 3rd edition, Mc. Graw Hill, Kogakusha Ltd, Tokyo.

- [46]. Flanigen, E.M., Katami, H. & Herman , A.Z., 1976, *Molecular Sieve : infrared structural studies of zeolite framework* , American society advanced in chemistry series No. 101, Washington D. C, pp. 35-38
- [47]. Zaimahwati, Yuniati and Jalal, Ramzi and Zhafiri, Syahman and Yetri, Yuli. 2018. *Isolasi Dan Karakterisasi Bentonit Alam Menjadi Nanopartikel Monmorillonit*. Vol 3 No. 1 (2018) 12-18. <http://ejournal.kopertis10.or.id/index-php/katalisator>.



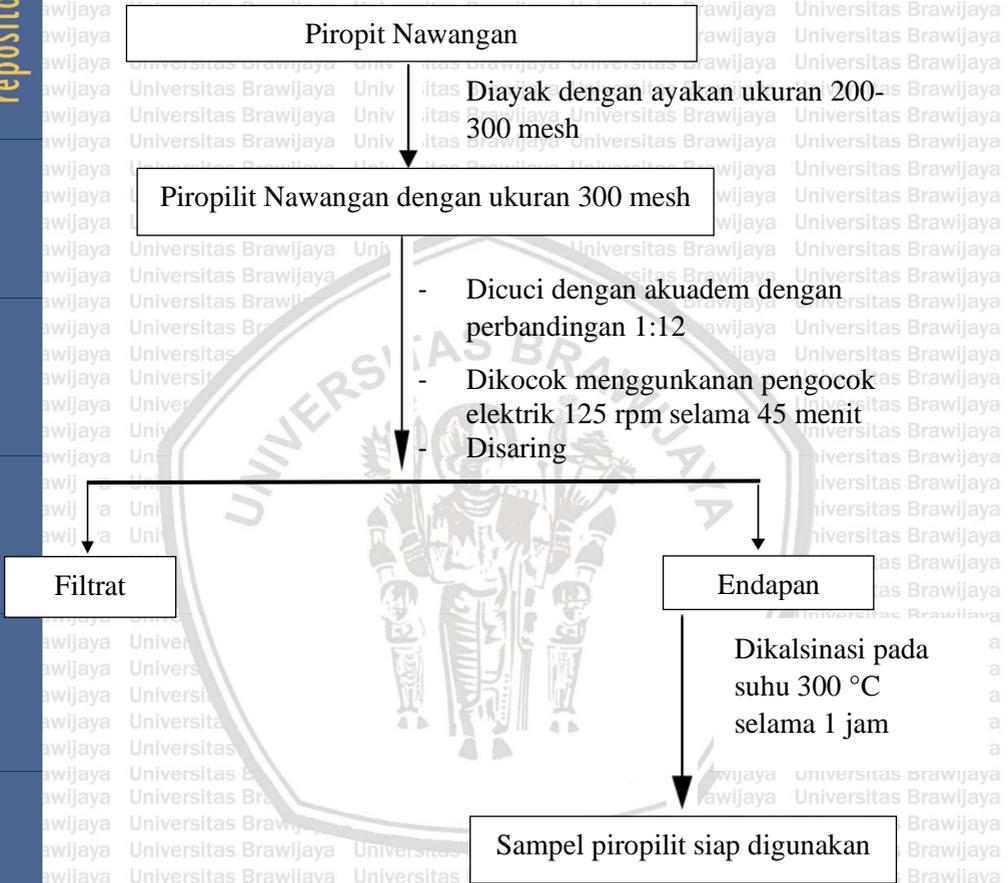
LAMPIRAN

LAMPIRAN A. Diagram Alur Penelitian

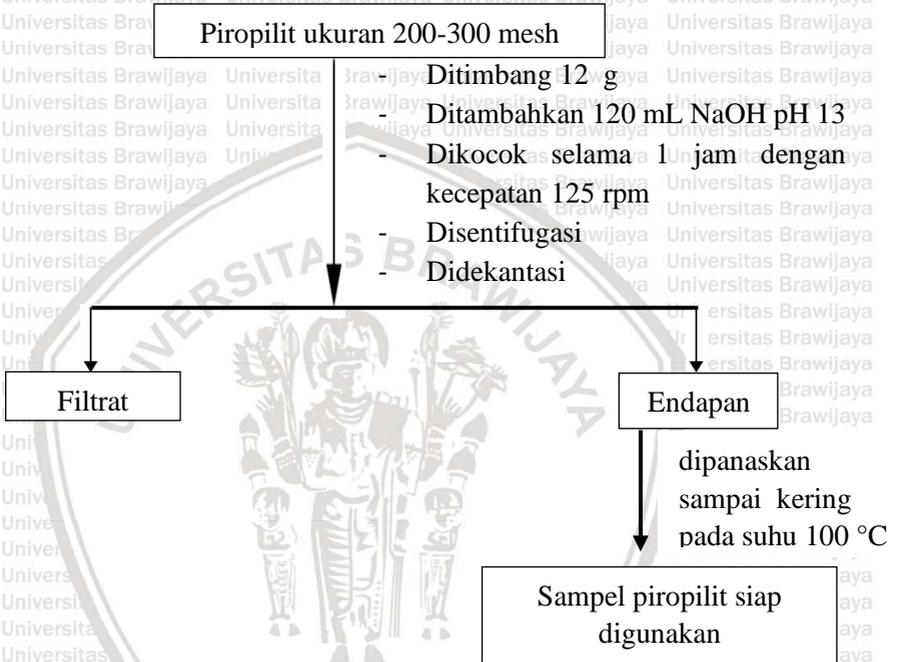


Lampiran B. Diagram Alir

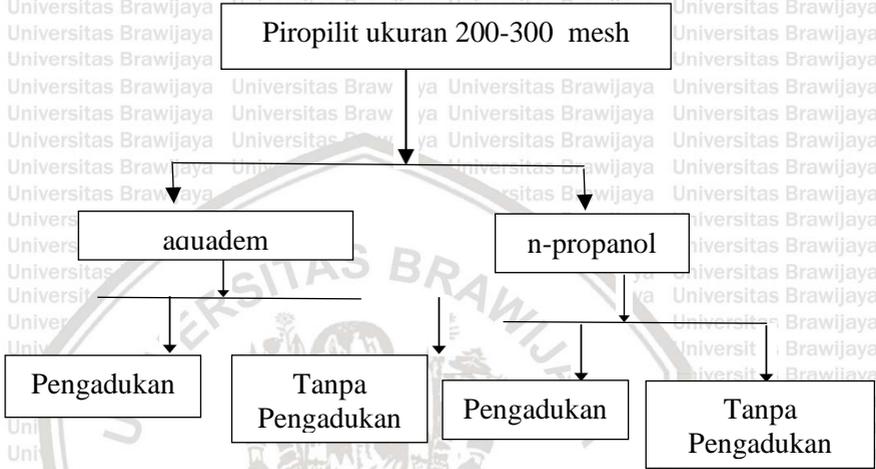
B.1 Pencucian Piropilit ukuran 200-300 Mesh



B.2 Aktivasi mineral piropilit nawangan menggunakan larutan NaOH 0,1 M



B.3 Pengaruh Waktu Terhadap Tingkat Pengembangan Mineral Piropilit



B.4 Pengembangan Piropilit dalam Akuadem tanpa Pengadukan

1 g piropilit ukuran 200-300 mesh

- Ditambahkan ke dalam gelas ukur 10 mL
- Ditambahkan 8 mL akuadem
- Ditunggu proses pengembangan masing-masing selama 24 jam, 48 jam, dan 72 jam
- Dilakukan perhitungan dengan metode foster
- Dilakukan secara triplo

Piropilit yang mengembang dalam 24 jam

Piropilit yang mengembang dalam 48 jam

Piropilit yang mengembang dalam 72 jam

B.5 Pengembangan Piropilit dalam Akuadem dengan Pengadukan

1 g piropilit ukuran 200-300 mesh

- Ditambahkan ke dalam gelas ukur 10 mL
- Ditambahkan 8 mL akuadem
- Dikocok selama 1 jam menggunakan sonikator
- Ditunggu proses pengembangan masing-masing selama 24 jam, 48 jam, dan 72 jam
- Dilakukan secara triplo

