

**AKTIVASI MINERAL PIROPILIT ALAM ARJOSARI
PACITAN DENGAN HCl SEBAGAI ADSORBEN CI**

SKRIPSI

Oleh
NOVI FITRIANINGSIH
0410923034-92



**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2008**



**AKTIVASI MINERAL PIROPILIT ALAM ARJOSARI
PACITAN DENGAN HCl SEBAGAI ADSORBEN CI**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
gelar Sarjana Sains dalam bidang Kimia

Oleh
NOVI FITRIANINGSIH
0410923034-92

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2008**



LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**AKTIVASI MINERAL PIROPILIT ALAM ARJOSARI
PACITAN DENGAN HCl SEBAGAI ADSORBEN CI**

Oleh
NOVI FITRIANINGSIH
0410923034-92

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji
pada tanggal
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang Kimia

Pembimbing I

Pembimbing II

Siti Mutrofin,S.Si.,M.Sc.
NIP.132 090 384

Darjito,S.Si.,M.Si
NIP.132 129 948

Mengetahui,
Ketua Jurusan Kimia
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya

M.Farid Rahman,S.Si,M.Si.
NIP. 132 158 726



LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Novi Fitriyaningsih
NIM : 0410923034-92
Jurusan : Kimia
Penulis skripsi berjudul : Aktivasi mineral piropilit alam
Arjosari Pacitan dengan HCl sebagai adsorben Cl

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Isi dari tugas akhir yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang tercantum di isi dan tertulis di daftar pustaka dalam tugas akhir ini.
2. Apabila di kemudian hari ternyata tugas akhir 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, Juli 2008

Yang menyatakan,

Novi Fitriyaningsih
NIM. 0410923034-92

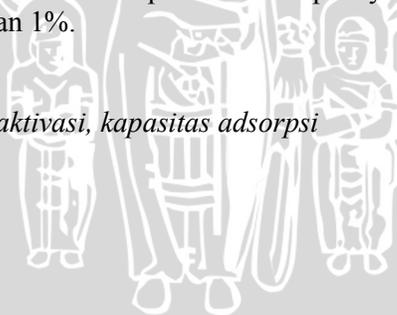


AKTIVASI MINERAL PIROPILIT ALAM ARJOSARI PACITAN DENGAN HCl SEBAGAI ADSORBEN Cl⁻

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang aktivasi mineral piropilit alam Arjosari Pacitan dengan HCl sebagai adsorben Cl⁻. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh konsentrasi HCl, lama aktivasi, dan lama kontak terhadap kapasitas adsorpsi piropilit alam Arjosari Pacitan dengan Cl⁻ serta karakter piropilit yang meliputi luas permukaan spesifik padatan, volume pori total, dan jari-jari pori rata-rata. Metode yang digunakan untuk menentukan nilai kapasitas adsorpsi adalah metode merkuri(II) tiosianat secara spektrofotometri, yang didukung dengan BET (Brunauer, Emmet dan Teller). Aktivasi mineral piropilit dilakukan menggunakan variasi HCl dengan konsentrasi 0,1 M; 0,2 M; 0,3 M; 0,4 M dan 0,5 M, variasi lama aktivasi 30 menit; 60 menit; 90 menit; 120 menit dan 150 menit dan variasi lama kontak dengan Cl⁻ 1 jam; 2 jam; 3 jam; 4 jam; dan 5 jam. Nilai kapasitas adsorpsi piropilit optimum adalah 128,566 mg/g diperoleh pada piropilit teraktivasi dengan konsentrasi HCl 0,3 M selama 90 menit dengan lama kontak 4 jam. Nilai kapasitas piropilit teraktivasi mengalami kenaikan sebesar 8,01% dibandingkan dengan piropilit tanpa aktivasi. Piropilit berprospek sebagai adsorben Cl⁻ karena % adsorpsinya cukup tinggi, yaitu 85,71%. Hasil analisis dengan menggunakan metode BET diperoleh nilai luas permukaan spesifik, volume pori total, dan jari-jari pori rata-rata piropilit teraktivasi sebesar 3,6859 m²/g, 5,3371 x 10⁻³ cm³/g dan 28,96 Å. Berdasarkan uji statistik menunjukkan bahwa setiap konsentrasi HCl, lama aktivasi dan lama kontak yang digunakan, memberikan nilai kapasitas adsorpsi yang berbeda dengan tingkat kesalahan 1%.

Kata kunci : *piropilit, aktivasi, kapasitas adsorpsi*



ACTIVATION OF ARJOSARI PACITAN'S PYROPHYLLITE USING HCl FOR Cl⁻ ADSORBENT

ABSTRACT

A research about activation of Arjosari Pacitan's pyrophyllite using HCl for Cl⁻ adsorbent had been conducted. It was to investigate the influence of HCl concentration, activation times and shaking times toward adsorption capacity of Arjosari Pacitan's pyrophyllite for Cl⁻. The pyrophyllite character including specific surface area, total pore volume, and average pore radius were also studied. The adsorption capacity was determined by spectrophotometrically using mercury (II) thiocyanate method which was supported by BET (Brunauer, Emmet dan Teller). HCl concentrations were varied at 0.1 M; 0.2 M; 0.3 M; 0.4 M; and 0.5 M, activation times were varied at 30 minutes; 60 minutes; 90 minutes; 120 minutes; and 150 minutes, and shaking times with Cl⁻ were varied at 1 hours; 2 hours; 3 hours; 4 hours; and 5 hours. The optimum adsorption capacity of pyrophyllite was obtained at 128.566 mg/g under HCl concentration of 0.3 M during 90 minutes with shaking times of 4 hours. There was a significant increase of the adsorption capacity for activated pyrophyllite's compared to the one of unactivated pyrophyllite, it was 8.01%. Pyrophyllite is prospective adsorbent of chloride because of its highly adsorption percentage, (85.71 %). The specific surface area, total pore volume, and pore radius of activated pyrophyllite were 3.6859 m²/g, 5.3371 x 10⁻³ cm³/g and 28.96 Å, respectively based on BET (Brunauer, Emmet dan Teller) counting. Statistical analysis showed that each concentration of HCl, activation times, and shaking times were different significantly at 1 % error.

Key word : *pyrophyllite, activation, adsorption capacity*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, hidayah dan ridho serta petunjukNya 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 *Aktivasi Mineral Piropilit Alam Arjosari Pacitan dengan HCl sebagai Adsorben Cl* 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. dan Darjito, S.Si, M.Si. selaku dosen pembimbing I dan II atas segala bimbingan, pengarahan dan kesabaran yang diberikan kepada penulis selama penyusunan skripsi ini
2. Drs. Warsito MS. selaku dosen penasehat akademik yang telah memberikan bimbingan selama kuliah
3. M. Farid Rahman, S.Si., M.Si. selaku Ketua Jurusan Kimia yang telah memberikan fasilitas kepada penulis untuk mengadakan penelitian di seluruh laboratorium kimia.
4. M. Farid Rahman, S.Si., M.Si., Dr. Diah Mardiana. MS., Dr. Barlah Rumhayati, M.Si, dan Drs. Sutrisno, M.Si selaku dosen penguji, atas segala masukan dan saran yang diberikan kepada penulis untuk perbaikan naskah skripsi ini.
5. Endang Nawangsih di BATAN Yogyakarta atas bantuannya.
6. Bapak (Alm) dan Ibukku tercinta, adikku tersayang, Mbah, Tante dan Om terima kasih atas semua doa, semangat, perhatian dan kasih sayangnya selama ini.
7. Teman-temanku Kimia 2004, Teman-teman O₂n, Mas Dendy terima kasih telah banyak membantu dan saling berbagi selama ini.
8. Semua pihak yang telah membantu tersusunnya skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa tulisan ini masih banyak kekurangan dan jauh dari sempurna, sehingga kritik dan saran diharapkan dari pembaca. Semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi pemerhati Kimia dan pembaca sekalian, khususnya penulis.

Malang, Juli 2008

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Piropilit	4
2.2 Piropilit Alam Arjosari Pacitan	5
2.3 Aktivasi Mineral Piropilit	5
2.4 Adsorpsi	7
2.5 Klorida	10
2.6 Penentuan Anion Cl^- dengan Metode Merkuri- (II) tiosianat Secara Spektrofotometri	10
2.7 Spektrofotometri Sinar Tampak	11
2.8 Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).....	12
2.9 Penentuan Luas Permukaan Padatan, Volume Pori, dan Ukuran Pori Menggunakan Metode BET.....	13
2.9.1 Perhitungan Luas Permukaan Padatan.....	13
2.9.2 Penentuan Volume Pori Total	15
2.9.3 Penentuan Jari-jari Pori Rata-rata	16
2.10 Hipotesis	16

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	17
3.2 Bahan dan Alat Penelitian	17
3.2.1 Bahan-bahan Penelitian	17
3.2.1.1 Mineral Piropilit	17
3.2.1.2 Bahan Kimia	17
3.2.2 Alat Penelitian	17
3.3 Tahapan Penelitian	18
3.4 Prosedur Kerja	18
3.4.1 Preparasi Sampel	18
3.4.2 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Cl^-	19
3.4.3 Pembuatan Kurva Standar Cl^-	19
3.4.4 Aktivasi Mineral Piropilit dengan HCl ...	19
3.4.5 Uji Kemampuan Adsorpsi Mineral Piropilit Tanpa Aktivasi dan Teraktivasi dengan HCl Terhadap Cl^-	20
3.4.6 Uji Pengaruh Lama Aktivasi Terhadap % Cl^- Teradsorpsi oleh Piropilit	20
3.4.7 Uji Pengaruh Lama Kontak Terhadap Kapasitas Adsorpsi Piropilit	21
3.4.8 Penentuan Ion Klorida dalam Filtrat (yang tidak teradsorpsi) dengan Metode Merkurium(II) tiosianat	22
3.4.9 Penentuan Luas Permukaan Spesifik Padatan, Volume Pori Total, dan Jari-Jari Pori Rata-rata Menggunakan Metode BET	22
3.5 Analisis Data	23

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Preparasi Piropilit	26
4.2 Aktivasi Mineral Piropilit dengan HCl	26
4.3 Uji Kemampuan Adsorpsi Mineral Piropilit Tanpa Aktivasi dan Teraktivasi dengan HCl terhadap Cl^-	27
4.4 Uji Pengaruh Lama Aktivasi Terhadap % Cl^- Teradsorpsi oleh Piropilit	31

4.5 Uji Pengaruh Lama Kontak Terhadap Kapasitas Adsorpsi Piropilit 33

4.6 Penentuan Luas Permukaan Spesifik Padatan, Volume Pori Total, dan Jari-jari Pori Rata-rata Menggunakan Metode BET 35

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan 38

5.2 Saran 38

DAFTAR PUSTAKA 39



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Struktur Mineral Piropilit	4
Gambar 2.2 Piropilit Alam arjosari Pacitan	5
Gambar 2.3 Susunan Atom pada Unit Sel Piropilit	6
Gambar 2.4 Kurva Hubungan antara Konsentrasi dan absorbansi.....	12
Gambar 2.4 Mekanisme Serapan dan Pancaran energi pada Spektrofotometri Serapan Atom.....	13
Gambar 4.1 Mekanisme Adsorpsi Cl ⁻ oleh Piropilit	28
Gambar 4.2 Grafik pengaruh Konsentrasi HCl yang Digunakan untuk Aktivasi Piropilit Terhadap % Teradsorpsi Rata-rata	29
Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Lama Aktivasi dengan HCl 0,3 M Terhadap % Teradsorpsi Rata-rata	32
Gambar 4.4 Grafik pengaruh Lama Kontak Terhadap Kapasitas Adsorpsi Piropilit 0,2 g yang Teraktivasi dengan HCl 0,3 M selama 90 menit.....	34
Gambar L.4.1 Kurva Serapan dari senyawa 2[Fe(SCN)] ²⁺ dari λ 400-500 nm sebagai Penentuan λ_{max}	62
Gambar L.4.2 Kurva Standar Cl ⁻ pada λ_{maks} 460 nm	63
Gambar L.6.1 Kurva Standar Ca ²⁺ pada λ_{maks} 422,7 nm	70
Gambar L.6.2 Kurva Standar Mg ²⁺ pada λ_{maks} 285,2 nm	71
Gambar L.6.3 Kurva Standar K ⁺ pada λ_{maks} 766,5 nm	73
Gambar L.6.4 Kurva Standar Na ⁺ pada λ_{maks} 589 nm	74
Gambar L.6.5 Kurva Standar Fe ³⁺ pada λ_{maks} 248,3 nm	76

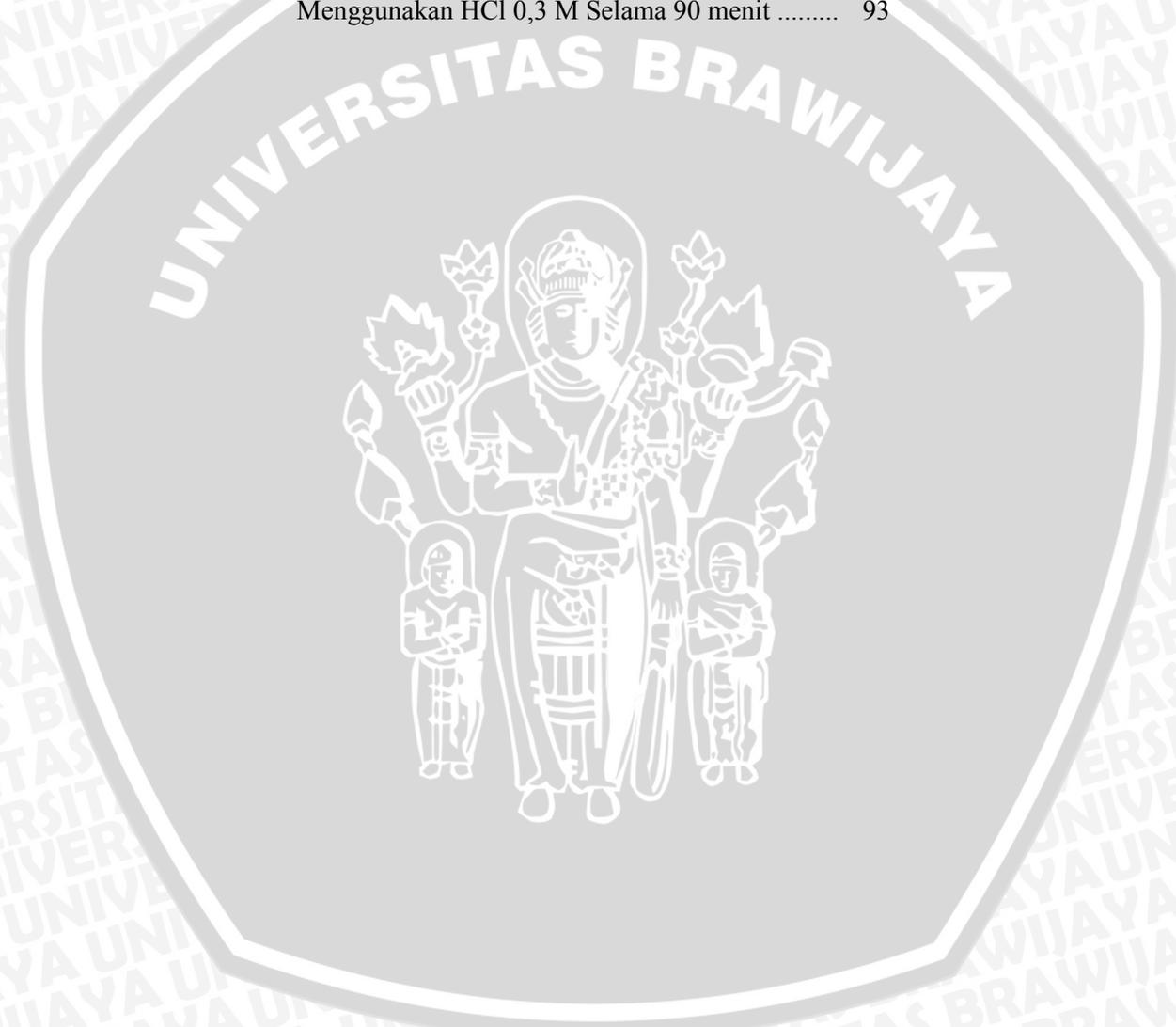


DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Analisis Data	23
Tabel 3.2 Analisis Sidik Ragam Satu Arah	24
Tabel 4.1 Nilai % Cl ⁻ Teradsorpsi oleh Piropilit Tanpa Aktivasi dan Teraktivasi dengan HCl	29
Tabel 4.2 pH filtrat Piropilit dari Berbagai Konsentrasi HCl Sebelum dan Setelah Kontrak dengan Piropilit	30
Tabel 4.3 Nilai % Cl ⁻ Teradsorpsi oleh Piropilit Teraktivasi HCl 0,3M dengan Variasi Lama Aktivasi.....	31
Tabel 4.4 Konsentrasi Oksida-oksida Logam dalam Filtrat Piropilit	33
Tabel 4.5 Nilai Kapasitas Adsorpsi Piropilit Teraktivasi HCl 0,3 M Selama 90 Menit dengan Variasi Lama Kontak	34
Tabel 4.6 Data Karakterisasi Piropilit tanpa Aktivasi dan teraktivasi	36
Tabel L.4.1 Hasil Pengamatan Serapan dari Senyawa 2 [Fe(SCN)] ²⁺ dari λ 400 – 500 nm	62
Tabel L.4.2 Hasil Pengamatan Serapan dari Berbagai Konsentrasi Cl ⁻	63
Tabel L.5.1 Data Total Uji Kemampuan Adsorpsi Mineral Piropilit tanpa Aktivasi Dan Teraktivasi terhadap Cl ⁻	66
Tabel L.5.2 Data Total Uji Pengaruh Lama Aktivasi terhadap % Cl ⁻ Teradsorpsi oleh Piropilit	67
Tabel L.5.3 Data Total Uji Pengaruh Lama Kontak terhadap Kapasitas Adsorpsi Piropilit	68
Tabel L.6.1 Data Hasil Pengukuran Aquades	69
Tabel L.6.2 Hasil Pengamatan Serapan Dari Berbagai Konsentrasi Ca ²⁺	69
Tabel L.6.3 Hasil Pengamatan Serapan Dari Berbagai Konsentrasi Mg ²⁺	71
Tabel L.6.4 Hasil Pengamatan Serapan Dari Berbagai Konsentrasi K ⁺	72
Tabel L.6.5 Hasil Pengamatan Serapan Dari Berbagai Konsentrasi Na ⁺	74

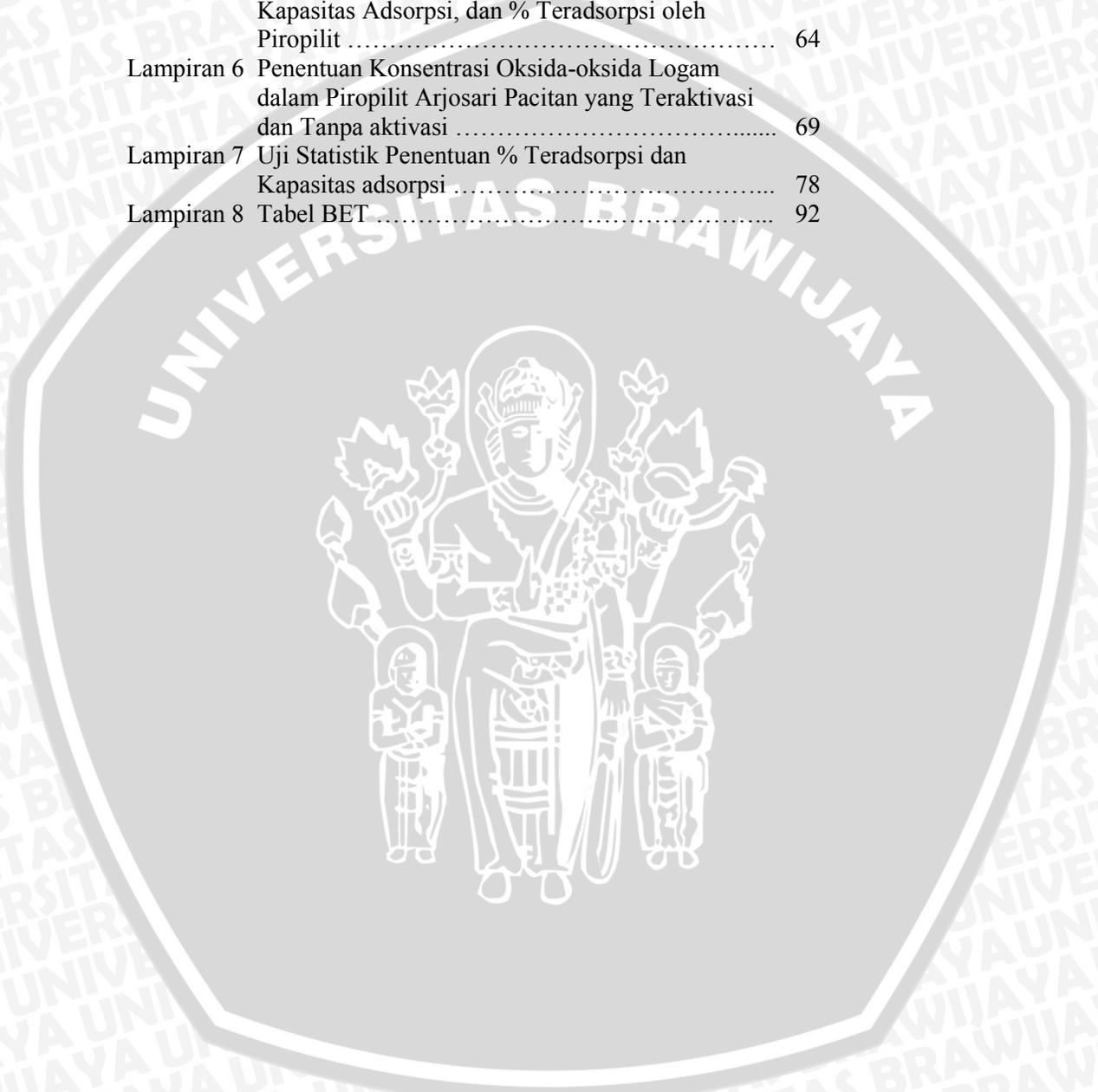
Tabel L.6.6	Hasil Pengamatan Serapan Dari Berbagai Konsentrasi Fe ³⁺	76
Tabel L.7.1.1	Hasil Penentuan % Teradsorpsi Piropilit Tanpa Aktivasi dan Teraktivasi HCl Setelah Kontak dengan Larutan Cl ⁻ 300 ppm	78
Tabel L.7.1.2	Hasil Penentuan % Teradsorpsi Kuadrat Piropilit Tanpa Aktivasi dan Teraktivasi HCl Setelah Kontak dengan Larutan Cl ⁻ 300 ppm	78
Tabel L.7.1.3	Hasil Penentuan % Teradsorpsi Total Kuadrat Piropilit Tanpa Aktivasi dan Teraktivasi HCl Setelah Kontak dengan Larutan Cl ⁻ 300 ppm	79
Tabel L.7.1.4	Analisis Sidik Ragam Satu Arah	80
Tabel L.7.1.5	Perbedaan Rata-rata Hasil Pengamatan Perlakuan Berdasarkan Uji Jarak Duncan	81
Tabel L.7.2.1	Hasil Penentuan % Teradsorpsi Piropilit Teraktivasi dengan Lama Aktivasi yang Bervariasi	81
Tabel L.7.2.2	Hasil Penentuan % Teradsorpsi Kuadrat Piropilit Teraktivasi dengan Lama Aktivasi yang Bervariasi	82
Tabel L.7.2.3	Hasil Penentuan % Teradsorpsi Total Kuadrat Piropilit Teraktivasi dengan lama Aktivasi yang Bervariasi	82
Tabel L.7.2.4	Analisis Sidik Ragam satu Arah	83
Tabel L.7.2.5	Perbedaan Rata-Rata Hasil Pengamatan Perlakuan Berdasarkan Uji Jarak Duncan	84
Tabel L.7.3.1	Hasil Penentuan Kapasitas Adsorpsi Piropilit Teraktivasi Selama 90 menit dengan Lama Kontak yang Bervariasi	84
Tabel L.7.3.2	Hasil Penentuan Kapasitas Adsorpsi Kuadrat Piropilit Teraktivasi selama 90 menit dengan Lama Kontak Yang Bervariasi	85
Tabel L.7.3.3	Hasil Penentuan Kapasitas Adsorpsi Total Kuadrat Piropilit Teraktivasi Selama 90 menit dengan Lama Kontak yang Bervariasi	85
Tabel L.7.3.4	Analisis Sidik Ragam satu Arah	87
Tabel L.7.3.5	Perbedaan Rata-rata Hasil Perlakuan Berdasarkan Uji Jarak Duncan	87

Tabel L.7.4.1	Hasil Penentuan Kapasitas Adsorpsi Piropilit Tanpa Aktivasi dan Teraktivasi	88
Tabel L.7.4.2	Hasil Penentuan Kapasitas Adsorpsi Kuadrat Piropilit Tanpa Aktivasi dan Teraktivasi	88
Tabel L.7.4.3	Hasil Penentuan Kapasitas Adsorpsi Total Kuadrat Piropilit Tanpa Aktivasi dan Teraktivasi.	89
Tabel L.7.4.4	Analisis Sidik Ragam Satu Arah	90
Tabel L.7.4.5	Perbedaan Rata-rata Hasil Pengamatan Perlakuan Berdasarkan Uji Jarak Duncan	91
Tabel L.8.1	Data Luas Permukaan Spesifik Piropilit Arjosari Pacitan Setelah Diaktivasi dengan Menggunakan HCl 0,3 M Selama 90 menit.....	92
Tabel L.8.2	Data Volume Pori dan Jari-jari Pori Rata-rata Piropilit Arjosari Pacitan Setelah Diaktivasi Menggunakan HCl 0,3 M Selama 90 menit	93



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Tahapan Kerja	43
Lampiran 2 Prosedur Kerja	44
Lampiran 3 Perhitungan dan Pembuatan Larutan	55
Lampiran 4 Pembuatan Kurva Standar	62
Lampiran 5 Penentuan Konsentrasi CI yang Teradsorpsi, Kapasitas Adsorpsi, dan % Teradsorpsi oleh Piropilit	64
Lampiran 6 Penentuan Konsentrasi Oksida-oksida Logam dalam Piropilit Arjosari Pacitan yang Teraktivasi dan Tanpa aktivasi	69
Lampiran 7 Uji Statistik Penentuan % Teradsorpsi dan Kapasitas adsorpsi	78
Lampiran 8 Tabel BET	92



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemanfaatan bahan galian di Jawa Timur belum sepenuhnya dioptimalkan, oleh karena itu Pemerintah Propinsi Daerah Tingkat I membuat kebijakan untuk mengatur agar kekayaan bahan tambang di Jawa Timur tersebut dapat dimanfaatkan secara efisien dan berwawasan lingkungan sehingga dapat memberikan manfaat bagi peningkatan ekonomi masyarakat. Salah satu sumber mineral di Jawa Timur yang belum banyak dilaporkan tentang komposisi kimia dan pemanfaatannya adalah mineral piropilit. Sementara itu, sebaran mineral piropilit di daerah Jawa Timur cukup luas. Salah satunya, piropilit di Kabupaten Pacitan diperkirakan jumlah cadangannya jutaan ton dengan luas sebaran yang siap dieksplorasi sekitar 37 Ha (Anonim, 2007).