Piropilit yang mengembang dalam 24 jam

Piropilit yang mengembang dalam 48 jam

Piropilit yang mengembang dalam 72 jam



B.6 Penggembungan Piropilit dalam n-propanol tanpa Pengadukan

1 g piropilit ukuran 200-300 mesh

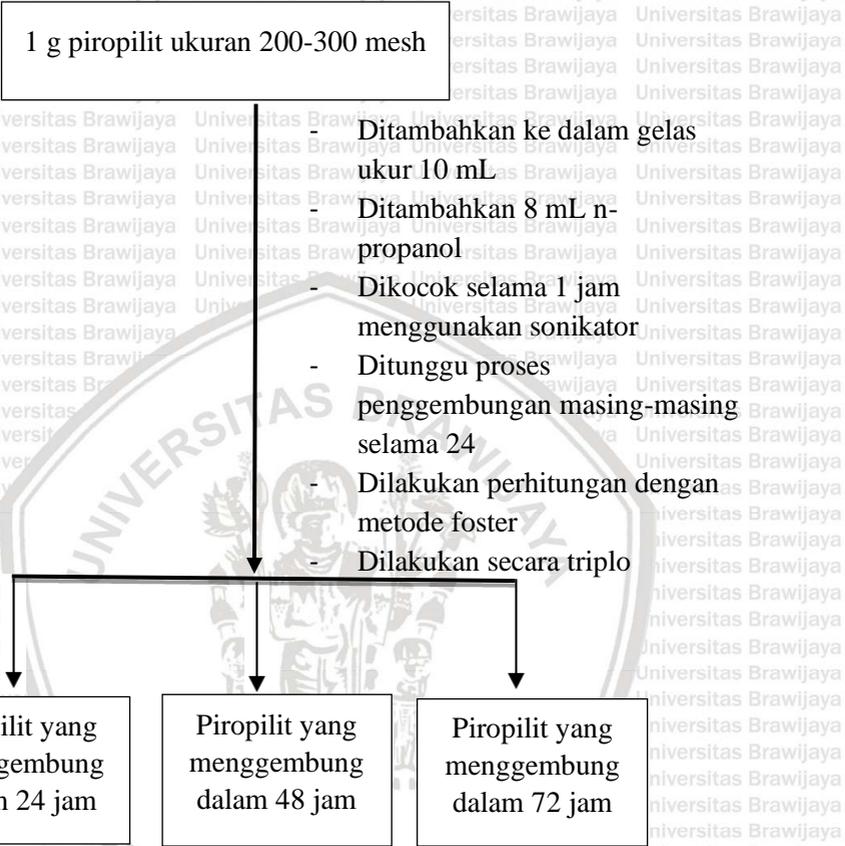
- Ditambahkan ke dalam gelas ukur 10 mL
- Ditambahkan 8 mL n-propanol
- Ditunggu proses penggembungan masing-masing selama 24
- Dilakukan perhitungan dengan metode foster
- Dilakukan secara triplo