Komposisi kimiawi piropilit alam Arjosari Pacitan terdiri dari 90,84% SiO_2 ; Al_2O_3 5,32%; MgO 0,0001%; CaO 0,0005%; K_2O 0,013%; Na_2O 0,0049%; dan Fe_2O_3 0,0062%. Piropilit Alam Arjosari Pacitan berbentuk padatan kristalin dengan sistem kristal triklinik dan total kadar komposisi kimiawi sebesar 96,17% (b/b) serta mengandung mineral kuarsa (SiO_2), rutil (TiO_2), hematit (Fe_2O_3), gotit ($\text{FeO}(\text{OH})$), kianit (Al_2SiO_5) serta gipsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Hasil analisis dengan menggunakan metode BET (Brauneur, Emmet dan Teller) menyatakan bahwa luas permukaan spesifik piropilit Arjosari yang tidak teraktivasi sebesar $9,0422 \text{ m}^2/\text{g}$, volume pori total sebesar $8,746 \times 10^{-3} \text{ cm}^3/\text{g}$ dan jari-jari pori sebesar $19,3 \text{ \AA}$. Oleh sebab itu, ion-ion logam dan molekul air dapat bergerak bebas di dalam mineral tersebut. Piropilit memiliki struktur yang stabil dan tahan panas. Selain itu, dilihat dari segi ekonomis mineral piropilit tergolong mineral yang sangat murah dengan daerah penyebaran yang cukup luas (Bintara dkk., 2007).

Piropilit merupakan mineral yang bisa dijadikan bahan baku dalam berbagai industri terutama pada industri pembuatan resin, keramik, dan juga dapat digunakan sebagai adsorben (Bearat dkk., 2002). Selain itu, mineral ini juga dapat digunakan sebagai produk refraktori, karena pada pemanasan yang tinggi sekitar $800 \text{ }^\circ\text{C}$ tidak akan terjadi perubahan kisi-kisi kristal dan hanya kehilangan

komponen airnya saja (Wang dkk., 2003). Menurut Keren dkk., (1994), piropilit dapat digunakan sebagai adsorben untuk mengadsorpsi boron, dan menurut Saxena dkk., (2001), piropilit juga dapat digunakan untuk mengadsorpsi sianida.

Ion klorida biasanya terdapat dalam limbah industri, seperti industri pelapisan logam dan proses pengolahan air minum. Keberadaan ion klorida ini dapat menyebabkan radang pada mata dan mudah bereaksi dengan logam Na yang juga terdapat dalam limbah sehingga dapat membentuk kerak dan menyebabkan korosi pada pipa-pipa instalasi (Greenberg dkk., 1992). Kandungan ion klorida dalam perairan, menurut WHO ditoleransi sampai ambang batas 200 ppm dan dapat menyebabkan korosi diatas konsentrasi 300 ppm (ISO 9224).

Untuk meningkatkan kemampuan dan kualitas piropilit alam Arjosari Pacitan sebagai adsorben anion, maka piropilit tersebut harus dibuat mempunyai situs positif yang lebih banyak (asam Lewis), yang bisa dilakukan dengan perendaman dalam larutan asam. (Keren dkk., 1994).

Berdasarkan uraian diatas, maka dalam penelitian ini akan dibahas tentang pengaruh aktivasi, lama aktivasi, dan lama kontak pada mineral piropilit alam Arjosari Pacitan terhadap kapasitas adsorpsinya menggunakan Cl⁻.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas maka perumusan masalah yang akan dikaji adalah:

1. Bagaimanakah pengaruh konsentrasi HCl, lama aktivasi dan lama kontak pada aktivasi mineral piropilit alam Arjosari Pacitan terhadap kapasitas adsorpsinya menggunakan Cl⁻?
2. Bagaimanakah karakter mineral piropilit alam Arjosari Pacitan teraktivasi pada kondisi optimum meliputi luas permukaan spesifik, volume pori total dan jari-jari pori rata-ratanya dibandingkan dengan piropilit tanpa aktivasi?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Adsorbat yang digunakan adalah adsorbat buatan yang berasal dari NaCl.
2. Variasi HCl yang digunakan adalah 0,1 M; 0,2 M; 0,3 M; 0,4 M dan 0,5 M, variasi lama aktivasi yang dilakukan adalah 30 menit; 60 menit; 90 menit; 120 menit, dan 150 menit, dan variasi lama kontak yang digunakan adalah 1 jam; 2 jam; 3 jam; 4 jam; dan 5 jam.

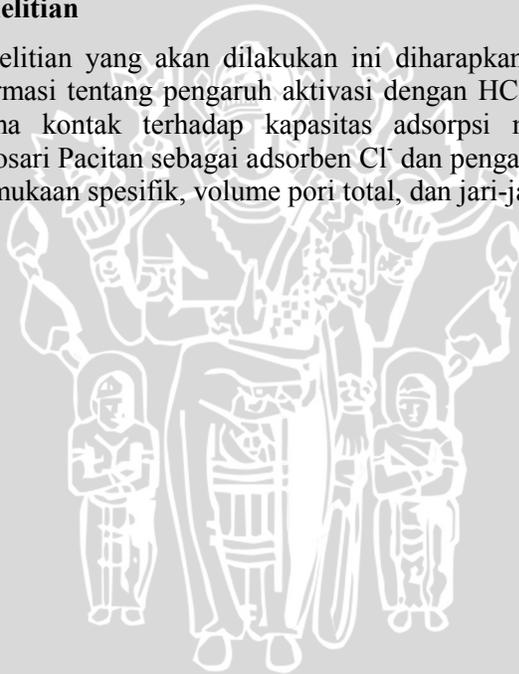
1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh konsentrasi HCl, lama aktivasi, dan lama kontak pada piropilit alam Arjosari Pacitan terhadap kapasitas adsorpsinya menggunakan Cl⁻.
2. Mengetahui perubahan karakter mineral piropilit Arjosari Pacitan meliputi luas permukaan spesifik, volume pori total, dan jari-jari pori rata-rata sebelum dan setelah diaktivasi.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian yang akan dilakukan ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang pengaruh aktivasi dengan HCl, lama aktivasi dan lama kontak terhadap kapasitas adsorpsi mineral piropilit alam Arjosari Pacitan sebagai adsorben Cl⁻ dan pengaruhnya terhadap luas permukaan spesifik, volume pori total, dan jari-jari pori rata-rata.



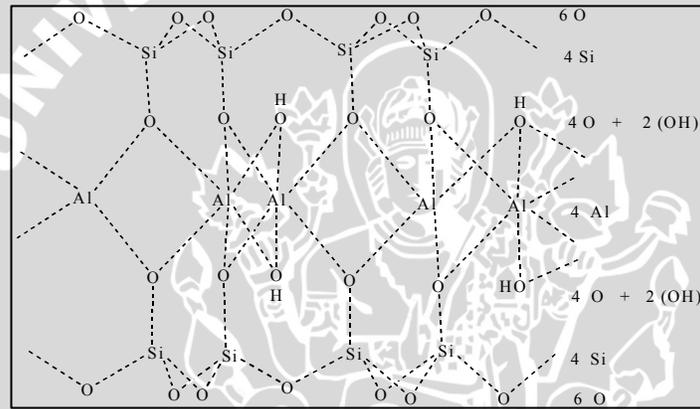
BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Piropilit

Piropilit, aluminium silikat hidroksida mempunyai rumus kimia $Al_2Si_4O_{10}(OH)_2$, termasuk dalam kelas silikat, subklas *phyllosilicate* dengan struktur lembaran menyerupai *sandwich* (Virta, 2001).

Menurut Fyre (1991) piropilit merupakan jenis mineral yang mempunyai satu lapisan oktahedral yang terletak diantara dua lapisan tetrahedral yang biasa disebut dengan tipe lapisan 2:1. Mineral dengan struktur dioktahedral ini mempunyai komposisi sebagai berikut:

tetrahedral	Si_2O_3
oktahedral	$Al_2O_4(OH)_2$
tetrahedral	Si_2O_3
total	$Al_2Si_4O_{10}(OH)_2$



Gambar 2.1 Struktur Mineral Piropilit (Deer dkk., 1992)

Mineral ini mempunyai dua sistem kristal yaitu monoklinik dan triklinik, mempunyai sifat-sifat fisika yang sama dengan *talc* diantaranya berwarna putih keabu-abuan, massa jenis 2,65-2,85 g/cm^3 , belahan sempurna, sifat cerat putih dan derajat kekerasan antara 1-1,5 sehingga dapat dikatakan piropilit adalah mineral yang

cukup halus jika digores menggunakan kuku. Mempunyai titik leleh dengan kenaikan suhu antara 1315 °C sampai 2093 °C (Grant, 1972).

2.2 Piropilit Alam Arjosari Pacitan

Piropilit alam Arjosari Pacitan berbentuk padatan kristalin berwarna abu-abu yang cenderung mempunyai sistem kristal triklinik dengan kandungan mineral kuarsa (SiO_2), rutil (TiO_2), hematit (Fe_2O_3), gotit ($\text{FeO}(\text{OH})$), kianit (Al_2SiO_5) dan gipsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Hasil analisis susunan kimiawi piropilit alam Arjosari secara gravimetri dan spektrofotometri serapan atom adalah SiO_2 (90,84%); Al_2O_3 (5,32%); MgO (0,0001%); CaO (0,0006%); K_2O (0,01%); Na_2O (0,0049%); dan Fe_2O_3 (0,059%). Bongkahan batuan piropilit alam Arjosari Pacitan dapat dilihat pada Gambar 2.2 (Bintara dkk., 2007):



Gambar 2.2 Piropilit alam Arjosari Pacitan

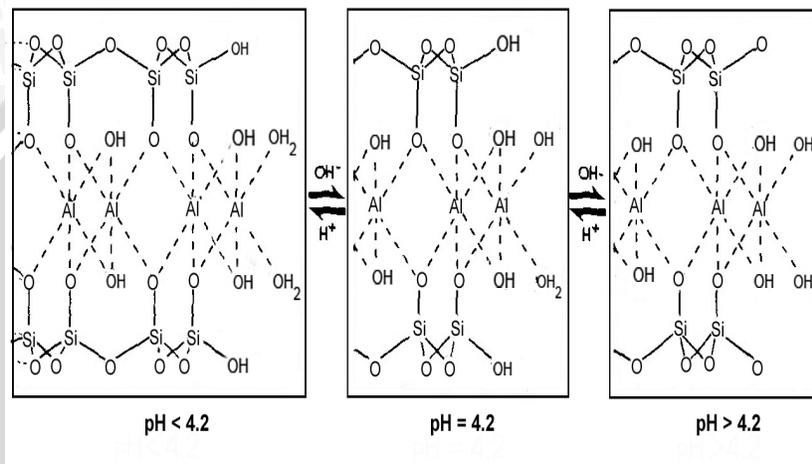
Berdasarkan penelitian yang juga dilakukan oleh Bintara., dkk (2007) dengan menggunakan metode Breuner, Emmet dan Teller (BET) diperoleh luas permukaan spesifik sebesar $9,0422 \text{ m}^2/\text{g}$, volume pori total $8,746 \times 10^{-3} \text{ cm}^3/\text{g}$ dan jari-jari pori rata-rata $\text{\AA} = 1,93 \text{ nm}$ sehingga dapat diklasifikasikan dalam kelompok mineral mikropori, sebagaimana yang dinyatakan oleh Tamai dkk., (1997), bahwa mineral yang termasuk dalam kelompok mikropori mempunyai jari-jari pori rata-rata kurang dari 2 nm.

2.3 Aktivasi Mineral Piropilit

Aktivasi mineral yang mempunyai kemampuan sebagai adsorben maupun penukar anion dan kation dapat dilakukan secara fisik dengan menggunakan proses kalsinasi yaitu pemanasan suatu

padatan pada temperatur dibawah titik lelehnya (Sax dan Lewis, 1987), maupun secara kimia yaitu dengan menggunakan larutan asam atau basa. Proses aktivasi secara kimia, biasanya dilakukan dengan menggunakan asam mineral misalnya HCl (asam klorida). 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 (Keren dkk., 1994).

Menurut Keren dkk. (1994), gugus fungsi yang paling reaktif pada permukaan mineral piropilit adalah gugus hidroksil (-OH) yang terikat pada permukaan lapisan oktahedral tepatnya pada situs Al(III), dan gugus -O- yang terikat pada lapisan tetrahedral tepatnya pada situs Si(IV). Kedua gugus tersebut mempunyai peranan yang sangat penting dalam kemampuannya untuk proses adsorpsi.



Gambar 2.3 Susunan Atom Pada Unit Sel Piropilit (Keren dan Sparks,1995)

Gugus -OH dan -O- pada struktur piropilit mempunyai pengaruh yang reaktif terhadap perubahan pH. Pada Gambar 2.3 dapat dilihat bahwa pada pH rendah (pH asam) yaitu pH<4.2, maka gugus -OH dan -O- akan berubah menjadi situs asam Lewis sehingga dapat dikatakan pengaturan pH sangat menentukan untuk meningkatkan peranan piropilit dalam mengadsorpsi anion (Keren dan Sparks, 1995).

2.4 Adsorpsi

Adsorpsi adalah proses penyerapan suatu zat pada permukaan zat lain (Sukardjo, 1984). Zat yang diserap disebut adsorbat, sedangkan zat yang menyerap disebut adsorben (Oscik dan copper, 1982). Adsorben adalah zat yang mempunyai sifat mengikat molekul pada permukaannya dan sifat ini menonjol pada padatan yang berpori. Beberapa syarat yang harus dipenuhi oleh adsorben antara lain mempunyai luas permukaan besar, berpori, aktif dan murni, serta tidak bereaksi dengan adsorbat (Bernasconi, 1995).

Pada umumnya dikenal dua jenis adsorpsi yaitu adsorpsi fisik dan kimia. Adsorpsi fisik adalah adsorpsi yang disebabkan oleh interaksi antara adsorben dengan adsorbat pada permukaan karena adanya gaya van der waals (Oscik dan copper, 1982). Pada adsorpsi fisik, adsorbat tidak diikat dengan kuat pada permukaan adsorben sehingga dapat berpindah ke bagian permukaan adsorben yang lain. Adsorpsi fisik biasanya reversible karena adsorbat dapat dilepas kembali dengan adanya penurunan tekanan gas dan penurunan konsentrasi larutan. Sedangkan adsorpsi kimia adalah adsorpsi yang melibatkan interaksi yang lebih kuat antara adsorbat dengan adsorben sehingga adsorbat tidak bergerak dari satu bagian permukaan ke bagian yang lain. Adsorpsi ini tidak bersifat reversible. Adsorben harus dipanaskan pada suhu tinggi untuk memisahkan adsorbat (Parker, 1984).

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi antara lain:

1. Luas Permukaan

Luas permukaan adsorben adalah luas persatuan massa adsorben (m^2/g). Luas permukaan ini akan sangat berpengaruh terutama untuk tersedianya tempat adsorpsi. Makin besar luas permukaan makin besar pula adsorpsi yang terjadi. Jumlah adsorpsi sebanding dengan luas permukaan spesifik, yaitu bagian luas permukaan total yang tersedia untuk adsorpsi. Semakin luas permukaan adsorben maka semakin banyak jumlah adsorbat yang terserap (Oscik dan copper, 1982).

2. Sifat adsorbat

Jumlah zat yang teradsorpsi tergantung pada kelarutannya dalam pelarut. Kenaikan kelarutan menunjukkan ikatan yang kuat antara zat terlarut dan pelarut dan aksi yang sebaliknya terhadap adsorpsi oleh adsorben. Makin besar kelarutannya,

ikatan antara zat terlarut dengan pelarut makin kuat sehingga adsorpsi akan semakin kecil karena sebelum adsorpsi terjadi diperlukan energi yang besar untuk memecah ikatan zat terlarut dengan pelarut (Oscik dan copper, 1982).

3. Konsentrasi adsorbat

Pada umumnya, adsorpsi akan meningkat dengan kenaikan konsentrasi adsorbat. Adsorpsi akan tetap jika terjadi kesetimbangan antara konsentrasi adsorbat yang diserap dengan konsentrasi adsorbat yang tersisa dalam larutan (Sawyer dan McCarty, 1987). Pada permukaan adsorben terdapat sejumlah tertentu situs aktif yang sebanding dengan luas permukaan adsorben. Saat situs aktif adsorben belum jenuh oleh adsorbat, peningkatan konsentrasi adsorbat akan meningkat secara linier yang sebanding dengan jumlah adsorbat yang teradsorpsi (Oscik dan copper, 1982).

4. pH larutan

pH merupakan salah satu faktor yang paling menentukan pada peristiwa adsorpsi. pH larutan dapat mempengaruhi jumlah adsorpsi sebab pH menentukan derajat disosiasi adsorbat. Selain itu pH juga mempengaruhi muatan pada permukaan adsorben sehingga mengubah kemampuannya menyerap senyawa organik dalam bentuk ion (Sawyer dan McCarty, 1987).

5. Suhu

Reaksi yang terjadi pada adsorpsi biasanya eksoterm, oleh karena itu adsorpsi akan besar jika temperatur rendah (Oscik dan copper, 1982).

6. Waktu kontak

Waktu kontak yang cukup diperlukan untuk mencapai kesetimbangan adsorpsi. Jika fase cairan yang berisi adsorben diam maka difusi melalui permukaan akan lambat dan merupakan tahap penentu kecepatan adsorpsi. Dalam hal ini perlu dilakukan pengocokan untuk mempercepat proses adsorpsi (Sawyer dan McCarty, 1987). Kecepatan adsorpsi dipengaruhi oleh difusi pori yang tergantung pada waktu kontak dalam sistem. Waktu kontak yang relatif lama menyebabkan difusi pori maksimum (Oscik dan copper, 1982).

Kapasitas adsorpsi merupakan jumlah adsorbat yang teradsorpsi oleh adsorben yang dinyatakan dalam mg/g. Kapasitas adsorpsi akan meningkat dengan meningkatnya jumlah adsorben yang digunakan sampai pada jumlah tertentu, penambahan lebih banyak lagi jumlah adsorben akan menurunkan kapasitas adsorpsi. Menurut Honeyman dan Santchi (1988), jumlah adsorben yang lebih banyak menyebabkan adanya sisi adsorben yang tidak terisi penuh akibatnya kapasitas adsorpsi dan adsorben menurun, sedangkan menurut Vaisya dan Gupta (2001), jumlah adsorben yang sangat banyak justru akan mengurangi luas permukaan adsorben untuk berinteraksi dengan adsorbat.

Menurut Oscik dan copper (1982), jumlah senyawa teradsorpsi hanya dapat diukur dari kelebihan senyawa tidak teradsorpsi. Dimana metode pengukuran adsorpsi yaitu metode statis. Pada metode statis, pengukuran didasarkan pada perbedaan antara konsentrasi komponen larutan sebelum proses adsorpsi dan konsentrasi larutan pada saat kesetimbangan dengan adsorben. Jumlah CI yang teradsorpsi dapat dihitung menggunakan rumus (Oscik dan copper, 1982):

$$\% \text{ teradsorpsi} = \frac{C_o - C_s}{C_o} \times 100\% \quad (2.1)$$

Dimana: C_o = konsentrasi CI sebelum teradsorpsi (ppm)

C_s = konsentrasi CI sesudah teradsorpsi (ppm)

Nilai kapasitas adsorpsi piropilit dapat ditentukan dengan menggunakan rumus (Oscik dan copper, 1982):

$$q_c = \frac{(C_o - C_s) \cdot V}{W} \quad (2.2)$$

dengan : C_o = konsentrasi CI sebelum teradsorpsi (ppm)

C_s = x . fp

fp = faktor pengenceran

x = konsentrasi CI saat pengukuran

W = berat sampel piropilit (gram)

V = volume larutan pada saat proses adsorpsi (Liter)

q_c = kapasitas adsorpsi (mg/g)

2.5 Klorida

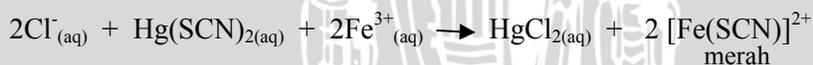
Pada penelitian ini digunakan anion Cl^- yang berasal dari NaCl sebagai adsorbatnya. Klorida merupakan senyawa kimia yang satu atau lebih atom klorinya memiliki ikatan kovalen dalam molekul. Ukuran jari-jari ion Cl^- adalah $1,81 \text{ \AA}$, ukuran jari-jari ion ini lebih besar dari pada atomnya ($0,99 \text{ \AA}$) (Huheey dkk., 1993).

Ion klorida pada tingkat sedang relatif mempunyai pengaruh kecil terhadap sifat-sifat kimia dan biologi perairan. Kation dari garam-garam klorida dalam air terdapat dalam keadaan mudah larut, dan ion klorida secara umum tidak membentuk senyawa kompleks yang kuat dengan ion-ion logam. Ion ini juga tidak dapat dioksidasi dalam keadaan normal dan tidak bersifat toksik. Tetapi kelebihan garam-garam klorida ini dapat menyebabkan penurunan kualitas air, sehingga air tersebut tidak layak untuk air pengairan dan keperluan rumah tangga (Achmad, 2004). Klorida dalam bentuk ion adalah salah satu dari sebagian besar anion anorganik yang terkandung dalam air sebagai bahan baku dan air limbah industri (Greenberg dkk., 1992).

Konsentrasi klorida dalam air limbah industri lebih tinggi daripada konsentrasi klorida dalam air bahan baku proses industri tersebut. Kandungan ion klorida yang terlalu tinggi dalam air bahan baku maupun air limbah industri berbahaya bagi pipa-pipa instalasi. Hal ini disebabkan klorida dalam bentuk ionnya akan berikatan dengan natrium membentuk garam-garam yang dapat menyebabkan karat pada pipa-pipa instalasi (Fardiaz, 1992).

2.6 Penentuan Anion Cl^- dengan Metode Merkuri(II) tiosianat Secara Spektrofotometri

Metode merkuri(II)tiosianat bergantung pada penggeseran ion tiosianat oleh ion klorida dari dalam merkuri(II) tiosianat. Adanya ion besi(III) akan menyebabkan terbentuknya kompleks besi(III) tiosianat yang sangat berwarna. Intensitas warnanya berbanding lurus dengan konsentrasi ion klorida yang asli. Reaksinya adalah (Basset dkk., 1994):



Merkuri(II) tiosianat merupakan senyawa merkuri(II) yang sulit terdissosiasi, akan tetapi SCN^- dalam merkuri(II) tiosianat dapat

bertukar dengan ion lain, asalkan ion yang menggantikannya lebih elektronegatif. Ion klorida lebih elektronegatif daripada S pada SCN⁻ dan ikatan antara Hg – Cl lebih kuat daripada Hg – S, sehingga dapat terjadi pembentukan HgCl₂ (Greenwood dan Earnshaw, 1989).

2.7 Spektrofotometri Sinar Tampak

Prinsip kerja dari spektrofotometer adalah berkas cahaya dari sumber akan melewati monokromator sehingga didapatkan suatu sinar monokromatis yang sesuai dengan panjang gelombang sampel. Sinar monokromatis tersebut akan mengenai larutan yang ditempatkan pada kuvet. Bagian sinar yang diserap sebanding dengan jumlah partikel yang terdapat pada senyawa yang mampu menyerap energi sinar tersebut dan sebagian lagi akan diteruskan. Intensitas sinar yang diteruskan dan diterima oleh detektor akan diubah menjadi sinyal listrik yang akan diterima oleh pencatat yang akan diubah menjadi bentuk yang dapat dibaca oleh kita (Willard, 1988).

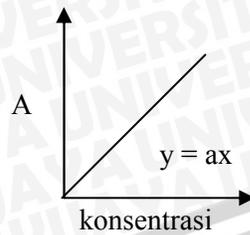
Metode spektrofotometri untuk analisa kuantitatif suatu senyawa didasarkan pada pengukuran terjadinya serapan radiasi elektromagnetik oleh suatu molekul pada panjang gelombang spesifik. Hubungan antara panjang jalan medium yang dilewati oleh intensitas cahaya mula-mula dirumuskan oleh Bouger (1729) dan Lambert (1768). Sementara itu, hubungan antara serapan radiasi dengan konsentrasi pertama kali dirumuskan oleh Beer. Gabungan antara keduanya dikenal sebagai Hukum Lambert – Beer, yang dapat dirumuskan sebagai berikut (Ewing, 1985) :

$$A = a \cdot b \cdot c \quad (2.3)$$

dimana : A = absorbansi
a = koefisien absorptivitas (L g⁻¹ cm⁻¹)
b = tebal kuvet (cm)
c = konsentrasi larutan (g L⁻¹)

Dalam metode spektrofotometri, salah satu cara untuk analisis kuantitatif dapat dilakukan dengan cara membuat kurva standar. Kurva standar seperti pada Gambar 2.4, diperoleh dengan cara membuat larutan standar dan menginterpolasikan pada persamaan regresi linier dengan persamaan $y = ax$ dengan y adalah

absorbansi dan x adalah konsentrasi larutan. Adapun absorbansi yang memenuhi Hukum Lambert – Beer adalah 0,2 – 0,8 (Ewing, 1985):



Gambar 2.4 Kurva Hubungan Antara Konsentrasi dengan Absorbansi

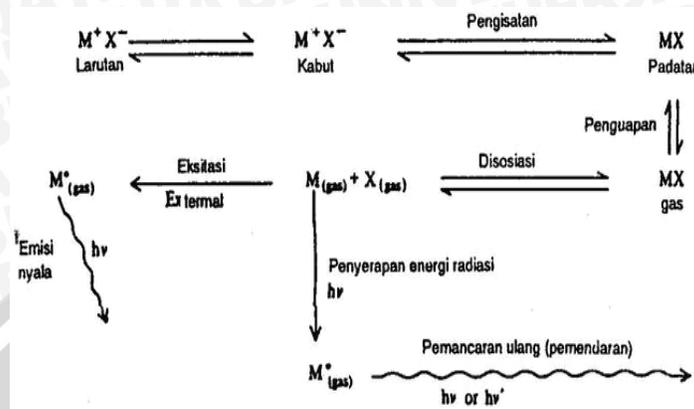
2.8 Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

Metode Spektrofotometer Serapan Atom didasarkan pada serapan cahaya oleh atom. Atom-atom menyerap energi cahaya pada panjang gelombang tertentu, tergantung sifat unsurnya. Atom-atom tersebut memperoleh energi lebih banyak sehingga terjadi transisi elektronik dari keadaan dasar ke tingkat energi eksitasi. Transisi elektronik suatu unsur bersifat spesifik. Penentuan panjang gelombang dipilih pada panjang gelombang yang menghasilkan spektrum yang tajam dengan intensitas maksimum (Khopkar, 1990).

Atom-atom menyerap cahaya pada λ tertentu. Unsur Ca dapat menyerap cahaya maksimum pada λ 422,7 nm; Mg pada λ 285,2 nm; Na pada λ 589 nm; K pada λ 766,5 nm, sedangkan Fe λ 248,3 nm dengan menggunakan nyala gas asetilen dan udara kering. Pada metode ini, lampu katoda berongga bekerja secara spesifik artinya lampu katode berongga yang dipilih harus sesuai dengan atom yang akan ditentukan, misalnya dalam penentuan kadar Ca maka lampu katoda berongga yang digunakan adalah lampu katoda berongga Ca (Hendayana, 1994).

Tahap penting penentuan unsur secara spektrofotometer serapan atom adalah proses atomisasi. Keberhasilan dalam proses atomisasi berpengaruh terhadap keberhasilan analisis. Proses atomisasi berlangsung dengan memasukkan larutan sampel ke dalam nyala. Larutan sampel tersebut akan mengalami pengkabutan membentuk aerosol cair yang selanjutnya mengalami penguapan pelarut membentuk aerosol padat kemudian disusul dengan pembentukan fase uap dari larutan. Uap itu selanjutnya mengalami

disosiasi membentuk atom-atom bebas. Apabila uap yang berisi atom bebas itu dikenai energi radiasi pada panjang gelombang yang sesuai dengan panjang gelombang yang dipancarkan oleh lampu katoda yang bersangkutan, maka akan terjadi penyerapan energi radisasi yang menyebabkan atom akan mengalami transisi elektronik dari keadaan dasar ke keadaan tereksitasi (Willard dkk., 1988):



Gambar 2.5 Mekanisme Serapan dan Pancaran Energi pada Spektrofotometri Serapan Atom

2.9 Penentuan Luas Permukaan Padatan, Volume Pori, dan Ukuran Pori Menggunakan Metode BET (Lowell dan Shield, 1984)

2.9.1 Perhitungan Luas Permukaan Padatan

Untuk menghitung luas permukaan padatan sebagai adsorben dengan alat *Surface Area Analyzer*, merupakan metode adsorpsi gas yang termasuk jenis adsorpsi fisika. Adsorpsi gas dengan zat padat berlangsung pada suhu nitrogen cair (-196°C). Brauneur, Emmet dan Teller mencetuskan teori BET yang didasarkan pada teori kinetik gasyang diperluas untuk n lapisan. Teori kinetik gas mengasumsikan bahwa:

- Laju adsorpsi = laju desorpsi
- Tumbukan antar molekul diabaikan
- Tumbukan antar molekul dengan permukaan (adsorbat-adsorben) bersifat elastis

- Molekul yang teradsorpsi merupakan lapisan tunggal (monolayer)
- Permukaan adsorben bersifat homogen

Pada teori BET digunakan persamaan sebagai berikut:

$$\frac{1}{W(P_0/P - 1)} = \frac{1}{W_m C} + \frac{C - 1}{W_m C} \left[\frac{P}{P_0} \right] \quad (2.4)$$

- dengan:
- P/P_0 : tekanan gas yang digunakan
 - P_0 : tekanan uap jenuh adsorbat
 - W : massa adsorbat pada P/P_0
 - W_m : massa adsorbat pada monolayer jenuh
 - C : konstanta BET

Massa adsorbat (W) diperoleh sebagai berikut:

$$W = V_{ads} \times W_s \times \rho_{N_2} \quad (2.5)$$

- dengan:
- V_{ads} : volume gas N_2 yang terserap pada P/P_0
 - W_s : massa sampel
 - ρ_{N_2} : 1,2506 g/L

Pada perhitungan luas permukaan padatan dengan metode BET, data P/P_0 yang digunakan adalah kisaran 0,05-0,35 karena pada daerah inilah yang memberikan kurva hubungan yang linier.

Sehingga dengan $Y = \frac{1}{W(P_0/P - 1)}$ dan $X = P/P_0$, diketahui

sebagai berikut:

- Slope (s) : $(C-1)/W_m C$
- Intersep (i) : $1/W_m C$

Dengan demikian diperoleh:

$$W_m = 1 / (i + s) \quad (2.6)$$

Luas permukaan padatan dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$St = \frac{W_m \times N \times A}{M} \quad (2.7)$$

dengan : S_t = luas permukaan total
 N = bilangan Avogadro molekul adsorbat
 $= 6,022 \times 10^{23} / \text{mol}$
 A = tampang lintang $N_2 = 16,2 \text{ \AA}$
 M = massa molekul relatif $N_2 = 28 \text{ g/mol}$

Dengan demikian luas permukaan spesifik dapat dihitung sebagai berikut:

$$S_{\text{BET}} = S_t / W_s \quad (2.8)$$

dengan:

S_{BET} = luas permukaan spesifik padatan
 W_s = massa sampel

2.9.2 Penentuan Volume Pori Total

Volume pori-pori total dapat dihitung dengan perumusan sebagai berikut:

$$V_p = V_{\text{liq}} = \frac{P \times V_{\text{ads}} \times V_m}{R \times T} \quad (2.9)$$

Dimana:

V_p = volume pori-pori total
 V_{liq} = volume N_2 cair yang terserap
 R = konstanta gas = $82,057 \text{ cm}^3 \cdot \text{atm/g} \cdot \text{mol} \cdot \text{K}$
 P = tekanan uap N_2 cair = 1 atm
 T = suhu N_2 cair = 273 K
 V_{ads} = volume gas N_2 yang terserap
 V_m = volume N_2 cair = $34,6 \text{ cm}^3/\text{mol}$

Sehingga dengan demikian diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$V_p = V_{\text{gas}} \times 1,54 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^3/\text{g} \quad (2.10)$$

dengan: V_{gas} = jumlah gas N_2 yang diadsorpsi pada $P/P_0 \approx 1$

2.9.3 Penentuan Jari-jari Pori Rata-rata

Dengan asumsi bahwa geometri pori-pori dalam silinder, sehingga diperoleh rumusan sebagai berikut:

$$r_p = \frac{2 V_p}{S_{BET}} \quad (2.11)$$

dengan: r_p = jari-jari pori rata-rata
 V_p = volume pori-pori total
 S_{BET} = luas permukaan spesifik padatan

2.10 Hipotesis

Berdasarkan teori-teori yang ada, dapat diajukan hipotesis sebagai berikut:

1. Terdapat pengaruh konsentrasi HCl, lama aktivasi, dan lama kontak pada aktivasi mineral piropilit alam Arjosari Pacitan terhadap kapasitas adsorpsinya menggunakan Cl^-
2. Terdapat perbedaan luas permukaan spesifik, volume pori total dan jari-jari pori rata-rata antara piropilit teraktivasi dibandingkan piropilit tanpa aktivasi.



BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian tentang aktivasi mineral piropilit alam Arjosari Pacitan dengan HCl sebagai adsorben Cl^- ini dilaksanakan selama 3 bulan mulai bulan Februari sampai April 2008 di Laboratorium Kimia Anorganik, Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Brawijaya, Malang, dan untuk penentuan luas permukaan padatan spesifik, volume pori total, dan jari-jari pori rata-rata menggunakan metode BET dilakukan di BATAN Yogyakarta.

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

3.2.1 Bahan-bahan Penelitian

3.2.1.1 Mineral Piropilit

Piropilit yang digunakan berupa bongkahan batuan, diambil dari Desa Karang Gede Kecamatan Arjosari Pacitan, Jawa Timur.

3.2.1.2 Bahan Kimia

Bahan kimia yang digunakan adalah: HCl 37%, NaCl, HNO_3 65%, $\text{Fe}(\text{NH}_4)(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, $\text{Hg}(\text{SCN})_2$, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, AgNO_3 , $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, KCl semuanya berderajat pro analisis kecuali akuades dan kertas saring Whatman 41.

3.2.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: mortar, ayakan 120 mesh dan 150 mesh, pengocok elektrik (Edmund Buhler SM 25), desikator, botol semprot, bola hisap, spektrofotometri sinar tampak (CECIL CE 2343), timbangan analitis (Mettler Toledo AL204), oven (Fisher Scientific 655F), pH meter (Inolab), Surface Area Analyzer (Nova 1000), Spektrofotometer Serapan Atom Shimadzu (AA-6200), serta seperangkat alat gelas.

3.3 Tahapan Penelitian

Tahapan kerja dalam penelitian ini adalah:

1. Preparasi sampel piropilit.
2. Penentuan panjang gelombang maksimum Cl^-
3. Pembuatan kurva standar Cl^-
4. Aktivasi mineral piropilit dengan HCl
5. Uji kemampuan adsorpsi mineral piropilit tanpa aktivasi dan teraktivasi terhadap Cl^-
6. Uji pengaruh lama aktivasi terhadap % Cl^- teradsorpsi oleh piropilit
7. Uji pengaruh lama kontak terhadap kapasitas adsorpsi piropilit
8. Karakterisasi dengan menggunakan metode BET meliputi luas permukaan spesifik, volume pori, dan jari-jari pori rata-rata
9. Analisis data.

3.4 Prosedur Kerja

3.4.1 Preparasi Sampel

Mengacu pada prosedur preparasi piropilit oleh Rahayu dkk., (2008) mineral piropilit ditumbuk dan diayak menggunakan ayakan berukuran 120 mesh. Padatan yang lolos diayak lagi menggunakan ayakan berukuran 150 mesh. Satuan ukuran partikel biasanya dalam bentuk mesh. Satuan ini dapat dikonversikan menurut satuan Amerika (US mesh) (Dorfner, 1991):

$$US \text{ mesh} : \frac{16}{\text{mesh}} = \text{diameter partikel (mm)} \quad (3.1)$$

Padatan yang tertahan pada ayakan kedua (150 mesh) dicuci dengan akuades sampai bebas klorida (filtrat hasil pencucian piropilit dilakukan uji kualitatif dengan cara diasamkan dengan HNO_3 0,1M dan ditambahkan beberapa tetes $AgNO_3$ 0,1 M) dan pH filtrat dikontrol agar sama dengan pH akuades. Sampel kemudian dipanaskan pada suhu $105^\circ C$ sampai diperoleh berat konstan.

3.4.2 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Cl⁻ (Greenberg dkk., 1992)

Dipipet larutan Cl⁻ 100 ppm (Lampiran 3 point 3.3) sebanyak 2,5 mL dalam labu ukur 25 mL, kemudian ditambahkan 2 mL Fe(NH₄)(SO₄)₂.12H₂O 0,25 M dalam HNO₃ 9 M dan larutan jenuh Hg(SCN)₂ dalam etanol sebanyak 2,0 mL, diencerkan sampai tanda batas dengan aquades. Larutan dibiarkan selama 10 menit kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang antara 400-500 nm. Dilakukan pengulangan 3 kali sehingga didapatkan 3 set data absorbansi. Dibuat grafik hubungan antara absorbansi terhadap panjang gelombang. Diperoleh panjang gelombang maksimum = 460 nm, dan dipakai sebagai λ maksimum untuk penentuan klorida selanjutnya. Data di tampilkan di Lampiran 4 (Tabel L.4.1 dan Gambar L.4.1)

3.4.3 Pembuatan Kurva Standar Cl⁻ (Greenberg dkk., 1992)

Disiapkan larutan Cl⁻ 100 ppm dengan volume masing-masing 0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3; 3,5; 4,0; dan 4,5 mL, dimasukkan dalam labu ukur 25 mL ditambah 2 mL Fe(NH₄)(SO₄)₂.12H₂O 0,25 M dalam HNO₃ 9 M dan larutan jenuh Hg(SCN)₂ dalam etanol sebanyak 2 mL, diencerkan sampai tanda batas. Larutan dibiarkan selama 10 menit. Absorbansi masing-masing larutan diukur pada panjang gelombang 460 nm, dilakukan pengulangan 3 kali sehingga didapatkan 3 set data absorbansi. Dibuat kurva hubungan antara konsentrasi terhadap absorbansi. Data ditampilkan di Lampiran 4 (Tabel L.4.2 dan Grafik L.4.2)

3.4.4 Aktivasi Mineral Piropilit dengan HCl (Rahayu dkk., 2008)

Sampel piropilit yang telah dipreparasi (prosedur 3.4.1) ditimbang dengan berat masing-masing 1 gram dimasukkan ke dalam 6 buah erlenmeyer 250 mL, kemudian direndam dengan 100 mL larutan HCl 0,1 M; 0,2 M; 0,3 M; 0,4 M; 0,5 M (5 sampel teraktivasi) dan direndam dengan 100 mL akuades (1 sampel tanpa aktivasi). Selanjutnya dikocok menggunakan pengocok elektrik selama 1 jam dengan kecepatan 200 rpm, kemudian sampel dicuci dengan akuades sampai bebas klorida dengan cara seperti pada prosedur 3.4.1 dan residu dipanaskan pada suhu 105°C sampai

diperoleh berat konstan. Prosedur ini dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali.

3.4.5 Uji Kemampuan Adsorpsi Mineral Piropilit Tanpa Aktivasi dan Teraktivasi dengan HCl Terhadap Cl^- (Mutrofin dkk., 2006)

Piropilit hasil perlakuan 3.4.4 diambil masing-masing sebanyak 0,2 gram, dimasukkan dalam erlenmeyer 250 mL dan ditambahkan 100 mL larutan Cl^- 300 ppm (lampiran 3 point 3.4), dikocok dengan pengocok elektrik berkecepatan 100 rpm selama 3 jam, kemudian disaring, filtrat ditampung dalam gelas beaker dan dilakukan uji kandungan Cl^- dalam filtrat dengan metode merkuri(II) tiosianat (prosedur 3.4.8). Dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali sehingga didapatkan 3 set data absorbansi. Dihitung % Cl^- teradsorpsi oleh piropilit dengan menggunakan rumus (Oscik dan Copper, 1982):

$$\% \text{ teradsorpsi} = \frac{C_o - C_s}{C_o} \times 100\% \quad (3.2)$$

Dimana:

C_o = konsentrasi Cl^- sebelum teradsorpsi (ppm)

C_s = konsentrasi Cl^- sesudah teradsorpsi (ppm)

Data yang diperoleh kemudian dibuat grafik hubungan antara % teradsorpsi terhadap konsentrasi HCl (Gambar 4.2).

3.4.6 Uji Pengaruh Lama Aktivasi Terhadap % Cl^- Teradsorpsi oleh Piropilit

Sampel piropilit sebanyak 1 gram (disiapkan 5 sampel) dimasukkan erlenmeyer 250 mL, direndam dengan 100 mL HCl optimum (0,3M), kemudian dikocok dengan pengocok elektrik berkecepatan 200 rpm selama 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit, dan 150 menit, kemudian disaring, filtrat ditampung dalam gelas beaker dicuci dengan akuades sampai bebas klorida dan residu dipanaskan pada suhu 105°C sampai diperoleh berat konstan.

Diambil 0,2 gram (disiapkan 5 sampel), dimasukkan dalam erlenmeyer 250 mL, ditambah 100 mL larutan Cl^- 300 ppm dikocok dengan pengocok elektrik dengan kecepatan 100 rpm selama 3 jam, disaring, filtrat ditampung dalam gelas beaker dan dilakukan uji kandungan Cl^- dalam filtrat dengan metode merkuri(II) tiosianat

(prosedur 3.4.8). Dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali sehingga didapatkan 3 set data absorbansi. Dihitung % Cl teradsorpsi oleh piropilit dan dibuat grafik hubungan antara % teradsorpsi terhadap lama aktivasi (Gambar 4.3).

Setelah diperoleh konsentrasi HCl optimum (0,3M) dan lama aktivasi optimum (90 menit), dilakukan pengujian terhadap seberapa jauh aktivasi dengan HCl mampu melarutkan oksida-oksida logam yang terdiri dari MgO, CaO, Na₂O, Fe₂O₃, dan K₂O yang ada di dalam piropilit dengan cara ditimbang 1 gram piropilit (disiapkan 2 sampel), dimasukkan dalam erlenmeyer 250 mL, ditambah 100 mL akuades (piropilit tanpa aktivasi) dan ditambah HCl 0,3 M (untuk piropilit teraktivasi) dan dikocok dengan pengocok elektrik berkecepatan 200 rpm selama 90 menit. Filtrat ditampung dalam beaker gelas dan diukur kandungan Mg²⁺, Ca²⁺, Na⁺, Fe³⁺, dan K⁺ dengan Spektrofotometer Serapan Atom. Banyaknya oksida-oksida logam yang keluar dihitung dengan menggunakan persamaan kurva standar seperti pada Lampiran 6.

3.4.7 Uji Pengaruh Lama kontak Terhadap Kapasitas Adsorpsi Pirolit

Sampel piropilit sebanyak 1 gram (disiapkan 5 sampel), dimasukkan erlenmeyer 250 mL, direndam dengan 100 mL HCl optimum (0,3 M) hasil perlakuan 3.4.5 selama 90 menit (hasil perlakuan 3.4.6). Selanjutnya sampel disaring dan dicuci dengan akuades sampai bebas klorida dan residu dipanaskan pada suhu 105^oC sampai diperoleh berat konstan.

Diambil 0,2 gram (disiapkan 5 sampel), dimasukkan dalam erlenmeyer 250 mL ditambah 100 mL larutan Cl⁻ 300 ppm, kemudian dikocok dengan pengocok elektrik berkecepatan 100 rpm selama 1 jam; 2 jam; 3 jam; 4 jam; dan 5 jam, kemudian disaring, filtrat ditampung dalam gelas beaker dan dilakukan uji kandungan Cl⁻ dalam filtrat dengan metode merkuri(II) tiosianat (prosedur 3.4.8). Dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali sehingga didapatkan 3 set data absorbansi. Dihitung kapasitas adsorpsi piropilit dengan menggunakan rumus (Oscik dan Copper, 1982) :

$$q_c = \frac{(C_o - C_s).V}{W} \quad (3.3)$$

dengan :	Co	= konsentrasi Cl ⁻ sebelum adsorpsi (ppm)
	Cs	= konsentrasi Cl ⁻ sesudah adsorpsi (ppm)
	Cs	= $x \cdot fp$
	fp	= faktor pengenceran
	x	= konsentrasi Cl ⁻ saat pengukuran
	W	= berat sampel piropilit (gram)
	V	= volume larutan pada saat proses adsorpsi (Liter)
	qc	= kapasitas adsorpsi (mg/g)

Data yang diperoleh kemudian dibuat grafik hubungan antara kapasitas adsorpsi terhadap lama kontak (Gambar 4.4).