Piropilit yang mengembang dalam 24 jam

Piropilit yang mengembang dalam 48 jam

Piropilit yang mengembang dalam 72 jam

B.7 Pengembangan Piropilit dalam n-propanol dengan Pengadukan



B.8 Membuat Larutan NaOH pH 13 dari NaOH 1 M pH 14

$$M = \frac{n}{v}$$

$$1M = \frac{n}{1L}$$

n = 1 mol dalam 1 L

$$n = \frac{m}{mr}$$

$$1 \text{ mol} = \frac{m}{40}$$

$$m = 40 \text{ g}$$

$$pH = 13$$

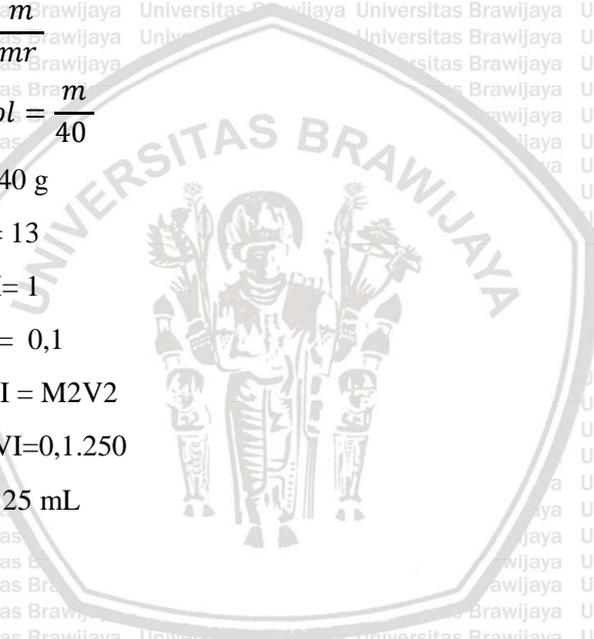
$$POH = 1$$

$$OH = 0,1$$

$$MIVI = M2V2$$

$$1M.VI = 0,1.250$$

$$VI = 25 \text{ mL}$$



Lampiran C. Data Hasil Penelitian

C.1 Pengembangan mineral piropilit pH 7 dalam aquadem dengan pengadukan dan tanpa pengadukan

Waktu Kontak (Jam)	Pengadukan				Tanpa Pengadukan			
	Swelling Foster (mL/g)			Rata-Rata Swelling Foster (mL/g)	Swelling Foster (mL/g)			Rata-Rata Swelling Foster (mL/g)
	1	2	3		1	2	3	
24	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0,06
48	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0,06
72	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0,06

C.2 Pengembangan mineral piropilit pH 7 dalam n-propanol dengan pengadukan dan tanpa pengadukan

Waktu Kontak (Jam)	Pengadukan				Tanpa Pengadukan			
	Swelling Foster (mL/g)			Rata-Rata Swelling Foster (mL/g)	Swelling Foster (mL/g)			Rata-Rata Swelling Foster (mL/g)
	1	2	3		1	2	3	
24	1,6	1,6	1,4	1,53	0,8	0,8	0,8	0,8
48	1,4	1,6	1,4	1,47	0,8	0,8	0,8	0,8
72	1,4	1,6	1,4	1,47	0,8	0,8	0,7	0,76



C.3 Pengembangan mineral piropilit pH 13 dalam aquadem dengan pengadukan dan tanpa pengadukan

Waktu Kontak (Jam)	Pengadukan				Tanpa Pengadukan			
	Swelling Foster (mL/g)			Rata-Rata Swelling Foster (mL/g)	Swelling Foster (mL/g)			Rata-Rata Swelling Foster (mL/g)
	1	2	3		1	2	3	
24	0	0	0	0	0,1	0,2	0,1	0,1
48	0	0	0	0	0,1	0,2	0,1	0,1
72	0	0	0	0	0,1	0,2	0,1	0,1

C.4 Pengembangan mineral piropilit pH 13 dalam n-propanol dengan pengadukan dan tanpa pengadukan

Waktu Kontak (Jam)	Pengadukan				Tanpa Pengadukan			
	Swelling Foster (mL/g)			Rata-Rata Swelling Foster (mL/g)	Swelling Foster (mL/g)			Rata-Rata Swelling Foster (mL/g)
	1	2	3		1	2	3	
24	3,3	3,5	3,5	3,43	1,1	1,2	1,1	1,13
48	3,3	3,5	3,5	3,43	1	1	1	1
72	3,4	3,5	3,3	3,4	1	0,9	1	0,96



Lampiran D. Data Hasil Penelitian Uji Statistika

Tabel D.1 Uji Pengaruh Waktu Pada Penggembungan Mineral Piropilit 200-300 Mesh pH 7 dalam Aquadem dengan Pengadukan

Sumber Variasi	JK	Db	KT	F Hitung	F Tabel 0,05
Perlakuan	0	2	0	0	5,14
Galat	0	6	0		
Total	0	8			

Tabel D.2 Uji Pengaruh Waktu Pada Penggembungan Mineral Piropilit 200-300 Mesh pH 7 dalam Aquadem tanpa Pengadukan

Sumber Variasi	JK	Db	KT	F Hitung	F Tabel 0,05
Perlakuan	0	2	0	0	5,14
Galat	0	6	0		
Total	0	8			

Tabel D.3 Uji Pengaruh Waktu Pada Penggembungan Mineral Piropilit 200-300 Mesh pH 7 dalam n-propanol dengan Pengadukan