3.4.8 Penentuan Ion Klorida dalam Filtrat (yang Tidak Teradsorpsi) dengan Metode Merkuri(II) tiosianat

Sebanyak 2,5 mL filtrat hasil perlakuan 3.4.5; 3.4.6; dan 3.4.7 dimasukkan labu ukur 25 mL, selanjutnya ditambah 2 mL $\text{Fe}(\text{NH}_4)(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 0,25 M dalam HNO_3 9 M dan larutan jenuh $\text{Hg}(\text{SCN})_2$ dalam etanol sebanyak 2 mL, diencerkan sampai tanda batas. Larutan dibiarkan 10 menit. Absorbansi masing-masing larutan diukur pada $\lambda = 460$ nm. Konsentrasi Cl⁻ dalam sampel ditentukan dengan cara memasukkan nilai absorbansi sampel ke dalam persamaan kurva standar.

3.4.9 Penentuan Luas Permukaan Spesifik Padatan, Volume Pori Total, dan Jari-Jari Pori Rata-Rata Menggunakan Metode BET

Mineral piropilit Arjosari teraktivasi HCl 0,3M (optimum) pada lama aktivasi 90 menit (optimum) ditentukan luas permukaan spesifik padatan, volume pori total dan jari-jari pori rata-rata dengan menggunakan *Surface Area Analyzer* (SAA).

Sebelum diukur dengan *Surface Area Analyzer* (SAA), piropilit Nawangan pada kondisi optimum dipanaskan pada suhu 105^oC kemudian diletakkan pada desikator dan ditimbang sampai diperoleh berat konstan. Selanjutnya dilakukan *degassing* sampel menggunakan gas N₂ dengan kecepatan alir 40 mBar/menit pada suhu 150^oC selama 1 jam. Sampel dikarakterisasi dengan *Surface Area Analyzer* (SAA), sampai diperoleh data volume gas N₂

teradsorpsi. Selanjutnya data yang diperoleh diolah dengan metode BET (Lowell dan Shields, 1984).

3.5. Analisis Data (Kusriningrum, 2008)

Analisis data dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) untuk mengetahui pengaruh dari tiap perlakuan dengan uji F pada taraf nyata 1 %. Apabila terdapat perbedaan dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan (*Duncan's multiple range test*) 1 % untuk mengetahui perlakuan mana yang memberikan nilai optimum. Pola analisis yang digunakan, dapat ditunjukkan seperti tabel berikut ini:

Tabel 3.1 Analisis Data

Perlakuan	Pengulangan			Total
X ₀	X _{0,1}	X _{0,2}	X _{0,3}	$\sum_{j=1}^n Y_{ij} = Y_0$
X ₁	X _{1,1}	X _{1,2}	X _{1,3}	$\sum_{j=1}^n Y_{ij} = Y_1$
X ₂	X _{2,1}	X _{2,2}	X _{2,3}	$\sum_{j=1}^n Y_{ij} = Y_2$
X ₃	X _{3,1}	X _{3,2}	X _{3,3}	$\sum_{j=1}^n Y_{ij} = Y_3$
X ₄	X _{4,1}	X _{4,2}	X _{4,3}	$\sum_{j=1}^n Y_{ij} = Y_4$

Untuk uji ada tidaknya pengaruh penambahan HCl terhadap kapasitas adsorpsi piropilit Arjosari terhadap Cl maka dilakukan uji F dengan cara sebagai berikut:

Menghitung faktor koreksi :

$$FK = \frac{\left[\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n Y_{ij} \right]^2}{p \times n} \quad (3.4)$$

Menghitung jumlah kuadrat (JK) :

$$a. JK \text{ total} = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n Y_{ij} - FK \quad (3.5)$$

$$b. JK \text{ perlakuan} = \frac{\left[\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n Y_{ij} \right]^2}{n_1} - FK \quad (3.6)$$

$$c. JK \text{ galat} = JK \text{ total} - JK \text{ perlakuan} \quad (3.7)$$

Menghitung kuadrat tengah (KT) setiap sumber keragaman

$$a. KT \text{ perlakuan} = \frac{JK \text{ perlakuan}}{dB \text{ perlakuan}} \quad (3.8)$$

$$b. Kt \text{ galat} = \frac{JK \text{ galat}}{dB \text{ galat}} \quad (3.9)$$

Menghitung nilai F

$$F_{\text{hitung}} \text{ perlakuan} = \frac{KT \text{ perlakuan}}{KT \text{ galat}} \quad (3.10)$$

Setelah jumlah kuadrat total, perlakuan dan galat dihitung dapat dinuat analisis uraian seperti yang diperlihatkan pada tabel berikut :

Tabel 3.2 Analisis sidik ragam satu arah

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F _{hitung}
Perlakuan	p-1	JKp	KTp	KTp/KT
Galat	p (n-1)	JKg	KTg	
Total	pn -1	JKt		

Keterangan : p = banyak perlakuan
n = banyaknya ulangan
dB = derajat bebas

Untuk menghitung beda nyata terhadap perlakuan, maka dibuat hipotesis nol (H₀) dan hipotesis alternatif (H₁) sebagai berikut:

H₀ = tidak ada pengaruh perlakuan

H₁ = minimal 1 pasang pengaruh perlakuan menunjukkan perbedaan

Jika $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka H_0 ditolak, berarti ada perbedaan nyata perlakuan dan dilakukan uji jarak berganda Duncan (*Duncan's multiple range test*).

Uji Jarak Berganda Duncan tidak menggunakan satu titik kritis, tetapi menggunakan $(t-1)$ titik kritis. Titik-titik kritis ini disebut dengan Jarak Nyata di *student* kan (*Significant Studentized Range – SSR*), atau dinamakan pula Jarak Nyata Duncan (JND).

Uji Jarak Berganda Duncan menggunakan LSR (*Least Significant Range*) atau disebut juga Jarak Nyata Terkecil (JNT), untuk menentukan apakah dua nilai tengah atau dua nilai rata-rata pengamatan dengan jarak tertentu berbeda atau tidak berbeda.

Menentukan Jarak Berganda Duncan :

1. Menghitung beda rata-rata antar perlakuan
2. Mencari SSR (*Significant Studentized Range*)
3. Menghitung nilai s.e.

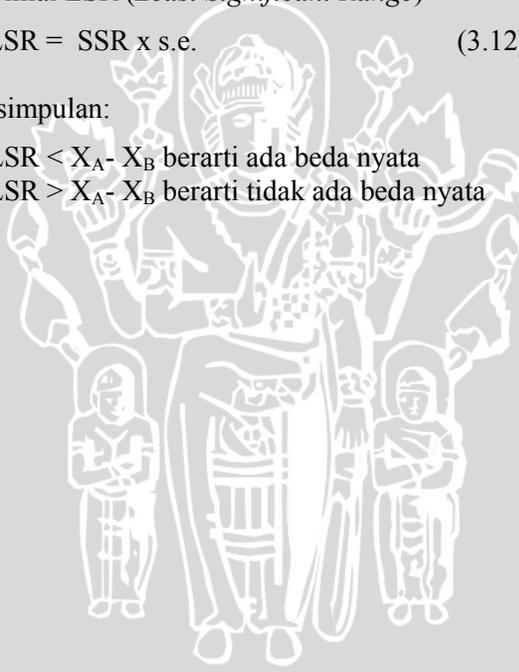
$$\text{dimana : s.e.} = \sqrt{\frac{KTG}{n}} \quad (3.11)$$

4. Menghitung nilai LSR (*Least Significant Range*)

$$\text{dimana: LSR} = \text{SSR} \times \text{s.e.} \quad (3.12)$$

5. Menarik Kesimpulan:

- a. Jika $\text{LSR} < X_A - X_B$ berarti ada beda nyata
- b. Jika $\text{LSR} > X_A - X_B$ berarti tidak ada beda nyata



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Preparasi Piropilit

Padatan mineral piropilit ditumbuk untuk mendapatkan ukuran mineral yang lebih kecil. Kemudian serbuk piropilit diayak untuk mendapatkan sampel piropilit dengan ukuran yang seragam (0,13–0,11mm), hal tersebut bertujuan agar tiap butiran piropilit mempunyai luas permukaan yang sama. Selanjutnya sampel piropilit dicuci dengan akuades sampai bebas klorida dan pH filtrat dikontrol agar sama dengan pH akuades. Tujuan pencucian sampai bebas klorida ini adalah untuk menghilangkan semua Cl^- yang berada dalam piropilit agar keberadaannya tidak mengganggu pada saat proses adsorpsi. Digunakan AgNO_3 untuk mengetahui ada tidaknya ion klorida dalam sampel piropilit, dimana jika dalam filtrat pencucian masih terdapat ion klorida, maka dalam filtrat akan terbentuk endapan putih AgCl , sedangkan tujuan pengontrolan pH adalah untuk mempermudah pengaturan pH pada saat proses aktivasi. Serbuk piropilit dipanaskan pada temperatur 105°C untuk menghilangkan molekul air yang masih terdapat pada piropilit setelah itu ditimbang sampai berat konstan. Dari preparasi ini, didapatkan sampel piropilit dengan ukuran 0,13-0,11 mm yang bebas dari ion klorida dengan berat konstan.

4.2. Aktivasi Mineral Piropilit dengan HCl

Sampel piropilit yang sudah dipreparasi kemudian diaktivasi dengan menggunakan HCl dengan variasi konsentrasi 0,1 M; 0,2 M; 0,3 M; 0,4 M; dan 0,5 M. Tujuan dari aktivasi ini adalah untuk mengaktifkan situs-situs aktif yang ada pada piropilit, sehingga piropilit yang awalnya bermuatan netral menjadi piropilit- H^+ . Adanya H^+ yang telah terikat dengan piropilit ditandai dengan naiknya % Cl^- teradsorpsi antara piropilit teraktivasi dengan piropilit tanpa aktivasi. Situs yang teraktifkan pada piropilit yaitu situs $-\text{O}-$ pada lapisan silika dan situs $-\text{OH}$ pada lapisan alumina (Keren dkk., 1994). Selain itu, aktivasi ini juga bertujuan untuk melarutkan pengotor yang berbentuk oksida seperti CaO , MgO , K_2O , Na_2O , dan Fe_2O_3 , yang ada pada piropilit sehingga pori-pori piropilit terbuka.

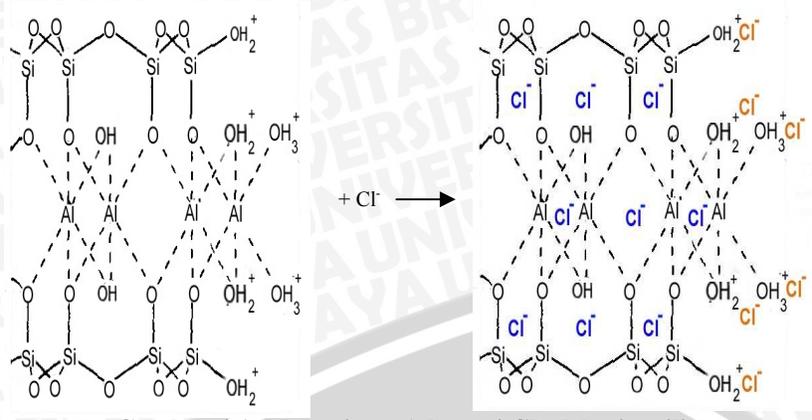
Larutnya pengotor-pengotor yang terdapat pada piropilit ini ini dibuktikan dengan adanya kadar CaO , MgO , K_2O , Na_2O , dan Fe_2O_3 pada saat pengukuran dengan AAS (Tabel 4.4). HCl digunakan untuk aktivasi karena sebagian besar pengotor pada piropilit khususnya oksida-oksida logam dapat larut. Asam HCl dalam larutan akan melepaskan H^+ , dimana H^+ tersebut akan mengaktifkan situs-situs pada piropilit sehingga dapat meningkatkan kemampuan dalam meyerap adsorbat (Cl). Proses aktivasi dengan penambahan asam dapat dilihat pada Gambar 2.3.

Berdasarkan Gambar 2.3 dapat dijelaskan bahwa pada pH rendah (pH asam) yaitu $\text{pH} < 4,2$ maka gugus $-\text{OH}$ yang terikat pada permukaan lapisan oktahedral tepatnya pada situs Al(III) akan berubah menjadi gugus OH_2 dan gugus $-\text{O}-$ yang terikat pada permukaan lapisan tetrahedral tepatnya pada situs Si(IV) akan berubah menjadi gugus OH . Pada suasana asam tertentu, dimungkinkan OH_2 akan berubah menjadi situs asam Lewis OH_3^+ . Adanya situs asam Lewis inilah mampu meningkatkan interaksi atau daya tariknya dengan Cl yang berasal dari adsorbat.

Aktivasi ini dilakukan dengan pengocokan agar setiap bagian sampel dapat kontak dengan larutan HCl secara merata. Aktivasi mineral piropilit dengan variasi konsentrasi HCl diharapkan dapat menghasilkan % Cl teradsorpsi yang optimum. Sampel piropilit hasil aktivasi kemudian disaring dan dicuci dengan akuades sampai bebas klorida. Tujuan pencucian sampai bebas klorida ini adalah untuk menghilangkan semua Cl yang berada dalam piropilit agar keberadaannya tidak mengganggu pada proses adsorpsi Cl yang berasal dari adsorbat.

4.3. Uji Kemampuan Adsorpsi Mineral Piropilit Tanpa Aktivasi dan Teraktivasi dengan HCl Terhadap Cl

Kemampuan mineral piropilit tanpa aktivasi dan teraktivasi perlu ditentukan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh perlakuan aktivasi dibandingkan dengan mineral piropilit yang tanpa aktivasi dan juga untuk mengetahui berapa konsentrasi HCl yang digunakan untuk mendapatkan % Cl teradsorpsi optimum. Uji kemampuan mineral piropilit teraktivasi dilakukan dengan menggunakan variasi konsentrasi HCl. Mekanisme terjadinya adsorpsi Cl oleh piropilit dapat dilihat pada Gambar 4.1:



Gambar 4.1 Mekanisme Adsorpsi Cl⁻ oleh piropilit

Keterangan:

- = Cl⁻ teradsorpsi akibat pengaruh aktivasi dengan HCl
- = Cl⁻ teradsorpsi akibat pengaruh ukuran pori piropilit

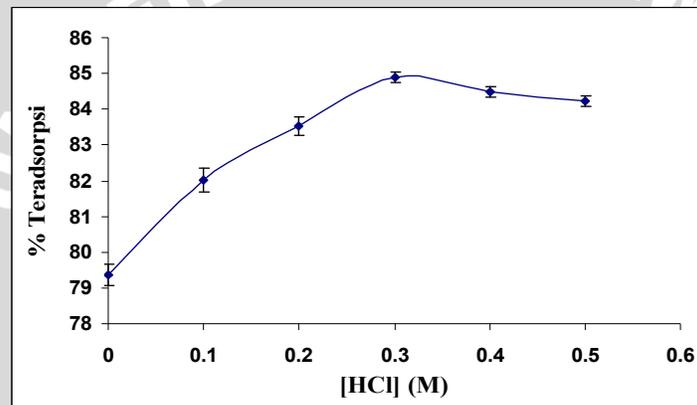
Menurut Oscik dan Copper (1982), molekul-molekul yang terdapat pada permukaan adsorben dikelilingi oleh molekul lain dengan cara yang tidak simetris, hal ini mengakibatkan gaya-gaya yang bekerja pada permukaan adsorben menjadi tidak seimbang. Ketidakseimbangan ini mengakibatkan molekul-molekul pada permukaan adsorben cenderung untuk menarik molekul lain, sehingga terjadi peristiwa adsorpsi. Ion klorida dalam larutan berada dalam keadaan tersolvasi oleh molekul-molekul air, hal ini mengakibatkan bagian positif dari molekul air akan menarik Cl⁻ yang bermuatan negatif, dengan adanya gaya tarik tersebut menyebabkan Cl⁻ dapat masuk dan tertahan di dalam pori-pori piropilit. Gaya tarik tersebut merupakan antaraksi antara dwikutub-dwikutub yang akan menghasilkan energi orientasi yang bersifat tarik-menarik sehingga menghasilkan ikatan Van Der Waals yang dapat menahan Cl⁻ di dalam rongga pori piropilit. Selain itu, dengan adanya situs asam Lewis pada piropilit yang telah diaktivasi, maka Cl⁻ akan menempel pada situs asam Lewis tersebut karena adanya gaya Van Der Waals.

Data penentuan kemampuan mineral piropilit tanpa aktivasi ([HCl] 0 M) dan teraktivasi ([HCl] 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; dan 0,5 M), dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Gambar 4.2. Berdasarkan Tabel 4.1 dan Gambar 4.2, tampak bahwa piropilit tanpa aktivasi (HCl 0 M) mampu mengadsorpsi ion klorida. Hal ini bisa terjadi karena mineral

piropilit mempunyai pori-pori sehingga mampu mengadsorpsi ion yang memiliki jari-jari dengan ukuran yang lebih kecil dari ukuran pori piropilit. Klorida mempunyai jari-jari ion 1,81 Å (Huheey dkk., 1993), sedangkan piropilit Arjosari mempunyai jari-jari pori rata-rata 19,3 Å (Bintara dkk, 2007) sehingga ion klorida dapat teradsorpsi secara fisik ke dalam pori-pori piropilit.

Tabel 4.1 Nilai % Cl teradsorpsi oleh piropilit tanpa aktivasi dan teraktivasi dengan HCl

[HCl]	% Teradsorpsi				SD
	1	2	3	Rata-rata	
0,0	79,35	79,65	79,05	79,35	0,30
0,1	82,21	82,21	81,66	82,02	0,32
0,2	83,28	83,80	83,54	83,54	0,26
0,3	84,82	85,06	84,82	84,90	0,14
0,4	84,31	84,57	84,57	84,48	0,15
0,5	84,31	84,31	84,06	84,22	0,14



Gambar 4.2 Grafik pengaruh konsentrasi HCl yang digunakan untuk aktivasi piropilit dengan % teradsorpsi rata-rata

Berdasarkan Tabel 4.1 dan Gambar 4.2, dapat dilihat bahwa terjadi kenaikan persen teradsorpsi dari piropilit tanpa aktivasi sampai piropilit teraktivasi dengan HCl 0,3 M. Hal ini disebabkan makin tinggi konsentrasi HCl yang diperlukan untuk aktivasi, maka situs-situs yang teraktifkan oleh ion H^+ semakin banyak. Banyaknya

situs positif ini, akan mengakibatkan makin banyaknya ion klorida yang teradsorpsi pada piropilit, sehingga % teradsorpsinya akan meningkat, nilai % Cl⁻ teradsorpsi optimum terletak pada piropilit yang diaktivasi menggunakan HCl dengan konsentrasi 0,3 M, sedangkan diatas konsentrasi 0,3 M, nilai % teradsorpsinya konstan, hal ini sudah sesuai dengan teori, dimana secara teoritis, grafik yang terbentuk setelah terjadi kesetimbangan adsorpsi adalah konstan.

Tabel 4.2 pH filtrat piropilit dari berbagai konsentrasi HCl sebelum dan setelah kontak dengan piropilit

[HCl] M untuk aktivasi	pH awal larutan Cl ⁻ 300 ppm	pH akhir filtrat setelah kontak dengan piropilit
0,0	6,18	6,26
0,1	6,18	6,52
0,2	6,18	6,38
0,3	6,18	6,40
0,4	6,18	6,42
0,5	6,18	6,41

Data pada Tabel 4.2 menunjukkan bahwa pH akhir filtrat setelah kontak dengan piropilit mengalami kenaikan dibanding dengan pH awal filtrat Cl⁻ 300ppm, hal ini dimungkinkan karena adanya pengotor yang bersifat basa yang terlepas ke dalam larutan ruah. Pengotor yang bersifat basa pada piropilit sebagian besar adalah oksida-oksida logam, misalnya Fe₂O₃, CaO, Na₂O, MgO, dan K₂O (Cotton dan Wilkinson, 1989). Berdasarkan Tabel 4.2 dapat dilihat bahwa pH akhir filtrat setelah kontak dengan piropilit tanpa aktivasi lebih rendah daripada pH akhir filtrat piropilit dengan aktivasi, hal ini dimungkinkan karena tidak adanya perlakuan aktivasi dengan HCl, menyebabkan oksida-oksida logam yang terdapat pada piropilit sulit terlarut, dimana oksida-oksida tersebut masih dalam bentuk padatan yang mengisi rongga-rongga piropilit, sehingga meskipun dilakukan pengocokan dengan adsorbat (Cl⁻ 300 ppm) selama 3 jam, tidak dapat mengeluarkan oksida-oksida tersebut dengan jumlah yang besar. Sedangkan pada aktivasi dengan HCl 0,1M, pH akhir filtrat mengalami kenaikan yang cukup tinggi dibandingkan pH akhir filtrat pada piropilit teraktivasi lainnya. Hal ini dimungkinkan karena pada saat aktivasi 0,1 M, oksida-oksida logam yang ada pada piropilit belum terlarut sempurna dan masih ada pada

lapisan atas piropilit, sehingga pada saat pengocokan dengan adsorbat (Cl^- 300 ppm) selama 3 jam oksida-oksida tersebut baru dapat keluar dari piropilit, sehingga pH nya cenderung lebih tinggi. Untuk aktivasi 0,2 M; 0,3 M; 0,4 M; dan 0,5 M (Tabel 4.2) perubahan pH filtrat yang terjadi nilainya tidak berbeda jauh, hal ini menunjukkan aktivasi diatas 0,2 M, memberikan kelarutan terhadap pengotor dengan jumlah hampir sama.

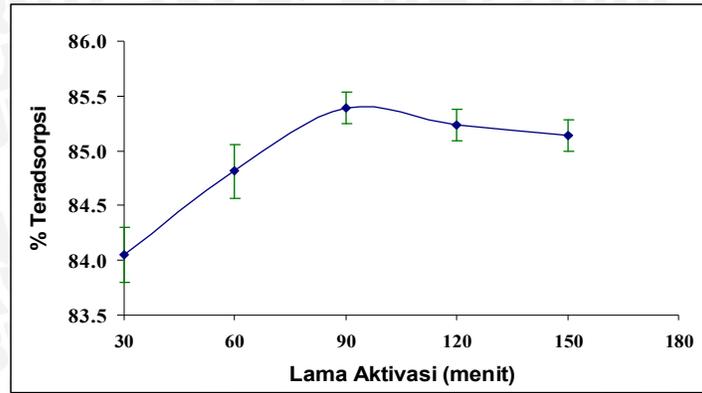
Berdasarkan perhitungan statistik menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) pada taraf nyata 1% ($\alpha = 0,01$) dapat diketahui bahwa nilai $F_{\text{hitung}} (245,22) > F_{\text{tabel}} (5,06)$ (dapat dilihat pada tabel L.7.1.4), hal ini menunjukkan bahwa variasi HCl yang digunakan dalam proses aktivasi berpengaruh pada nilai % Cl^- teradsorpsi oleh piropilit. Hasil uji Jarak Berganda Duncan (*Duncan's multiple range test*) pada taraf nyata 1% ($\alpha = 0,01$) (Tabel L.7.1.5) diperoleh bahwa konsentrasi HCl optimum untuk adsorpsi Cl^- adalah 0,3M.

4.4. Uji Pengaruh Lama Aktivasi Terhadap % Cl^- Teradsorpsi oleh Piropilit

Untuk mengetahui lama aktivasi optimum pada mineral piropilit, dilakukan dengan memvariasi lama pengocokan piropilit dengan larutan HCl optimum (0,3 M) pada 30 menit; 60 menit; 90 menit; 120 menit; dan 150 menit. Hasil penentuan lama aktivasi optimum mineral piropilit dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Nilai % Cl^- teradsorpsi piropilit teraktivasi HCl 0,3 M dengan variasi lama aktivasi

Lama Aktivasi (menit)	% teradsorpsi				SD
	1	2	3	rata-rata	
30	84,31	83,28	84,06	84,05	0,25
60	84,82	84,57	85,06	84,81	0,25
90	85,55	85,31	85,31	85,39	0,14
120	85,31	85,06	85,31	85,23	0,14
150	85,31	85,06	85,06	85,14	0,14



Gambar 4.3 Grafik pengaruh lama aktivasi dengan HCl 0,3 M terhadap % teradsorpsi rata-rata

Berdasarkan Tabel 4.3 dan Gambar 4.3 dapat dilihat bahwa Cl^- teradsorpsi optimum pada lama aktivasi 90 menit dengan % teradsorpsi sebesar 85,39%, hal ini berarti pada lama aktivasi 90 menit, piropilit telah teraktivasi sempurna oleh H^+ yang berasal dari HCl 0,3 M. Sedangkan pada lama aktivasi kurang dari 90 menit terjadi penurunan % Cl^- teradsorpsi. Hal ini terjadi karena piropilit dengan lama aktivasi kurang dari 90 menit kemungkinan masih ada situs-situs aktif piropilit yang belum teraktifkan dengan H^+ , sebagai akibat kurangnya pengocokan dengan zat pengaktif (HCl 0,3 M) sehingga dengan meningkatkan lama aktivasi akan meningkatkan pula H^+ yang terikat pada situs aktif piropilit yang akhirnya akan mempermudah mineral ini untuk mengadsorpsi ion Cl^- . Selain itu, pada lama aktivasi kurang dari 90 menit dimungkinkan masih adanya pengotor yang belum larut dengan HCl yang menutupi pori-pori piropilit.

Banyaknya Cl^- teradsorpsi optimum yang diperoleh pada konsentrasi HCl optimum (0,3 M) dan lama aktivasi optimum (90 menit) menunjukkan kenaikan yang kecil yaitu sebesar 0,68 % dibandingkan dengan lama aktivasi 60 menit. Hal ini berarti pengaruh lama aktivasi dari 60 menit ke 90 menit tidak memberikan perbedaan nilai % teradsorpsi yang signifikan. Keadaan situs-situs piropilit sudah mulai jenuh pada lama aktivasi 60 menit dan tercapai kesetimbangan pada lama aktivasi 90 menit.

Pada saat diperoleh konsentrasi HCl optimum dan lama aktivasi optimum, dilakukan pengujian terhadap seberapa jauh aktivasi dengan HCl mampu mengeluarkan impuritas (oksida-oksida logam) yang ada di dalam piropilit (4.4). Berdasarkan data pada Tabel 4.4 tampak bahwa konsentrasi oksida-oksida logam yang terdapat dalam filtrat piropilit teraktivasi optimum (konsentrasi HCl 0,3 M dengan lama aktivasi 90 menit) meningkat dibandingkan dengan piropilit tanpa aktivasi, hal ini membuktikan bahwa dengan melakukan aktivasi, pengotor-pengotor yang terdapat dalam piropilit akan semakin banyak yang keluar.

Tabel 4.4 Konsentrasi oksida-oksida logam dalam filtrat piropilit

[HCl]	Kadar (%)				
	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	Fe ₂ O ₃
0,0 M	0,03	0,01	0,04	0,01	0,00
0,3 M	0,04	0,02	0,05	0,02	0,01

Berdasarkan perhitungan statistik menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) pada taraf nyata 1% ($\alpha = 0,01$) dapat diketahui bahwa nilai $F_{hitung}(22,11) > F_{tabel}(5,99)$ (dapat dilihat pada tabel L.7.2.4), hal ini menunjukkan bahwa variasi lama aktivasi yang digunakan dalam proses aktivasi berpengaruh pada nilai % Cl⁻ teradsorpsi oleh piropilit. Hasil uji Jarak Berganda Duncan (*Duncan's multiple range test*) pada taraf nyata 1% ($\alpha = 0,01$) (Tabel L.7.2.5) diperoleh bahwa lama aktivasi optimum untuk adsorpsi Cl⁻ adalah 90 menit.

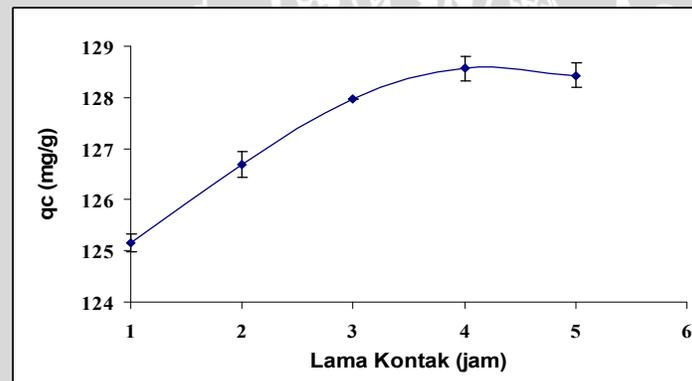
4.5 Uji Pengaruh Lama Kontak Terhadap Kapasitas Adsorpsi Piropilit

Perpindahan molekul adsorbat dari fase ruah larutan ke permukaan adsorben terjadi secara terus menerus sampai konsentrasi adsorbat yang tertinggal di dalam larutan berada dalam kesetimbangan dengan konsentrasi adsorbat yang teradsorpsi pada permukaan adsorben. Penentuan lama kontak optimum dalam penelitian ini digunakan untuk menentukan lama kontak yang menghasilkan kapasitas adsorpsi optimum.

Berdasarkan data pada Tabel 4.5 dan Gambar 4.4, dapat dilihat bahwa terjadi kenaikan jumlah klorida yang teradsorpsi yang ditunjukkan dengan meningkatnya kapasitas adsorpsi pada lama kontak 1 sampai 4 jam dengan kapasitas adsorpsi sebesar 125,157 mg/g sampai 128,566 mg/g. Kenaikan ini dikarenakan masih belum terjadi kesetimbangan adsorpsi sehingga pergerakan larutan NaCl ke permukaan akan semakin bertambah dengan bertambahnya lama kontak dengan adsorbat sampai terjadi kesetimbangan adsorpsi. Ion klorida teradsorpsi optimum pada lama kontak 4 jam dengan kapasitas adsorpsi 128,566 mg/g, hal ini menunjukkan bahwa pada saat lama kontak 4 jam telah terjadi kesetimbangan adsorpsi antara konsentrasi adsorbat yang berada pada fasa ruah dengan konsentrasi adsorbat yang teradsorpsi pada mineral.

Tabel 4.5 Nilai kapasitas adsorpsi piropilit teraktivasi HCl 0,3M selama 90 menit dengan variasi lama kontak

Lama Kontak (jam)	Kapasitas Adsorpsi (qc)			rata-rata	SD	% teradsorpsi
	1	2	3			
1	125,261	124,948	125,261	125,157	0,181	83,44
2	126,409	126,827	126,827	126,688	0,241	84,46
3	127,975	127,975	127,975	127,975	0,000	85,32
4	128,706	128,288	128,706	128,566	0,241	85,71
5	128,288	128,288	128,706	128,427	0,241	85,62



Gambar 4.4 Grafik pengaruh lama kontak terhadap kapasitas adsorpsi piropilit 0,2 g yang teraktivasi dengan HCl 0,3 M selama 90 menit

Nilai % Cl^- teradsorpsi optimum yang diperoleh pada konsentrasi HCl optimum (0,3 M), lama aktivasi optimum (90 menit) dan lama kontak optimum (4 jam) menunjukkan kenaikan yang kecil yaitu sebesar 0,46 % dibandingkan dengan lama kontak 3 jam. Hal ini berarti pengaruh lama kontak dari 3 jam ke 4 jam tidak memberikan perbedaan nilai kapasitas adsorpsi yang signifikan. Keadaan situs-situs piropilit sudah mulai jenuh pada lama kontak 3 jam dan tercapai kesetimbangan pada lama kontak 4 jam.

Pada konsentrasi HCl 0,3 M, lama aktivasi 90 menit dan lama kontak 4 jam, diperoleh $q_c = 128.566$ mg/g. Terjadi kenaikan sebesar 8,01% dibandingkan dengan q_c piropilit tanpa aktivasi ($q_c = 119.033$ mg/g) (Tabel L.5.1). Kenaikan ini tergolong kecil (dibuktikan dengan tidak adanya beda nyata pada uji statistik (Tabel L7.45)), hal ini dimungkinkan karena ukuran Cl^- ($1,8 \text{ \AA}$) jauh lebih kecil dibandingkan dengan ukuran jari-jari pori piropilit Arjosari ($19,3 \text{ \AA}$), sehingga Cl^- sudah teradsorpsi secara fisik dengan baik. Proses aktivasi dengan asam tidak memberikan kenaikan kapasitas adsorpsi (q_c) yang signifikan karena piropilit sudah mulai jenuh oleh Cl^- . Meskipun kenaikan persentase kapasitas adsorpsi piropilit tanpa aktivasi ke teraktivasi tampak rendah, tetapi piropilit merupakan mineral yang berprospek sebagai adsorben Cl^- karena % teradsorpsinya cukup tinggi yaitu 85,71%.

Berdasarkan perhitungan statistik menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap pada taraf nyata 1% ($\alpha = 0,01$) dapat diketahui bahwa nilai F_{hitung} ($152,098$) $>$ F_{tabel} ($5,99$) (dapat dilihat pada tabel L.7.3.4), hal ini menunjukkan bahwa variasi lama kontak yang digunakan berpengaruh pada nilai kapasitas adsorpsi piropilit terhadap Cl^- . Hasil uji Jarak Berganda Duncan (*Duncan's multiple range test*) pada taraf nyata 1% ($\alpha = 0,01$) (Tabel L.7.3.5) diperoleh bahwa lama kontak optimum untuk adsorpsi Cl^- adalah 4 jam.

4.6 Penentuan Luas Permukaan Spesifik Padatan, Volume Pori Total, dan Jari-Jari Pori Rata-Rata Menggunakan Metode BET

Aktivasi mineral piropilit Arjosari Pacitan dengan menggunakan HCl berpengaruh terhadap luas permukaan spesifik, volume pori total dan jari-jari pori rata-ratanya. Penentuan nilai ketiganya dilakukan pada piropilit teraktivasi dengan HCl optimum

yang menghasilkan nilai % teradsorpsi optimum yaitu HCl 0,3 M dengan lama aktivasi optimum (90 menit).

Tabel 4.6 Data karakterisasi piropilit tanpa aktivasi dan teraktivasi

No	Karakterisasi Piropilit	Tanpa Aktivasi	Dengan Aktivasi
1	luas permukaan spesifik (m^2/g)	9,0422	3,6859
2	volume pori (cm^3/g)	$8,746 \times 10^{-3}$	$5,3371 \times 10^{-3}$
3	Jari-jari pori rata-rata (Å)	19,3	28,96

Berdasarkan Tabel 4.6, dapat dilihat bahwa terjadi penurunan nilai luas permukaan spesifik dari $9,0422 m^2/g$ (tanpa aktivasi) menjadi $3,6859 m^2/g$ (teraktivasi HCl 0,3 M) dan penurunan volume pori dari $8,746 \times 10^{-3} cm^3/g$ menjadi $5,3371 \times 10^{-3} cm^3/g$. Hal ini mungkin disebabkan struktur piropilit yang berupa lapisan-lapisan sehingga dengan adanya aktivasi dimungkinkan pengotor-pengotor yang telah larut dengan HCl tidak dapat terlepas seluruhnya ke dalam fase ruah tetapi sebagian masih tertahan pada lapisan di atasnya. Oleh karena itu, banyak permukaan dan pori-pori mineral terisi kembali oleh impuritis dari lapisan sebelumnya. Semakin banyak pengotor yang berada pada lapisan atas, maka luas permukaan spesifiknya akan semakin kecil dan semakin banyak pengotor yang berada diantara lapisan-lapisan, maka volume porinya akan semakin kecil.

Berbeda dengan luas permukaan spesifik dan volume pori total, jari-jari pori rata-rata mengalami kenaikan dari $19,3 \text{ Å}$ (tanpa aktivasi) menjadi $28,96 \text{ Å}$ (teraktivasi HCl 0,3 M). Menurut Lowell dan Shield (1984), luas permukaan spesifik sebanding dengan jari-jari pori rata-rata, dimana jika luas permukaan spesifik menurun, maka akan menghasilkan jari-jari pori rata-rata yang juga menurun. Pada penelitian ini diperoleh hasil yang bertentangan, hal ini dimungkinkan karena sampel piropilit Arjosari Pacitan seperti yang telah dinyatakan Bintara dkk. (2007) tidak murni, tetapi juga mengandung mineral yang lain seperti kuarsa (SiO_2), rutil (TiO_2), hematit (Fe_2O_3), gotit ($FeO(OH)$), kianit (Al_2SiO_5), gipsum ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$), dan juga oksida logam yang menjadi pengotornya seperti CaO , Na_2O , MgO , Al_2O_3 ataupun K_2O sehingga dimungkinkan yang terukur bukan hanya jari-jari pori piropilit tetapi juga jari-jari impuritisnya. Pada penelitian ini perhitungan jari-jari pori dilakukan dengan menggunakan jari-jari pori rata-rata yang

dihasilkan dari beberapa pengukuran pori secara acak, maka tidak menutup kemungkinan pengukuran jari-jari pori rata-rata piropilit teraktivasi HCl optimum menghasilkan nilai yang lebih besar daripada piropilit tanpa aktivasi dengan HCl.



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

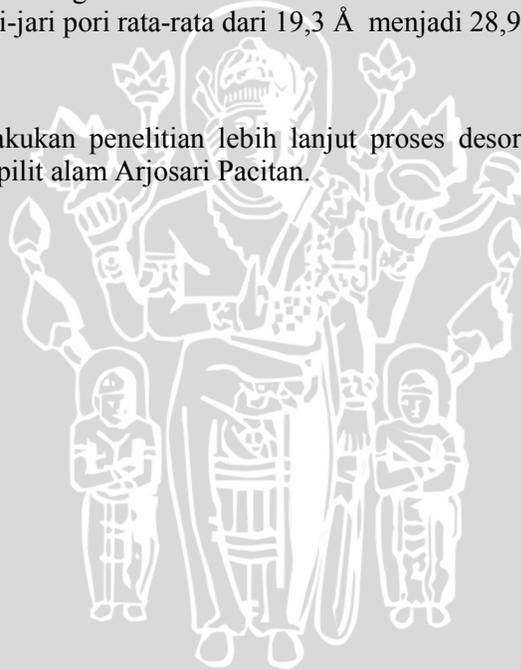
5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Konsentrasi HCl dan lama aktivasi berpengaruh terhadap nilai kapasitas adsorpsi mineral piropilit Arjosari Pacitan, yaitu meningkatkan nilai kapasitas adsorpsi piropilit dimana tanpa aktivasi sebesar 119,033 mg/g menjadi 128,566 mg/g (piropilit teraktivasi optimum dengan konsentrasi HCl 0,3 M, lama aktivasi 90 menit, dan lama kontak 4 jam) atau terjadi kenaikan 8,01 %. Piropilit mempunyai prospek yang baik sebagai adsorben Cl⁻ dengan nilai presentase adsorpsi 85,71 %.
2. Terjadi perubahan karakter pada Piropilit Arjosari Pacitan sebelum dan setelah diaktivasi, yaitu:
 - a. penurunan luas permukaan spesifik dari 9,0422 m²/g menjadi 3,6859 m²/g.
 - b. penurunan volume pori total dari 8,746 x 10⁻³ cm³/g menjadi 5,3371 x 10⁻³ cm³/g.
 - c. kenaikan jari-jari pori rata-rata dari 19,3 Å menjadi 28,96 Å .

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut proses desorpsi Cl⁻ pada mineral piropilit alam Arjosari Pacitan.



DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, R., 2004, **Kimia Lingkungan**, Penerbit Andi, Yogyakarta, hal. 46.
- Anonim, 2007, **Potensi Tambang Kabupaten Pacitan**, <http://www.pacitan.go.id>, tanggal akses: 17 September 2007.
- Basset, J., Jeffrey, G.H., dan Mendham, J., 1994, **Kimia Analisis Kualitatif Anorganik, Edisi Keempat**, Alih Bahasa: L. Setiono dan A.H.Pujaatmaka, Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta, 558-559.
- Bearat, H., Mc Kelvy, M. J., Chizmeshya, A. V. G., Sharma, R., dan Carpenter, R. W., 2002, **Magnesium Hydroxide Dehydration Carbonation Reaction Proses; Implication for Carbon Dioxide Mineral Sequestration**, *Journal of American Ceramic Society*, Vol. 85, 742-748.
- Bernasconi, G., 1995, **Teknologi Kimia**, bagian 2, cetakan 1, Alih bahasa Lienda Hanjoyo, PT.Pradnya Paramita, Jakarta, hal 204-206.
- Bintara, M.B., Mutrofin, S., dan Khunur, M.M., 2007, **Karakterisasi Propilit Alam Pacitan Jawa Timur**, Skripsi, Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Brawijaya, Malang.
- Cotton, F.B, dan Wilkinson, G., 1989, **Kimia Anorganik Dasar**, Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Deer, W.A., Hawie, R.A., dan Zussman, J., 1992, **An Introduction To The Rock-forming Minerals, 2nd Ed.**, Pearson Prentice Hall, Harlow, England, pp.46-50.
- Dorfner, K., 1991, **Ion Exchanger**, Walter de Gruyter & Co., Berlin, pp. 496-504.
- Ewing, G.W., 1985, **Instrumental Methods of Chemistry Analysis**, 4th Edition, Mc. Graw-Hill and Co., New York, hal.44.
- Fardiaz, S., 1992, **Polusi Air dan Udara**, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.

- Fyre, K., 1991, **The Encyclopedia of Mineralogy : IVB**, Hutchinson Ross Publishing Company, United State of America, pp. 430.
- Grant, J., 1972, **Hackh's Chemical Dictionary**, 4th ed, Mc Graw-Hill, Inc., United State of America.
- Greenberg, A. C., Cleseeri, L. S., dan Eaton, A. D., 1992, **Standart Method for Water and Wastewater**, 18th. Ed., American Public Health Association. New York, hal.452-453
- Greenwood, N.N., dan A. Earnshaw, 1988, **Chemistry of the Element**, Pergamon Press, Oxford, hal.342, 924.
- Hendayana, S., 1994, **Kimia Analitik Instrumen**, edisi ke-1, IKIP Semarang Press, Semarang, hal 143-148.
- Honeyman, B.D dan Santchi, A.H., 1988, **Metals In Aquatic System, Journal Environment Science Technology**, Vol.22, pp.862-869.
- Huheey, J. E., Keiter, E. A., dan Keiter, R. L., 1993, **Inorganic Chemistry**, 4th ed., Hapercollins College Publishers, New York.
- Keren, R., Grossl, P.R, dan Sparks, D.L, 1994, **Equilibrium and Kinetics of Borate Adsorption – Desorption on Pyrophyllite in Aqueous Suspensions**, Soil Sci. Soc. Am. J, Vol 58.
- Keren, R., and Sparks, D.L, 1995, **The Role of Edge Surface in Flocculation on 2:1 Clay Minerals**, Soil. Sci. soc. Am. J., 59 : 430-435.
- Khopkar, S.M., 1990, **Konsep Dasar Kimia Analitik**, UI Press, Jakarta, Hal 274-275.
- Kusriningrum, R., 2008, **Perancangan Percobaan**, Air langga University Press, Surabaya.
- Lowell, S., dan Shields, J.E., 1984, **Power Surface Area and Porosity**, 2nd Ed., Chapman and Hall, inc., London.
- Mutrofin, S., Kamulyan, B., dan Ponco, Y., 2006, **Pengaruh Aktivasi HCl pada Mineral Piropilit Sumbermanjing Malang Selatan**, Jurnal Natural, Vol.11, No.2.

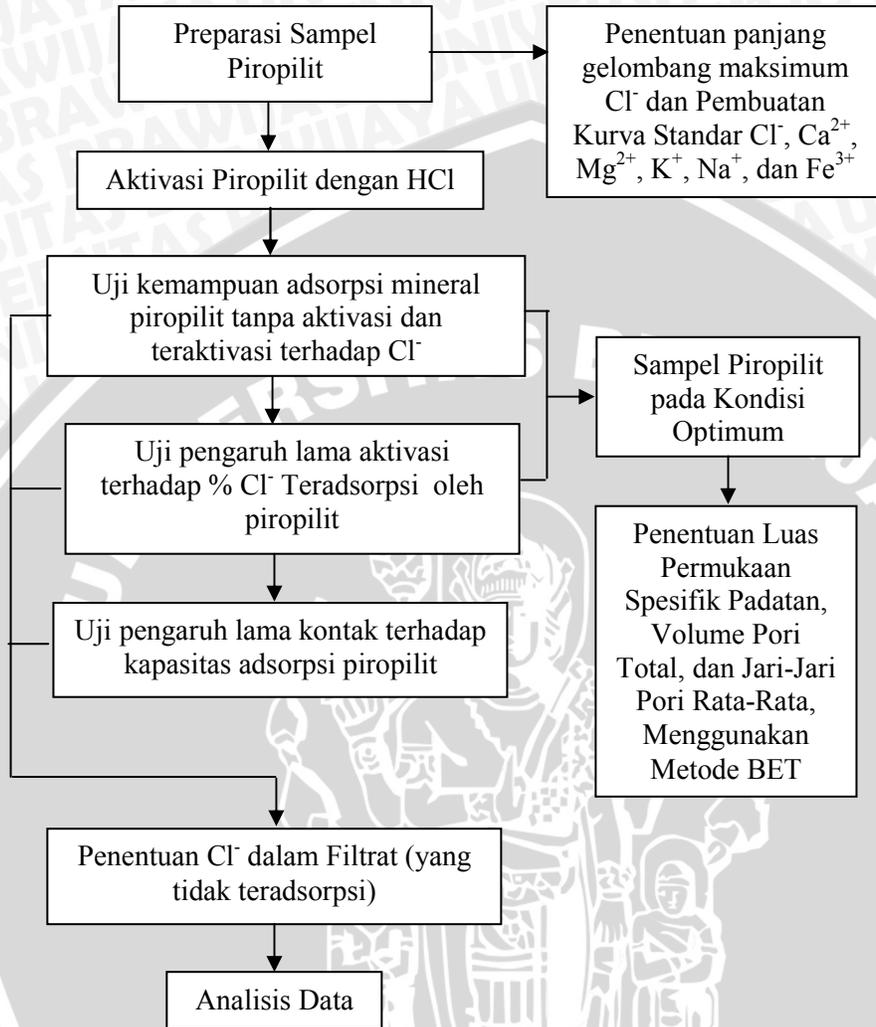
- Oscik, J. dan Cooper, I.I., 1982, **Adsorption**, John Wiley and Sons, New York, pp.109-111.
- Parker, S.P., 1984, **Encyclopedia of Science and Technology**, c.Graw Hill Book Company, New York, pp.24.
- Rahayu, W., Mutrofin, S., dan Darjito, 2008, **Pengaruh Aktivasi Asam Pada Mineral Pirofilit Alam Arjosari Pacitan Terhadap Nilai KTK Menggunakan Ca^{2+}** , Skripsi, Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Brawijaya, Malang.
- Sawyer, C. N., dan McCarty, P. L., 1987, **Chemistry for Engineering**, 3rd edition, Mc. Graw Hill, Kogakusha Ltd, Tokyo.
- Sax, N.I. dan R.J. Lewis, 1987, **Howley's Condensed Chemical Dictionary**, 11th Edition, Van Nostrand Reinhold Co., New York, hal. 70, 614.
- Saxena, S., Prasad, S.S., Amritphale, dan Chandra, N., 2001, **Adsorption of Cyanide from Aqueous Solution at Pyrophyllite Surface**, Separation and Purification Vol. 24. 263-270.
- Sukardjo, 1984, **Kimia Anorganik**, PT Rineka Cipta, Yogyakarta, hal. 290.
- Tamai, H., Ikeuchi, M., Kojima, S., dan Yasuda, H., 1997, **Adv. Amter**, 9, 55.
- Vaisya, C.R dan Gupta, K.S., 2001, **Adsorpsi from Water by Sulfate-Modified Iron Lotted Sand (SMIOCS)**, Journal of Chemical Technology and Biotechnology, Vol.78, pp.73-80.
- Virta, R.L., 2001, **Talc and Pyrophyllite**, <http://www.mineral.usgs>, tanggal akses: 17 September 2007.
- Wang, L., Zhang, M., dan Redfern, S.A.T., 2003, **Dehydroxylation and Transformation of The 2:1 Phyllosilicate Pyrophyllite at Elevated Temperatures: An Infrared Spectroscopic Study**, *Journal of The Clay Minerals Society*, Vol. 50, 272-283.