Sumber Variasi	JK	Db	KT	F Hitung	F Tabel 0,05
Perlakuan	0,01	2	0,00	0,04	5,14
Galat	0,66	6	0,1		
Total	0,67	8			

Tabel D.4 Uji Pengaruh Waktu Pada Pengembungan Mineral Piropilit 200-300 Mesh pH 7 dalam n-propanol tanpa Pengadukan

Sumber variasi	JK	Db	KT	F Hitung	F Tabel 0,05
Perlakuan	1	2	0,5	11,23	5,14
Galat	0,27	6	0,04		
Total	1,27	8			

Tabel D.4.1 Uji Beda Nyata Terkecil pada pengembungan mineral piropilit 200-300 mesh dalam n-propanol tanpa pengadukan

Rumus		
1	Ktg	0,04
2	t(α , dbg)	2,447
	a	0,05
	dbg	6
3	n	3
Nilai BNT		0,014

Tabel D.5 Uji Pengaruh Waktu Pada Pengembungan Mineral Piropilit 200-300 Mesh pH 13 dalam Aquadem dengan Pengadukan

Sumber Variasi	JK	Db	KT	F Hitung	F Tabel 0,05
Perlakuan	0	2	0	0	5,14
Galat	0	6	0		
Total	0	8			



Tabel D.6 Uji Pengaruh Waktu Pada Penggembungan Mineral Piropilit 200-300 Mesh pH 13 dalam Aquadem tanpa Pengadukan

Sumber Variasi	JK	Db	KT	F Hitung	F Tabel 0,05
Perlakuan	1	2	1	1	5,14
Galat	6,5	6	1		
Total	7,5	8			

Tabel D.7 Uji Pengaruh Waktu Pada Penggembungan Mineral Piropilit 200-300 Mesh pH 13 dalam n-propanol dengan Pengadukan

Sumber variasi	JK	Db	KT	F Hitung	F Tabel 0,05
Perlakuan	0,00	2	0,00	0,00	5,14
Galat	0.29	6	0,05		
Total	0,29	8			

Tabel D.8 Uji Pengaruh Waktu Pada Penggembungan Mineral Piropilit 200-300 Mesh pH 13 dalam n-propanol tanpa Pengadukan

Sumber variasi	JK	Db	KT	F Hitung	F Tabel 0,05
Perlakuan	1	2	0,5	0,01	5,14
Galat	0,04	6	0,01		
Total	0,97	8			



Lampiran D. Dokumentasi Penelitian

No	Keterangan	Gambar
1.	Preparasi sampel piropilit ukuran 200-300 mesh	





2. Aktivasi piropilit

The logo of Universitas Brawijaya, featuring a central figure holding a staff and a shield, surrounded by the text 'UNIVERSITAS BRAWIJAYA' in a circular arrangement.



3. Pengembangan piropilit ukuran 200-300 mesh dalam aquadem tanpa

pengadukan :

- 1 g piropilit masing-masing dimasukkan ke dalam gelas ukur 10 mL
- Ditambahkan 8 mL aquadem
- Ditunggu proses pengembungan masing-masing selama 24 jam, 48 jam dan 72 jam



4. Pengembungan piropilit ukuran 200-300 mesh dalam aquadem dengan pengadukan :

- 1 g piropilit masing-masing dimasukkan ke dalam gelas ukur 10 mL
- Ditambahkan 8 mL aquadem
- Disonikator selama 1 jam
- Ditunggu proses pengembungan masing-masing selama 24 jam, 48 jam dan 72 jam



		 
<p>4. Pengembangan piropilit ukuran 200-300 mesh dalam n-propanol tanpa pengadukan :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 g piropilit masing-masing dimasukkan ke dalam gelas ukur 10 ML • Ditambahkan 8 mL n-propanol • Ditunggu proses pengembangan masing-masing selama 24 jam, 48 jam dan 72 jam 		 

<p>5.</p>	<p>Pengembangan piropilut ukuran 200-300 mesh dalam-propanol dengan pengadukan :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 g piropilut masing-masing dimasukkan ke dalam gelas ukur 10 MI • Ditambahkan 8 mL n-propanol • Disonikator selama 1 jam • Ditunggu proses pengembangan masing-masing selama 24 jam, 48 jam dan 72 jam 	  
-----------	---	--