Williard, H. H., Merrit, L. L., dan Dean, J. A., 1988, **Instrumental Method for Analysis**, 7th edition, Wardsworth Inc., New York, hal. 118.



LAMPIRAN 1

TAHAPAN KERJA



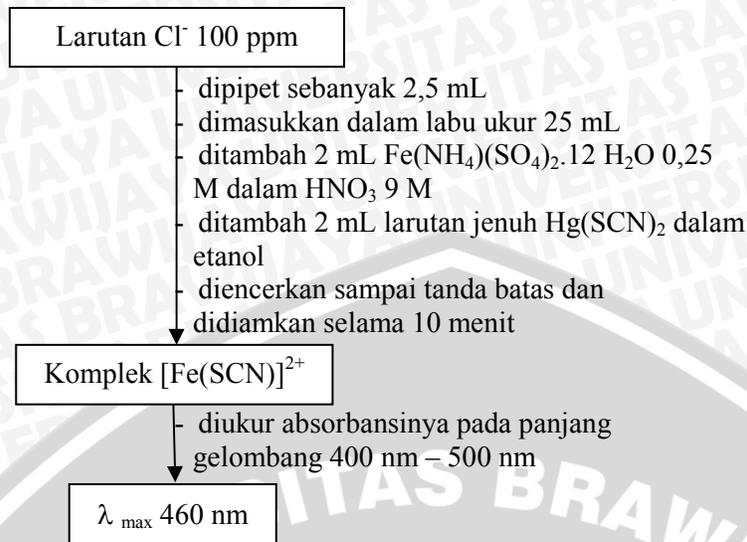
LAMPIRAN 2

PROSEDUR KERJA

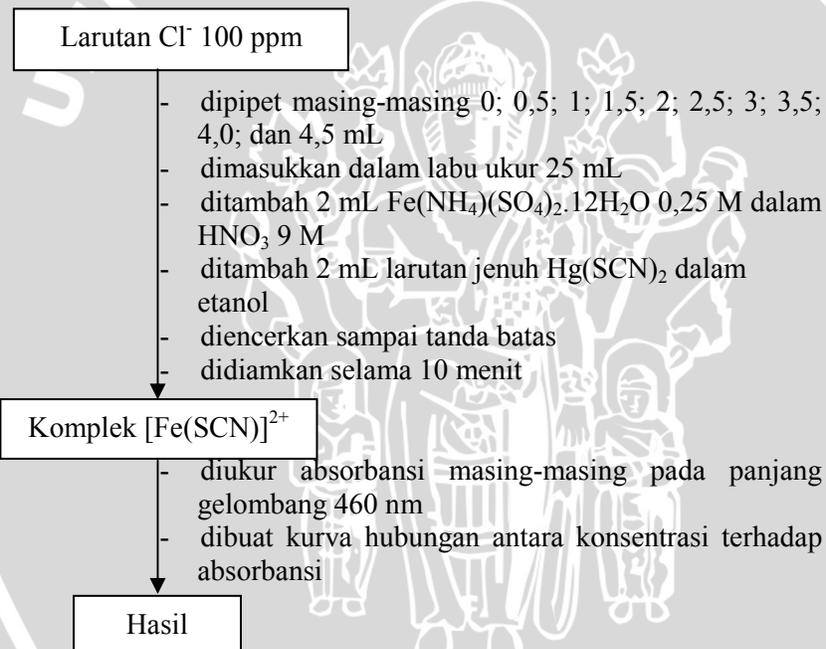
2.1 Preparasi sampel



2.2 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Cl⁻



2.3 Pembuatan Kurva Standar Cl⁻



2.4 Pembuatan kurva standar Ca^{2+}

Larutan Ca^{2+} 100 ppm

dipipet 5, 10, 15, 20 dan 30 mL dengan pipet volume dimasukkan dalam labu ukur 100 mL yang berbeda ditambahkan 1 mL HCl pekat ke dalam masing-masing labu ukur tersebut diencerkan sampai tanda batas dengan menambahkan akuades

Larutan Ca^{2+} 5, 10, 15, 20 dan 30 ppm

diukur absorbansinya pada λ maks 422,7 nm dengan SSA

Data Absorbansi Ca^{2+}

2.5 Pembuatan kurva standar Mg^{2+}

Larutan Mg^{2+} 100 ppm

- dipipet 0,5; 1; 1,5; 2; dan 2,5 mL dengan pipet volume
- dimasukkan dalam labu ukur 100 mL yang berbeda
- ditambahkan 1 mL HCl pekat ke dalam masing-masing labu ukur tersebut
- diencerkan sampai tanda batas dengan menambahkan akuades

Larutan Mg^{2+} 0,5; 1; 1,5; 2; dan 2,5 ppm

- diukur absorbansinya pada λ maks 285,2 nm dengan SSA

Data Absorbansi Mg^{2+}

2.6 Pembuatan kurva standar K^+

Larutan K^+ 100 ppm

- dipipet 2, 4, 6, 8, dan 10 mL dengan pipet volume
- dimasukkan dalam labu ukur 100 mL yang berbeda
- ditambahkan 1 mL HCl pekat ke dalam masing-masing labu ukur tersebut
- diencerkan sampai tanda batas dengan menambahkan akuades

Larutan K^+ 2, 4, 6, 8, dan 10 ppm

- diukur absorbansinya pada λ maks 766,5 nm dengan SSA

Data Absorbansi K^+

2.7 Pembuatan kurva standar Na^+

Larutan Na^+ 100 ppm

- dipipet 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; dan 1 mL dengan pipet volume
- dimasukkan dalam labu ukur 100 mL yang berbeda
- ditambahkan 1 mL HCl pekat ke dalam masing-masing labu ukur tersebut
- diencerkan sampai tanda batas dengan menambahkan akuades

Larutan Na^+ 0,2; 0,4; 0,6; dan 0,8 ppm

- diukur absorbansinya pada λ maks 589 nm dengan SSA

Data Absorbansi Na^+

2.8 Pembuatan kurva standar Fe^{3+}

Larutan Fe^{3+} 10 ppm

- dipipet 0,5; 1; 2; 4; 6; 8; dan 10 mL dengan pipet volume
- dimasukkan dalam labu ukur 100 mL yang berbeda
- ditambahkan 1 mL HCl pekat ke dalam masing-masing labu ukur tersebut
- diencerkan sampai tanda batas dengan menambahkan akuades

Larutan Fe^{3+} 0,5; 1; 2; 4; 6; 8; dan 10 ppm

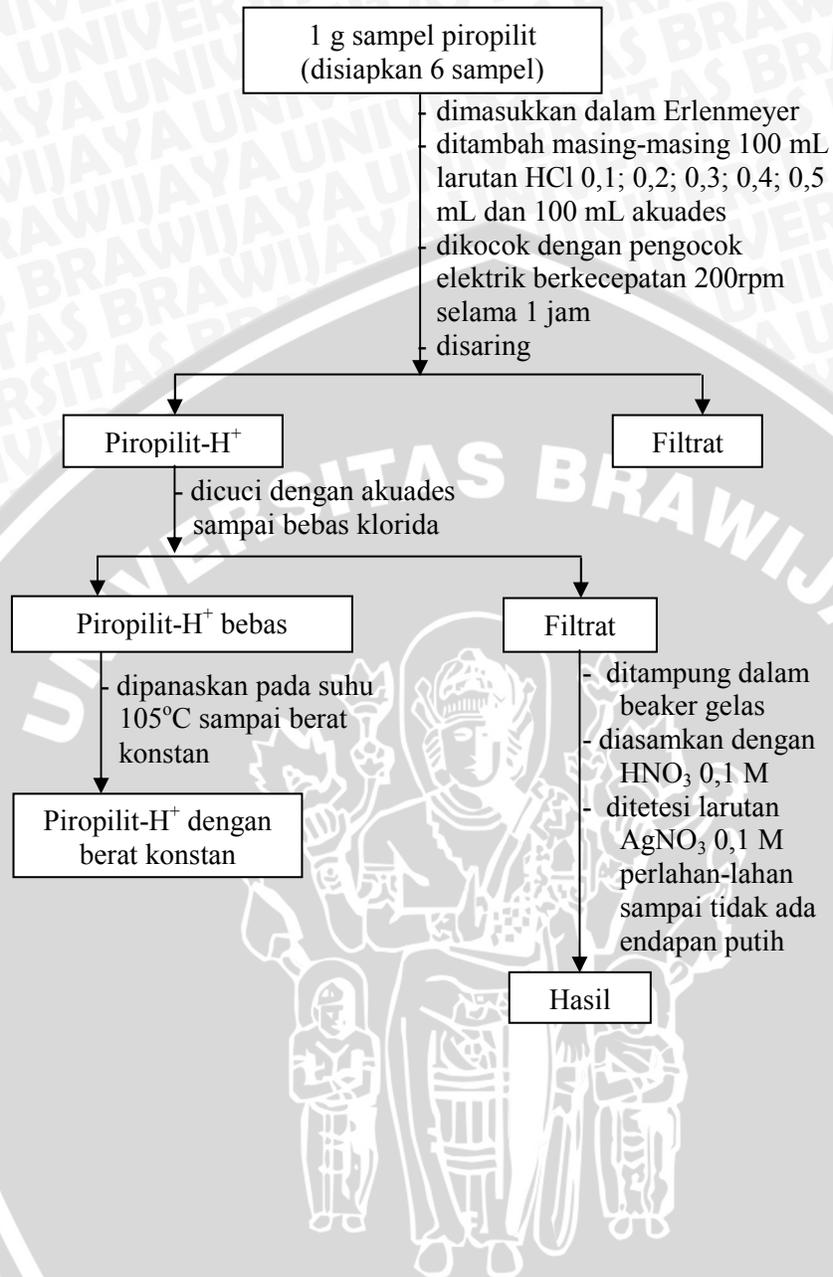
- diukur absorbansinya pada λ maks 248,3 nm dengan SSA

Data Absorbansi Fe^{3+}

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



2.9 Aktivasi Piropilit dengan HCl



2.10 Uji Kemampuan Adsorpsi Mineral Piropilit Tanpa Aktivasi dan Teraktivasi dengan HCl Terhadap Cl

Piropilit hasil perlakuan (2.9)

- diambil masing-masing 0,2 g
- dimasukkan dalam erlenmeyer 250 mL
- ditambah 100 mL larutan Cl 300 ppm
- dikocok dengan pengocok elektrik berkecepatan 100 rpm selama 3 jam
- disaring

Endapan

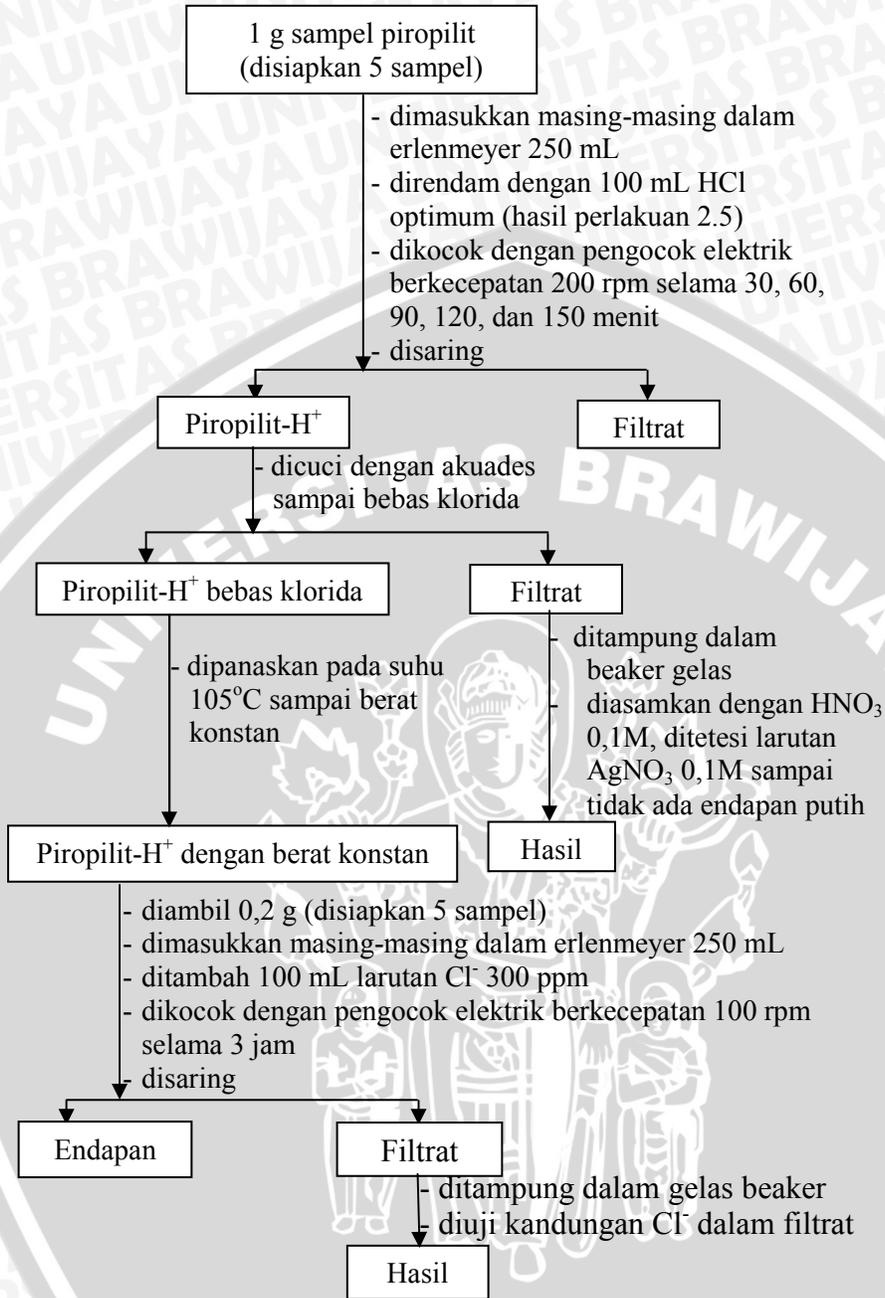
Filtrat

- ditampung dalam gelas beaker
- diuji kandungan Cl dalam filtrat

Hasil



2.11 Uji Pengaruh Lama Aktivasi Terhadap % Cl Teradsorpsi oleh Piropilit



2.12 Uji Konsentrasi Oksida-oksida Logam dalam Piropilit yang Teraktivasi HCl 0,3 M dan Tanpa Aktivasi

1 g sampel piropilit
(disiapkan 2 sampel)

dimasukkan masing-masing dalam erlenmeyer 250 mL
direndam dengan 100 mL akuades (tanpa aktivasi) dan 100 mL HCl 0,3 M (teraktivasi)
dikocok dengan pengocok elektrik berkecepatan 200 rpm selama 90 menit
disaring

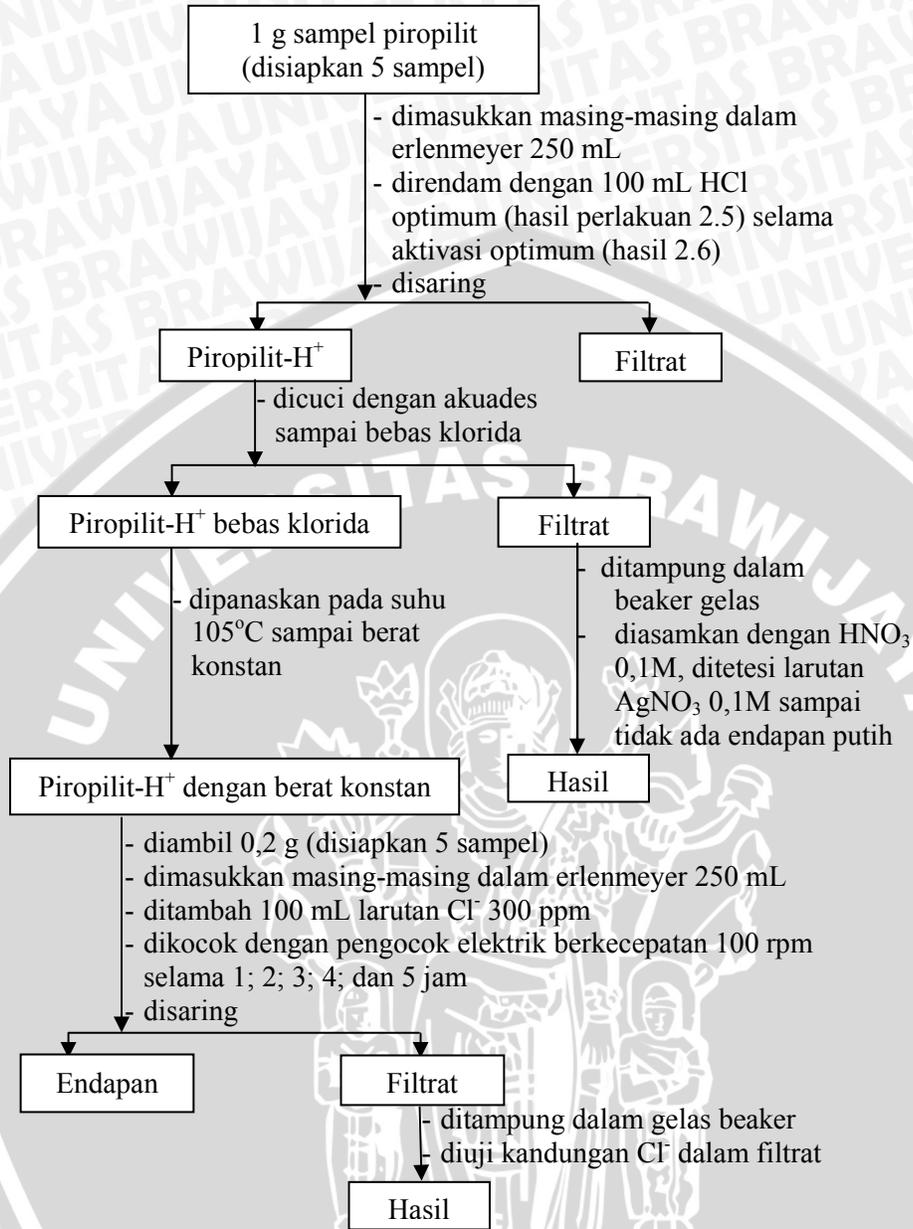
Filtrat

- diukur kandungan Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , dan Fe^{3+} dengan Spektrofotometer Serapan Atom

Data



2.13 Uji Pengaruh Lama Kontak Terhadap Kapasitas Adsorpsi Piropilit



2.14 Penentuan Ion Klorida dalam Filtrat (yang tidak teradsorpsi) dengan Metode Merkuri(II) Tiosianat

2,5 mL filtrat hasil perlakuan (2.10), (2.11), dan (2.13)

- dimasukkan masing-masing dalam labu ukur 25 mL
- ditambah 2 mL $\text{Fe}(\text{NH}_4)(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ 0,25 M dalam HNO_3 9 M
- ditambah 2 mL larutan jenuh $\text{Hg}(\text{SCN})_2$ dalam etanol
- diencerkan sampai tanda batas
- didiamkan selama 10 menit

Komplek $[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$

- diukur absorbansi masing-masing pada panjang gelombang 460 nm

Hasil

2.15 Penentuan Volume pori, Jari-jari pori rata-rata, dan Luas permukaan spesifik Piropilit menggunakan metode BET

Piropilit Arjosari Pacitan pada kondisi teraktivasi optimum ([HCl] 0,3 M dan lama aktivasi 90 menit)

- diukur luas permukaan spesifik, volume pori total dan jari-jari pori rata-rata padatan menggunakan BET

Data luas permukaan spesifik, volume pori total dan jari-jari pori rata-rata

LAMPIRAN 3

PERHITUNGAN DAN PEMBUATAN LARUTAN

3.1 Perhitungan dan Pembuatan Larutan HCl 1M

BJ HCl pekat : 1,19 g/mL
 Kadar HCl pekat : 37 % (b/v)
 BM HCl pekat : 36,458 g/mol
 maka, konsentrasi HCl pekat adalah

$$\begin{aligned}
 [\text{HCl}] &= \frac{BJ}{BM} \times \text{kadar}(\%) \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} \\
 &= \frac{1,19 \text{ g/mL}}{36,458 \text{ g/mol}} \times 0,37 \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} \\
 &= 12,0769 \text{ mol/L} \\
 &= 12,0769 \text{ M}
 \end{aligned}$$

- Untuk membuat 500 mL larutan HCl 1M dari HCl 12,0769M maka :

$$\begin{aligned}
 V_1 \times M_1 &= V_2 \times M_2 \\
 V_1 \times 12,0769 \text{ M} &= 500 \text{ mL} \times 1 \text{ M} \\
 V_1 &= 500 / 12,0769 \\
 V_1 &= 41,4 \text{ mL}
 \end{aligned}$$

- Untuk membuat 250 mL Larutan HCl 0,1M dari larutan HCl 1M maka :

$$\begin{aligned}
 V_1 \times M_1 &= V_2 \times M_2 \\
 V_1 \times 1 \text{ M} &= 250 \text{ mL} \times 0,1 \text{ M} \\
 V_1 &= 25 \text{ mL}
 \end{aligned}$$

- Untuk membuat 250 mL larutan HCl 0,2M dari larutan HCl 1M maka :

$$\begin{aligned}
 V_1 \times M_1 &= V_2 \times M_2 \\
 V_1 \times 1 \text{ M} &= 250 \text{ mL} \times 0,2 \text{ M} \\
 V_1 &= 50 \text{ mL}
 \end{aligned}$$

- Untuk membuat 250 mL larutan HCl 0,3M dari larutan HCl 1M maka :

$$\begin{aligned}
 V_1 \times M_1 &= V_2 \times M_2 \\
 V_1 \times 1 \text{ M} &= 250 \text{ mL} \times 0,3 \text{ M} \\
 V_1 &= 75 \text{ mL}
 \end{aligned}$$

- Untuk membuat 250 mL larutan HCl 0,4M dari larutan HCl 1M maka :

$$\begin{aligned}V_1 \times M_1 &= V_2 \times M_2 \\V_1 \times 1M &= 250 \text{ mL} \times 0,4M \\V_1 &= 100 \text{ mL}\end{aligned}$$

- Untuk membuat 250 mL larutan HCl 0,5M dari larutan HCl 1M maka :

$$\begin{aligned}V_1 \times M_1 &= V_2 \times M_2 \\V_1 \times 1 M &= 250 \text{ mL} \times 0,5 M \\V_1 &= 125 \text{ mL}\end{aligned}$$

Diambil 41,4 mL larutan HCl 37% (12,0769M) dan dimasukkan dalam labu ukur 500 mL yang telah diisi dengan akuades seperempat bagian dan diencerkan dengan akuades sampai tanda batas.

Larutan HCl dengan konsentrasi 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; dan 0,5M dibuat dengan mengencerkan masing-masing 25; 50; 75; 100; dan 125 mL larutan HCl 1M dalam labu ukur hingga volume akhir 250 mL.

3.2 Perhitungan dan Pembuatan Larutan HNO₃ 9M

BJ HNO₃ pekat : 1,42 g/mL
 BM HNO₃ pekat : 63,01 g/mol
 Kadar HNO₃ pekat : 65 % (v/v)
 maka, konsentrasi HNO₃ pekat adalah :

$$\begin{aligned}[\text{HNO}_3] &= \frac{BJ}{BM} \times \text{kadar}(\%) \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} \\&= \frac{1,42 \text{ g/mL}}{63,01 \text{ g/mol}} \times 0,65 \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} \\&= 14,6485 \text{ mol/L} \\&= 14,6485 \text{ M}\end{aligned}$$

Untuk membuat larutan HNO₃ 9M dalam 100 mL maka dilakukan pengenceran dengan rumus :

$$\begin{aligned}V_1 \times M_1 &= V_2 \times M_2 \\V_1 \times 14,6485 \text{ M} &= 100 \text{ mL} \times 9 \text{ M} \\V_1 &= 900 / 14,6485 \\V_1 &= 61,4 \text{ mL}\end{aligned}$$

Diambil 61,4 mL HNO₃ 65% (14,6485M), dimasukkan dalam labu ukur 100 mL yang sudah diisi akuades seperempat bagian kemudian diencerkan sampai tanda batas.

3.3 Perhitungan dan Pembuatan Larutan Cl⁻ 100 ppm

Untuk membuat larutan Cl⁻ 100 ppm sebanyak 100 mL maka :

Larutan Cl⁻ 100 mL = 0,1 L

Berat Cl⁻ yang terdapat dalam larutan = 100 ppm x 0,1 L
= 10 mg Cl⁻

$$\begin{aligned}\text{Berat NaCl} &= \frac{\text{Mr NaCl}}{\text{Ar Cl}} \times \text{Berat Cl}^- \\ &= \frac{58,44 \text{ g/mol}}{35,453 \text{ g/mol}} \times 10 \text{ mg} \\ &= 16,4838 \text{ mg} = 0,0165 \text{ g}\end{aligned}$$

Ditimbang 0,0165 g NaCl dan dilarutkan dengan 50 mL akuades dalam beaker gelas. Larutan dipindahkan secara kuantitatif dalam labu ukur 100 mL dan diencerkan dengan akuades sampai tanda batas.

3.4 Perhitungan dan Pembuatan Larutan Cl⁻ 300 ppm

Untuk membuat larutan Cl⁻ 300 ppm sebanyak 1000 mL maka :

Larutan Cl⁻ 500 mL = 1 L

Berat Cl⁻ yang terdapat dalam larutan = 300 ppm x 1 L
= 300 mg Cl⁻

$$\begin{aligned}\text{Berat NaCl} &= \frac{\text{Mr NaCl}}{\text{Ar Cl}} \times \text{Berat Cl}^- \\ &= \frac{58,44 \text{ g/mol}}{35,453 \text{ g/mol}} \times 300 \text{ mg} \\ &= 494,5139 \text{ mg} = 0,4945 \text{ g}\end{aligned}$$

Ditimbang 0,4945 g NaCl dan dilarutkan dengan 100 mL akuades dalam beaker gelas. Larutan dipindahkan secara kuantitatif dalam labu ukur 500 mL dan diencerkan dengan akuades sampai tanda batas.

3.5 Perhitungan dan Pembuatan Larutan $\text{Fe}(\text{NH}_4)(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ 0,25 M dalam HNO_3 9M

Larutan dibuat dalam 50 mL, maka :

$$\begin{aligned}\text{mol Fe}(\text{NH}_4)(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O} &= 0,25 \text{ M} \times \frac{50 \text{ mL}}{1000 \text{ mL}} \\ &= 0,0125 \text{ mol}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{massa Fe}(\text{NH}_4)(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O} &= \text{mol} \times \text{Mr Fe}(\text{NH}_4)(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O} \\ &= 0,0125 \text{ mol} \times 482,19 \text{ g/mol} \\ &= 6,0274 \text{ g}\end{aligned}$$

Ditimbang 6,0274 g kristal $\text{Fe}(\text{NH}_4)(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$, kemudian dilarutkan dengan HNO_3 9M dalam beaker gelas. Larutan dipindahkan secara kuantitatif dalam labu ukur 50 mL dan ditambahkan larutan HNO_3 9M sampai tanda batas.

3.6 Pembuatan $\text{Hg}(\text{SCN})_2$ dalam etanol

Dituang sebanyak 50 mL etanol dalam beaker gelas 250 mL, kemudian ditambah kristal $\text{Hg}(\text{SCN})_2$ hingga kristal tidak larut. Kristal yang tidak larut disaring agar didapatkan larutan yang jernih.

3.7 Perhitungan dan Pembuatan Larutan AgNO_3 0,1M

$$\begin{aligned}\text{mol AgNO}_3 &= 0,1 \text{ M} \times \frac{100 \text{ mL}}{1000 \text{ mL}} \\ &= 0,01 \text{ M}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{massa AgNO}_3 &= \text{mol} \times \text{Mr AgNO}_3 \\ &= 0,01 \text{ mol} \times 169,87 \text{ g/mol} \\ &= 1,6987 \text{ gram}\end{aligned}$$

Ditimbang 1,6987 g kristal AgNO_3 , kemudian dilarutkan dengan akuades dalam beaker gelas. Larutan dipindahkan secara kuantitatif dalam labu ukur 100 mL dan ditambahkan akuades sampai tanda batas.

3.8 Perhitungan dan Pembuatan Larutan Ca^{2+} 100 ppm

Untuk membuat larutan Ca^{2+} 100 ppm sebanyak 100 mL maka :

Larutan Ca^{2+} 100 mL = 0,1 L

Berat Ca^{2+} yang terdapat dalam larutan = 100 ppm x 0,1 L
= 10 mg Ca^{2+}

sehingga $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ yang harus ditimbang adalah :

$$\begin{aligned} \text{Berat } \text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} &= \frac{M_r \text{ CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}{A_r \text{ Ca}} \times \text{berat } \text{Ca}^{2+} \\ &= \frac{147,02 \text{ g/mol}}{40,08 \text{ g/mol}} \times 10 \text{ mg} \\ &= 36,6816 \text{ mg} = 0,0367 \text{ g} \end{aligned}$$

Ditimbang 0,0367 g $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, kemudian dilarutkan dengan akuades dalam beaker gelas. Larutan dipindahkan secara kuantitatif dalam labu ukur 100 mL dan ditambahkan akuades sampai tanda batas.

3.9 Perhitungan dan Pembuatan Larutan Mg^{2+} 100 ppm

Untuk membuat larutan Mg^{2+} 100 ppm sebanyak 100 mL maka :

Larutan Mg^{2+} 100 mL = 0,1 L

Berat Mg^{2+} yang terdapat dalam larutan = 100 ppm x 0,1 L
= 10 mg Mg^{2+}

sehingga $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ yang ditimbang adalah :

$$\begin{aligned} \text{Berat } \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} &= \frac{M_r \text{ MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}}{A_r \text{ Mg}} \times \text{Berat } \text{Mg}^{2+} \\ &= \frac{203,33 \text{ g/mol}}{24,32 \text{ g/mol}} \times 10 \text{ mg} \\ &= 83,6061 \text{ mg} = 0,0836 \text{ g} \end{aligned}$$

Ditimbang 0,0836 g $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, kemudian dilarutkan dengan akuades dalam beaker gelas. Larutan dipindahkan secara kuantitatif dalam labu ukur 100 mL dan ditambahkan akuades sampai tanda batas.

3.10 Perhitungan dan Pembuatan Larutan K^+ 100 ppm

Untuk membuat larutan K^+ 100 ppm sebanyak 100 mL maka :

Larutan K^+ 100 mL = 0,1 L

Berat K^+ yang terdapat dalam larutan = 100 ppm x 0,1 L
= 10 mg K^+

sehingga berat KCl yang ditimbang adalah :

$$\begin{aligned}\text{Berat KCl} &= \frac{M_r \text{ KCl}}{A_r \text{ K}} \times \text{berat } K^+ \\ &= \frac{74,555 \text{ g/mol}}{39,102 \text{ g/mol}} \times 10 \text{ mg} \\ &= 19,0668 \text{ mg} = 0,0191 \text{ g}\end{aligned}$$

Ditimbang 0,0191 g KCl, kemudian dilarutkan dengan akuades dalam beaker gelas. Larutan dipindahkan secara kuantitatif dalam labu ukur 100 mL dan ditambahkan akuades sampai tanda batas.

3.11 Perhitungan dan Pembuatan Larutan Na^+ 100 ppm

Untuk membuat larutan Na^+ 100 ppm sebanyak 100 mL maka :

Larutan Na^+ 100 mL = 0,1 L

Berat Na^+ yang terdapat dalam larutan = 100 ppm x 0,1 L
= 10 mg Na^+

sehingga NaCl yang ditimbang adalah :

$$\begin{aligned}\text{Berat NaCl} &= \frac{M_r \text{ NaCl}}{A_r \text{ Na}} \times \text{berat } Na^+ \\ &= \frac{58,4428 \text{ g/mol}}{22,9898 \text{ g/mol}} \times 10 \text{ mg} \\ &= 25,4212 \text{ mg} = 0,0254 \text{ g}\end{aligned}$$

Ditimbang 0,0254 g NaCl, kemudian dilarutkan dengan akuades dalam beaker gelas. Larutan dipindahkan secara kuantitatif dalam labu ukur 100 mL dan ditambahkan akuades sampai tanda batas.

3.12 Perhitungan dan Pembuatan Larutan Fe^{3+} 100 ppm

Untuk membuat larutan Fe^{3+} 100 ppm sebanyak 100 mL maka :

Larutan Fe^{3+} 100 mL = 0,1 L

Berat Fe^{3+} yang terdapat dalam larutan = 100 ppm x 0,1 L
= 10 mg Fe^{3+}

sehingga $\text{Fe}(\text{NH}_4)(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ yang ditimbang adalah :

$$\begin{aligned} & \frac{Mr_{\text{Fe}(\text{NH}_4)(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}}}{Ar_{\text{Fe}}} \times \text{berat } \text{Fe}^{3+} \\ &= \frac{482,19 \text{ g/mol}}{55,85 \text{ g/mol}} \times 10 \text{ mg} \\ &= 86,3366 \text{ mg} \\ &= 0,0863 \text{ g} \end{aligned}$$

Ditimbang 0,0863 g $\text{Fe}(\text{NH}_4)(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, kemudian dilarutkan dengan akuades dalam beaker gelas. Larutan dipindahkan secara kuantitatif dalam labu ukur 100 mL dan ditambahkan akuades sampai tanda batas.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



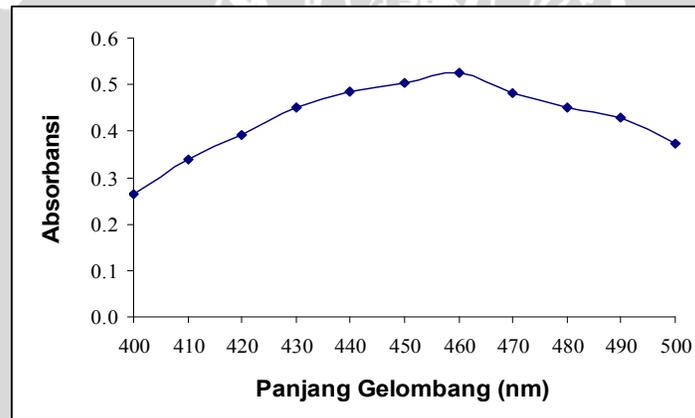
LAMPIRAN 4

PEMBUATAN KURVA STANDAR

4.1 Penentuan panjang gelombang maksimum

Tabel L.4.1 Hasil Pengamatan Serapan dari senyawa $2[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$ dari λ 400-500 nm

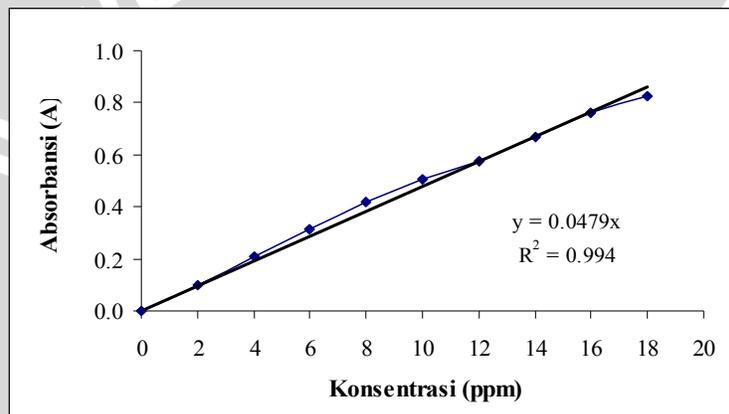
λ (nm)	Absorbansi				SD
	1	2	3	rata-rata	
400	0,268	0,260	0,268	0,265	0,005
410	0,347	0,337	0,337	0,340	0,006
420	0,398	0,387	0,387	0,391	0,006
430	0,456	0,444	0,456	0,452	0,007
440	0,495	0,481	0,481	0,486	0,008
450	0,509	0,495	0,509	0,504	0,008
460	0,523	0,530	0,523	0,525	0,004
470	0,488	0,481	0,481	0,483	0,004
480	0,456	0,444	0,456	0,452	0,007
490	0,432	0,426	0,432	0,430	0,003
500	0,367	0,377	0,377	0,374	0,006

Gambar L.4.1 Kurva Serapan dari senyawa $2[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$ dari λ 400-500 nm sebagai penentuan λ_{max}

4.2 Penentuan Regresi Linear Larutan Standar CI

Tabel L.4.2 Hasil Pengamatan Serapan dari Berbagai Konsentrasi CI

Volume (mL)	[CI] (ppm)	Absorbansi				SD
		1	2	3	rata-rata	
0	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,5	2	0,097	0,097	0,097	0,097	0,000
1	4	0,208	0,208	0,208	0,208	0,000
1,5	6	0,314	0,310	0,310	0,311	0,002
2	8	0,420	0,415	0,415	0,417	0,003
2,5	10	0,516	0,502	0,502	0,507	0,008
3	12	0,577	0,577	0,577	0,577	0,000
3,5	14	0,668	0,668	0,668	0,668	0,000
4	16	0,757	0,770	0,757	0,761	0,008
4,5	18	0,824	0,824	0,824	0,824	0,000



Gambar L.4.2 Kurva Standar CI pada λ maks = 460 nm

LAMPIRAN 5

**PENENTUAN KONSENTRASI Cl^- YANG TERADSORPSI,
KAPASITAS ADSORPSI DAN % TERADSORPSI OLEH
PIROPILIT**

Kapasitas adsorpsi piropilit dalam mengikat ion Cl^- dapat dihitung menggunakan rumus:

$$(qc) = \frac{V(C_0 - C_s)}{W}$$

Dengan: C_0 = kosentrasi klorida awal sebelum proses adsorpsi (ppm)

C_s = kosentrasi klorida akhir setelah proses adsorpsi (ppm)

$C_s = X \cdot fp$ dimana, fp = faktor pengenceran;

X = kosentrasi Cl^- saat pengukuran ppm)

W = berat sampel piropilit (gram)

V = volume larutan pada saat proses adsorpsi (liter)

qc = kapasitas adsorpsi piropilit (mg/L)

Untuk mengetahui jumlah ion Cl^- yang teradsorpsi dapat dihitung menggunakan rumus :

$$\% \text{ teradsorpsi} = \frac{C_0 - C_s}{C_0} \times 100\%$$

Dimana: C_0 = kosentrasi Cl^- sebelum teradsorpsi (mg/mL)

C_s = kosentrasi Cl^- sesudah teradsorpsi (mg/mL)

Perhitungan $[Cl^-]$ dalam filtrat :

Persamaan linier pada kurva baku:

$$Y = 0.0479x$$

$$Y = a x$$

$$C_s = \frac{A}{a} \times \text{faktor pengenceran}$$

$$= \frac{0,297}{0,0479} \times \frac{25 \text{ mL}}{2,5 \text{ mL}}$$

$$= 62,004$$

$$\begin{aligned}\text{Perhitungan [Cl]} \text{ yang teradsorpsi} &= C_o - C_s \\ &= 300 \text{ ppm} - 62,004 \text{ ppm} \\ &= 237,996 \text{ ppm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas adsorpsi (qc)} &= \frac{V (C_o - C_s)}{W} \\ &= \frac{0,1 \text{ L} (300 \text{ ppm} - 62,004 \text{ ppm})}{0,2 \text{ gram}} \\ &= 118,998\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\% \text{ teradsorpsi} &= \frac{C_o - C_s}{C_o} \times 100\% \\ &= \frac{300 \text{ ppm} - 62,004}{300 \text{ ppm}} \times 100\% \\ &= 79,33\%\end{aligned}$$

Dengan cara yang sama dihitung nilai kapasitas adsorpsi dan % teradsorpsi piropilit untuk variasi konsentrasi HCl dan lama aktivasi pada Tabel L.5.1, L.5.2 dan L.5.3.



Tabel L.5.1 Data Total Uji Kemampuan Adsorpsi Mineral Piropilit Tanpa Aktivasi dan Teraktivasi Terhadap CI

[HCl]	Absorbansi				CI dalam filtrat (Cs) (ppm)				CI teresap (Co-Cs) (ppm)			
	1	2	3	rata-rata	1	2	3	rata-rata	1	2	3	rata-rata
0,0	0,297	0,292	0,301	0,297	62,004	60,960	62,839	61,935	237,996	239,040	237,161	238,065
0,1	0,256	0,256	0,264	0,259	53,445	53,445	55,115	54,001	246,555	246,555	244,885	245,999
0,2	0,240	0,233	0,237	0,237	50,104	48,643	49,478	49,408	249,896	251,357	250,522	250,592
0,3	0,218	0,215	0,218	0,217	45,511	44,885	45,511	45,303	254,489	255,115	254,489	254,697
0,4	0,226	0,222	0,222	0,223	47,182	46,347	46,347	46,625	252,818	253,653	253,653	253,375
0,5	0,226	0,226	0,229	0,227	47,182	47,182	47,808	47,390	252,818	252,818	252,192	252,610

[HCl]	kapasitas adsorpsi (qc) (mg/g)				% teradsorpsi			
	1	2	3	rata-rata	1	2	3	rata-rata
0,0	118,998	119,520	118,580	119,033	79,33	79,68	79,05	79,36
0,1	123,278	123,278	122,443	122,999	82,19	82,19	81,63	82,00
0,2	124,948	125,678	125,261	125,296	83,30	83,79	83,51	83,53
0,3	127,244	127,557	127,244	127,349	84,83	85,04	84,83	84,90
0,4	126,409	126,827	126,827	126,688	84,27	84,55	84,55	84,46
0,5	126,409	126,409	126,096	126,305	84,27	84,27	84,06	84,20

Tabel L.5.2 Data Total Uji Pengaruh Lama Aktivasi Terhadap % CI Teradsorpsi oleh Piropilit

Lama Aktivasi (menit)	Absorbansi				CI dalam filtrat (ppm)				CI terserap (ppm)			
	1	2	3	rata-rata	1	2	3	rata-rata	1	2	3	rata-rata
30	0,226	0,233	0,229	0,229	47,182	48,643	47,808	47,878	252,818	251,357	252,192	252,122
60	0,218	0,222	0,215	0,218	45,511	46,347	44,885	45,581	254,489	253,653	255,115	254,419
90	0,208	0,211	0,211	0,210	43,424	44,050	44,050	43,841	256,576	255,950	255,950	256,159
120	0,211	0,215	0,211	0,212	44,050	44,885	44,050	44,328	255,950	255,115	255,950	255,672
150	0,211	0,215	0,215	0,214	44,050	44,885	44,885	44,607	255,950	255,115	255,115	255,393

Lama Aktivasi (menit)	Kapasitas Adsorpsi (qc) (mg/g)				% teradsorpsi			
	1	2	3	rata-rata	1	2	3	rata-rata
30	126,409	125,678	126,096	126,061	84,27	83,79	84,06	84,04
60	127,244	126,827	127,557	127,209	84,83	84,55	85,04	84,81
90	128,288	127,975	127,975	128,079	85,53	85,32	85,32	85,39
120	127,975	127,557	127,975	127,836	85,32	85,04	85,32	85,22
150	127,975	127,557	127,557	127,697	85,32	85,04	85,04	85,13

Tabel L.5.3 Data Total Uji Pengaruh Lama Kontak Terhadap Kapasitas Adsorpsi Piropilit

Lama Kontak (jam)	Absorbansi				CF dalam filtrat (ppm)				CF terserap (ppm)			
	1	2	3	rata-rata	1	2	3	rata-rata	1	2	3	rata-rata
1	0,237	0,240	0,237	0,238	49,478	50,104	49,478	49,687	250,522	249,896	250,522	250,313
2	0,226	0,222	0,222	0,223	47,182	46,347	46,347	46,625	252,818	253,653	253,653	253,375
3	0,211	0,211	0,211	0,211	44,050	44,050	44,050	44,050	255,950	255,950	255,950	255,950
4	0,204	0,208	0,204	0,205	42,589	43,424	42,589	42,867	257,411	256,576	257,411	257,133
5	0,208	0,208	0,204	0,207	43,424	43,424	42,589	43,145	256,576	256,576	257,411	256,855

Lama Kontak (jam)	Kapasitas Adsorpsi (qc) (mg/g)				% teradsorpsi			
	1	2	3	rata-rata	1	2	3	rata-rata
1	125,261	124,948	125,261	125,157	83,51	83,30	83,51	83,44
2	126,409	126,827	126,827	126,688	84,27	84,55	84,55	84,46
3	127,975	127,975	127,975	127,975	85,32	85,32	85,32	85,32
4	128,706	128,288	128,706	128,566	85,80	85,53	85,80	85,71
5	128,288	128,288	128,706	128,427	85,53	85,53	85,80	85,62

LAMPIRAN 6

**PENENTUAN KONSENTRASI OKSIDA – OKSIDA LOGAM
DALAM PIROPILIT ARJOSARI PACITAN YANG
TERAKTIVASI DAN TANPA AKTIVASI**

6.1 Penentuan Kadar Logam dalam Akuades

Tabel L.6.1 Data hasil pengukuran akuades

No	Logam	Absorbansi
1	Mg	0
2	Ca	0
3	K	0
4	Na	0
5	Fe	0

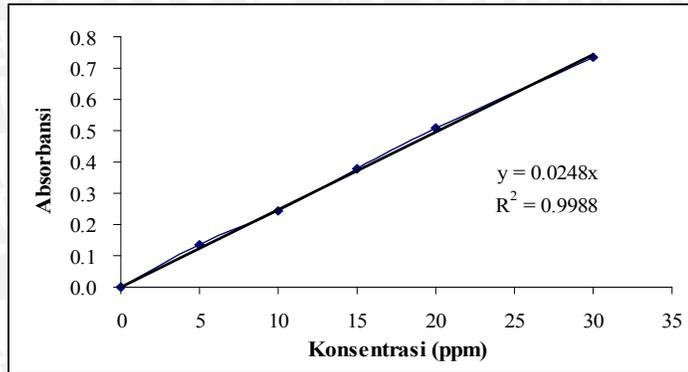
6.2 Penentuan Kadar CaO dalam Filtrat

- **Pembuatan Kurva Standar Ca^{2+} (Basset dkk., 1994)**

Larutan Ca^{2+} 100 ppm (Lampiran 3 point 3.8) dipipet 5; 10; 15; 20 dan 30 mL dengan pipet volume. Kemudian dimasukkan dalam 5 labu ukur berukuran 100 mL yang berbeda dan ditambahkan 1 mL HCl pekat. Selanjutnya diencerkan sampai tanda batas dengan menambahkan akuades. Masing-masing larutan Ca^{2+} yang dihasilkan dengan konsentrasi berbeda yaitu 5; 10; 15; 20 dan 30 ppm, diukur absorbansi larutan Ca^{2+} pada panjang gelombang maksimum 422,7 nm dengan spektrofotometer serapan atom. Dibuat kurva hubungan antara absorbansi terhadap konsentrasi.

Tabel L.6.2 Hasil Pengamatan serapan dari berbagai konsentrasi Ca^{2+}

Konsentrasi Ca^{2+} (ppm) (X)	Absorbansi (Y)
0	0.0000
5	0.1334
10	0.2422
15	0.3793
20	0.5073
30	0.7332



Gambar L.6.1 Kurva Standar Ca^{2+} pada λ maks = 422,7 nm

- **Penentuan Kadar CaO dalam filtrat piropilit tanpa aktivasi**

$$\text{konsentrasi (C)} = \frac{A}{y} = \frac{0,0549}{0,0248} = 2,2137 \text{ ppm}$$

massa sampel untuk 1000 mL :

$$2,2137 \text{ ppm} = 2,2137 \text{ mg/L} \times 0,1 \text{ L} = 0,2214 \text{ mg}$$

$$\text{kadar CaO} = \frac{56,08 \text{ g/mol}}{40,08 \text{ g/mol}} \times \frac{0,2214 \text{ mg}}{1000 \text{ mg}} \times 100 \% = 0,03\%$$

- **Penentuan Kadar CaO dalam filtrat piropilit teraktivasi HCl 0,3M selama 90 menit**

$$\text{konsentrasi (C)} = \frac{A}{y} = \frac{0,0755}{0,0248} = 3,125 \text{ ppm}$$

massa sampel untuk 1000 mL :

$$3,125 \text{ ppm} = 3,125 \text{ mg/L} \times 0,1 \text{ L} = 0,3125 \text{ mg}$$

$$\text{kadar CaO} = \frac{56,08 \text{ g/mol}}{40,08 \text{ g/mol}} \times \frac{0,3125 \text{ mg}}{1000 \text{ mg}} \times 100 \% = 0,04 \%$$

6.3 Penentuan Kadar MgO dalam Filtrat

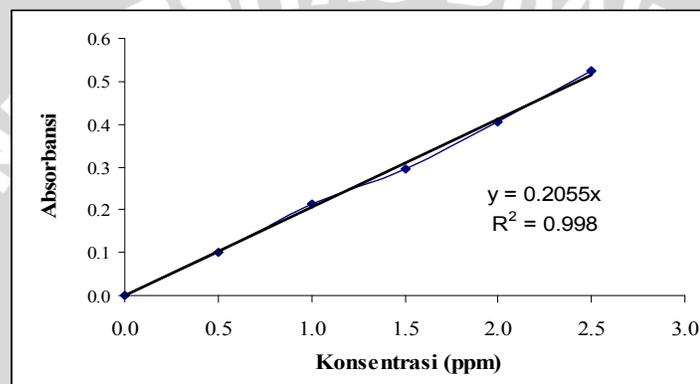
- **Pembuatan Kurva Standar Mg^{2+} (Basset dkk., 1994)**

Larutan Mg^{2+} 100 ppm (Lampiran 3 point 3.9) dipipet masing-masing 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5 mL, dan dimasukkan dalam 5 buah labu ukur berukuran 100 mL yang berbeda. Lalu ditambahkan 1 mL

HCl pekat. Selanjutnya diencerkan sampai tanda batas dengan menambahkan akuades. Masing-masing larutan Mg^{2+} yang dihasilkan dengan konsentrasi berbeda yaitu 0,5; 1; 1,5; 2,0 dan 2,5 ppm, diukur absorbansi larutan Mg^{2+} pada panjang gelombang maksimum 285,2 nm dengan spektrofotometer serapan atom. Dibuat kurva hubungan antara absorbansi terhadap konsentrasi.

Tabel L.6.3 Hasil Pengamatan serapan dari berbagai konsentrasi Mg^{2+}

Konsentrasi Mg^{2+} (ppm) (X)	Absorbansi (Y)
0.0	0.0000
0.5	0.0990
1.0	0.2134
1.5	0.2953
2.0	0.4053
2.5	0.5236



Gambar L.6.2 Kurva Standar Mg^{2+} pada λ maks = 285,2 nm

- **Penentuan Kadar MgO dalam filtrat piropilit tanpa aktivasi**

$$\text{konsentrasi (C)} = \frac{A}{y} = \frac{0,0678}{0,2055} = 0,3299 \text{ ppm}$$

$$\text{massa sampel untuk 1000 mL :} \\ 0,3299 \text{ ppm} = 0,3299 \text{ mg/L} \times 0,1 \text{ L} = 0,0330 \text{ mg}$$

$$\text{kadar MgO} = \frac{40,304 \text{ g/mol}}{24,305 \text{ g/mol}} \times \frac{0,0330 \text{ mg}}{1000 \text{ mg}} \times 100 \% = 0,01 \%$$

- **Penentuan Kadar MgO dalam filtrat piropilit teraktivasi HCl 0,3M selama 90 menit**

$$\text{konsentrasi (C)} = \frac{A}{y} = \frac{0,2711}{0,2055} = 1,3192 \text{ ppm}$$

massa sampel untuk 1000 mL :

$$1,3192 \text{ ppm} = 1,3192 \text{ mg/L} \times 0,1 \text{ L} = 0,1319 \text{ mg}$$

$$\text{kadar MgO} = \frac{40,304 \text{ g/mol}}{24,305 \text{ g/mol}} \times \frac{0,1319 \text{ mg}}{1000 \text{ mg}} \times 100 \% = 0,02 \%$$

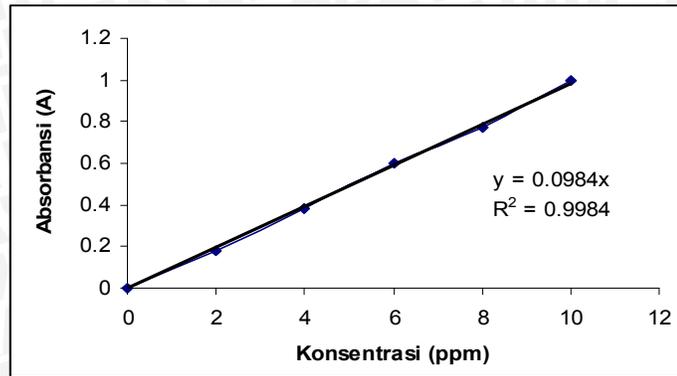
6.4 Penentuan Kadar K₂O dalam Filtrat

- **Pembuatan Kurva Standar K⁺ (Basset dkk., 1994)**

Larutan K⁺ 100 ppm (Lampiran 3 point 3.10) dipipet masing-masing 2; 4; 6; 8; dan 10 mL, dan dimasukkan dalam 5 buah labu ukur berukuran 100 mL yang berbeda. Lalu ditambahkan 1 mL HCl pekat. Selanjutnya diencerkan sampai tanda batas dengan menambahkan akuades. Masing-masing larutan K⁺ yang dihasilkan dengan konsentrasi berbeda yaitu 2; 4; 6; 8; dan 10 ppm, diukur absorbansi larutan K⁺ pada panjang gelombang maksimum 766,5 nm dengan spektrofotometer serapan atom. Dibuat kurva hubungan antara absorbansi terhadap konsentrasi.

Tabel L.6.4 Hasil Pengamatan serapan dari berbagai konsentrasi K⁺

Konsentrasi K ⁺ (ppm) (X)	Absorbansi (Y)
0	0
2	0.18
4	0.38
6	0.6
8	0.77
10	1



Gambar L.6.3 Kurva Standar K^+ pada λ maks = 766,5 nm

- Penentuan Kadar K_2O dalam filtrat piropilit tanpa aktivasi

$$\text{konsentrasi (C)} = \frac{A}{y} = \frac{0,16}{0,0984} = 1,6260 \text{ ppm}$$

massa sampel untuk 1000 mL :

$$1,6260 \text{ ppm} = 1,6260 \text{ mg/L} \times 0,1 \text{ L} = 0,1626 \text{ mg}$$

$$\text{kadar } K_2O = \frac{94,19 \text{ g/mol}}{39,1 \text{ g/mol}} \times \frac{0,1626 \text{ mg}}{1000 \text{ mg}} \times 100 \% = 0,04 \%$$

- Penentuan Kadar K_2O dalam filtrat piropilit teraktivasi HCl 0,3M selama 90 menit

$$\text{konsentrasi (C)} = \frac{A}{y} = \frac{0,22}{0,0984} = 2,2358 \text{ ppm}$$

massa sampel untuk 1000 mL :

$$2,2358 \text{ ppm} = 2,2358 \text{ mg/L} \times 0,1 \text{ L} = 0,2236 \text{ mg}$$

$$\text{kadar } K_2O = \frac{94,19 \text{ g/mol}}{39,1 \text{ g/mol}} \times \frac{0,2236 \text{ mg}}{1000 \text{ mg}} \times 100 \% = 0,05 \%$$

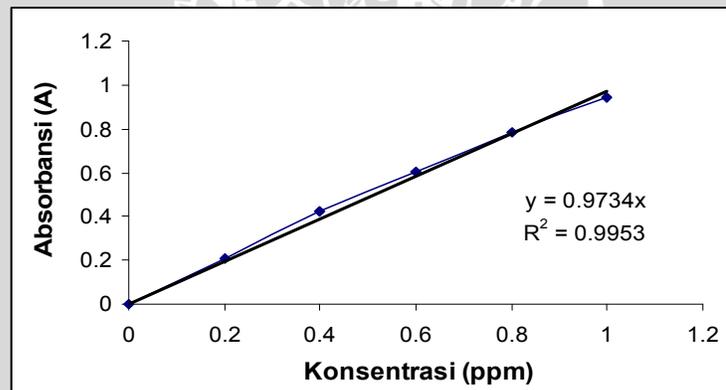
6.5 Penentuan Kadar Na_2O dalam Filtrat

- Pembuatan Kurva Standar Na^+ (Basset dkk., 1994)

Larutan Na^+ 100 ppm (Lampiran 3 point 3.11) dipipet masing-masing 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; dan 1 mL, dan dimasukkan dalam 4 buah labu ukur berukuran 100 mL yang berbeda. Lalu ditambahkan 1 mL HCl pekat. Selanjutnya diencerkan sampai tanda batas dengan menambahkan akuades. Masing-masing larutan Na^+ yang dihasilkan dengan konsentrasi berbeda yaitu 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; dan 1 ppm, diukur absorbansi larutan Na^+ pada panjang gelombang maksimum 589 nm dengan spektrofotometer serapan atom. Dibuat kurva hubungan antara absorbansi terhadap konsentrasi.

Tabel L.6.5 Hasil Pengamatan serapan dari berbagai konsentrasi Na^+

Konsentrasi Na^+ (ppm) (X)	Absorbansi (Y)
0	0
0,2	0,205
0,4	0,425
0,6	0,604
0,8	0,785
1,0	0,940



Gambar L.6.4 Kurva Standar Na^+ pada λ maks = 589 nm

- **Penentuan Kadar Na₂O dalam filtrat piropilit tanpa aktivasi**

Kadar (%) Na₂O dalam sampel :

$$\text{konsentrasi} = \frac{A}{y} = \frac{0,2506}{0,9734} = 0,2574 \text{ ppm}$$

massa sampel untuk 1000 mL :

$$0,2574 \text{ ppm} = 0,2574 \text{ mg/L} \times 0,1 \text{ L} = 0,0257 \text{ mg}$$

$$\text{kadar Na}_2\text{O} = \frac{61,96 \text{ g/mol}}{22,98 \text{ g/mol}} \times \frac{0,0257 \text{ mg}}{1000 \text{ mg}} \times 100 \% = 0,01 \%$$

- **Penentuan Kadar Na₂O dalam filtrat piropilit teraktivasi HCl 0,3M selama 90 menit**

Kadar (%) Na₂O dalam sampel :

$$\text{konsentrasi} = \frac{A}{y} = \frac{0,6531}{0,9734} = 0,6709 \text{ ppm}$$

massa sampel untuk 1000 mL :

$$0,6709 \text{ ppm} = 0,6709 \text{ mg/L} \times 0,1 \text{ L} = 0,0671 \text{ mg}$$

$$\text{kadar Na}_2\text{O} = \frac{61,96 \text{ g/mol}}{22,98 \text{ g/mol}} \times \frac{0,0671 \text{ mg}}{1000 \text{ mg}} \times 100 \% = 0,02 \%$$

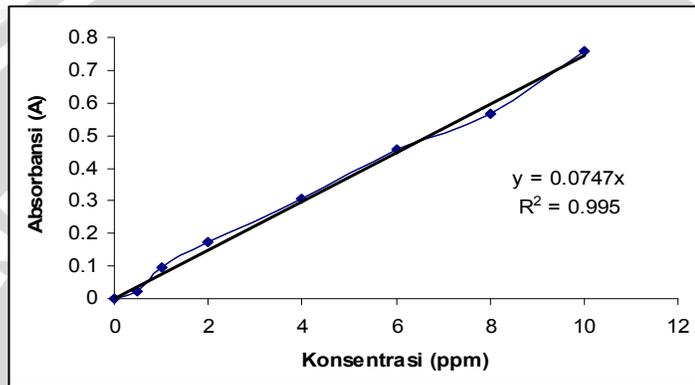
6.6 Penentuan Kadar Fe₂O₃ dalam Filtrat

- **Pembuatan Kurva Standar Fe³⁺ (Basset dkk., 1994)**

Larutan Fe³⁺ 100 ppm (Lampiran 3 point 3.12) dipipet masing-masing 0,5; 1; 2; 4; 6; 8; dan 10 mL, dan dimasukkan dalam 7 buah labu ukur berukuran 100 mL yang berbeda. Lalu ditambahkan 1 mL HCl pekat. Selanjutnya diencerkan sampai tanda batas dengan menambahkan akuades. Masing-masing larutan Fe³⁺ yang dihasilkan dengan konsentrasi berbeda yaitu 0,5; 1; 2; 4; 6; 8 dan 10 ppm, diukur absorbansi larutan Fe³⁺ pada panjang gelombang maksimum 248,3 nm dengan spektrofotometer serapan atom. Dibuat kurva hubungan antara absorbansi terhadap konsentrasi.

Tabel L.6.6 Hasil Pengamatan serapan dari berbagai konsentrasi Fe³⁺

Konsentrasi Fe ³⁺ (ppm) (X)	Absorbansi (A)
0	0
0,5	0,021
1,0	0,097
2,0	0,173
4,0	0,308
6,0	0,456
8,0	0,565
10	0,758



Gambar L.6.5 Kurva Standar Fe³⁺ pada λ maks = 248,3 nm

- **Penentuan Kadar Fe₂O₃ dalam filtrat piropilut tanpa aktivasi**

Kadar (%) Fe₂O₃ dalam sampel :

$$\text{konsentrasi} = \frac{A}{y} = \frac{0,0006}{0,0747} = 0,0080 \text{ ppm}$$

massa sampel untuk 1000 mL :

$$0,0080 \text{ ppm} = 0,0080 \text{ mg/L} \times 0,1 \text{ L} = 0,0008 \text{ mg}$$

$$\begin{aligned} \text{kadar Fe}_2\text{O}_3 &= \frac{159,69 \text{ g/mol}}{55,85 \text{ g/mol}} \times \frac{0,0008 \text{ mg}}{1000 \text{ mg}} \times 100 \% \\ &= 0 \% \end{aligned}$$

- **Penentuan Kadar Fe_2O_3 dalam filtrat piropilit teraktivasi HCl 0,3M selama 90 menit**

Kadar (%) Fe_2O_3 dalam sampel :

$$\text{konsentrasi} = \frac{A}{y} = \frac{0,0316}{0,0747} = 0,4230 \text{ ppm}$$

massa sampel untuk 1000 mL :

$$0,4230 \text{ ppm} = 0,4230 \text{ mg/L} \times 0,1 \text{ L} = 0,0423 \text{ mg}$$

$$\begin{aligned} \text{kadar } \text{Fe}_2\text{O}_3 &= \frac{159,69 \text{ g/mol}}{55,85 \text{ g/mol}} \times \frac{0,0423 \text{ mg}}{1000 \text{ mg}} \times 100 \% \\ &= 0,01 \% \end{aligned}$$

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



LAMPIRAN 7

UJI STATISTIK PENENTUAN % TERADSORPSI DAN KAPASITAS ADSORPSI

7.1 Uji Kemampuan Mineral Piropilit Tanpa Aktivasi dan dengan Aktivasi Sebagai Adsorben Terhadap Cl^-

Tabel L.7.1.1 Hasil penentuan % teradsorpsi piropilit tanpa aktivasi dan teraktivasi HCl setelah kontak dengan larutan Cl^- 300 ppm

[HCl]	% Teradsorpsi			Total	Rata-rata
	1	2	3		
0	79,35	79,65	79,05	238,06	79,35
0,1	82,21	82,21	81,66	246,07	82,02
0,2	83,28	83,80	83,54	250,61	83,54
0,3	84,82	85,06	84,82	254,69	84,90
0,4	84,31	84,57	84,57	253,44	84,48
0,5	84,31	84,31	84,06	252,67	84,22
Total				1.495,54	498,51

Untuk melihat ada tidaknya pengaruh aktivasi dengan variasi konsentrasi larutan HCl terhadap nilai % Cl^- teradsorpsi, maka dilakukan uji statistik menggunakan uji F dengan langkah-langkah sebagai berikut :

$$FK = \frac{\left[\sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^n Y_{ij} \right]^2}{pxn} = \frac{[1.495,54]^2}{18} = 124.257,66$$

Tabel L.7.1.2 Hasil penentuan % teradsorpsi kuadrat piropilit tanpa aktivasi dan teraktivasi HCl setelah kontak dengan larutan Cl^- 300 ppm

[HCl]	(% Teradsorpsi) ²			Total
	1	2	3	
0	6.296,87	6.344,45	6.249,47	18.890,79
0,1	6.757,82	6.757,82	6.667,74	20.183,39
0,2	6.935,17	7.022,37	6.978,12	20.935,66
0,3	7.193,68	7.235,06	7.193,68	21.622,43
0,4	7.107,77	7.151,25	7.151,25	21.410,27
0,5	7.107,77	7.107,77	7.065,59	21.281,13
Total				124.323,66

$$\begin{aligned}
 JK \text{ total} &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n Y_{ij} - FK \\
 &= 124.323,66 - 124.257,66 \\
 &= 66
 \end{aligned}$$

Tabel L.7.1.3 Hasil penentuan % teradsorpsi total kuadrat piropilit tanpa aktivasi dan teraktivasi HCl setelah kontak dengan larutan Cf 300 ppm

[HCl]	% Adsorpsi			Total	Total ²
	1	2	3		
0	79,35	79,65	79,05	238,06	56.671,83
0,1	82,21	82,21	81,66	246,07	60.549,56
0,2	83,28	83,80	83,54	250,61	62.806,57
0,3	84,82	85,06	84,82	254,69	64.867,16
0,4	84,31	84,57	84,57	253,44	64.230,68
0,5	84,31	84,31	84,06	252,67	63.843,26
Total				1.495,54	372.969,05

$$\begin{aligned}
 JK \text{ perlakuan} &= \frac{\left[\sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^n Y_{ij} \right]^2}{n} - FK \\
 &= \frac{372.969,05}{3} - 124.257,66 \\
 &= 124.323,02 - 124.257,66 \\
 &= 65,36
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK \text{ galat} &= JK \text{ total} - JK \text{ perlakuan} \\
 &= 66 - 65,36 \\
 &= 0,64
 \end{aligned}$$

Analisis Sidik Ragam (Uji F)

a. Kuadrat Tengah Perlakuan

$$\begin{aligned}
 (KT_p) &= \frac{JK \text{ perlakuan}}{dB \text{ perlakuan}} \\
 &= \frac{65,36}{5} = 13,07
 \end{aligned}$$

b. Kuadrat Tengah Galat Percobaan

$$(KT_{GP}) = \frac{JK \text{ galatpercobaan}}{dB \text{ galatpercobaan}}$$
$$= \frac{0,64}{12} = 0,05$$

c. Menghitung Nilai F

$$F_{hitung} = \frac{KT \text{ perlakuan}}{KT \text{ galatpercobaan}}$$
$$= \frac{13,072}{0,0533} = 245,22$$

Tabel L.7.1.4 Analisis sidik ragam satu arah

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	F _{hitung}	F _{tabel}
Perlakuan	5	65,36	13,07	245,22	5,06
Galat	12	0,64	0,05		
Total	17				

Hasil uji F menunjukkan bahwa $F_{hitung} > F_{tabel(1\%)}$ maka H_0 ditolak, yang artinya ada perbedaan yang sangat nyata antarperlakuan sehingga dapat disimpulkan bahwa perlakuan membuat variasi konsentrasi larutan HCl dapat mempengaruhi nilai % Cl⁻ teradsorpsi. Untuk menentukan konsentrasi larutan HCl optimum pada nilai % Cl⁻ teradsorpsi maka dilakukan uji Jarak Berganda Duncan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

$$LSR = SSR \times s.e.$$

$$s.e = \sqrt{\frac{KTG}{n}}$$

$$s.e = \sqrt{\frac{0,05}{3}}$$
$$= 0,13$$

Tabel L.7.1.5 Perbedaan rata-rata hasil pengamatan perlakuan berdasarkan uji jarak Duncan

[HCl] (M)	Rata-rata perlakuan (x)	Beda					p	SSR	LSR
		(x-0)	(x-0,1)	(x-0,2)	(x-0,5)	(x-0,4)			
0,3	84,90	5,55*	2,46*	1,36*	0,68*	0,42	6	4,77	0,62
0,4	84,48	5,13*	2,46*	0,94*	0,26		5	4,71	0,61
0,5	84,22	4,87*	2,20*	0,68*			4	4,62	0,60
0,2	83,54	4,19*	1,52*				3	4,50	0,59
0,1	82,02	2,67*					2	4,32	0,26
0	79,35								

Keterangan :

* = beda nyata pada taraf uji 1%

7.2 Uji Pengaruh Lama Aktivasi Terhadap % Cl⁻ Teradsorpsi oleh Piropilit

Tabel L.7.2.1 Hasil penentuan % teradsorpsi piropilit teraktivasi dengan lama aktivasi yang bervariasi

Lama Aktivasi (menit)	% teradsorpsi			Total	rata-rata
	1	2	3		
30	84,31	83,80	84,06	252,16	84,05
60	84,82	84,57	85,06	254,44	84,81
90	85,55	85,31	85,31	256,17	85,39
120	85,31	85,06	85,31	255,68	85,23
150	85,31	85,06	85,06	255,43	85,14
Total				1.273,88	424,63

Untuk melihat ada tidaknya pengaruh memvariasi lama aktivasi dengan larutan HCl 0,3M terhadap nilai % Cl⁻ teradsorpsi maka dilakukan uji statistik menggunakan uji F dengan langkah-

langkah sebagai berikut :
$$FK = \frac{\left[\sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^n Y_{ij} \right]^2}{pxn}$$

$$= \frac{[1.273,88]^2}{15} = 108.185,21$$

Tabel L.7.2.2 Hasil penentuan % teradsorpsi kuadrat piropilit teraktivasi dengan lama aktivasi yang bervariasi

Lama Aktivasi (menit)	(% Teradsorpsi) ²			Total
	1	2	3	
30	7.107,77	7.022,37	7.065,59	21.195,73
60	7.193,68	7.151,25	7.235,06	21.579,99
90	7.319,36	7.277,74	7.277,74	21.874,84
120	7.277,74	7.235,06	7.277,74	21.790,54
150	7.277,74	7.235,06	7.235,06	21.747,86
Total				108.188,96

$$\begin{aligned}
 JK \text{ total} &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n Y_{ij} - FK \\
 &= 108.188,96 - 108.185,21 \\
 &= 3,75
 \end{aligned}$$

Tabel L.7.2.3 Hasil penentuan % teradsorpsi total kuadrat piropilit teraktivasi dengan lama aktivasi yang bervariasi

Lama Aktivasi (menit)	% teradsorpsi			Total	Total ²
	1	2	3		
30	84,31	83,80	84,06	252,16	63.586,80
60	84,82	84,57	85,06	254,44	64.739,61
90	85,55	85,31	85,31	256,17	65.624,39
120	85,31	85,06	85,31	255,68	65.371,49
150	85,31	85,06	85,06	255,43	65.243,45
Total				1.273,88	324.565,75

$$\begin{aligned}
 JK \text{ perlakuan} &= \frac{\left[\sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^n Y_{ij} \right]^2}{n} - FK \\
 &= \frac{324.565,75}{3} - 108.185,21 \\
 &= 108.188,58 - 108.185,21 \\
 &= 3,37
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK galat} &= \text{JK total} - \text{JK perlakuan} \\ &= 3,75 - 3,37 \\ &= 0,38 \end{aligned}$$

Analisis Sidik Ragam (Uji F)

a. Kuadrat Tengah _{Perlakuan}

$$\begin{aligned} (\text{KT}_p) &= \frac{\text{JK perlakuan}}{\text{dB perlakuan}} \\ &= \frac{3,37}{4} \\ &= 0,84 \end{aligned}$$

b. Kuadrat Tengah _{Galat Percobaan}

$$\begin{aligned} (\text{KT}_{GP}) &= \frac{\text{JK galatpercobaan}}{\text{dB galatpercobaan}} \\ &= \frac{0,38}{10} = 0,04 \end{aligned}$$

c. Menghitung Nilai F

$$\begin{aligned} F_{\text{hitung}} &= \frac{\text{KT perlakuan}}{\text{KT galatpercobaan}} \\ &= \frac{0,84}{0,038} \\ &= 22,11 \end{aligned}$$

Tabel L.7.2.4 Analisis sidik ragam satu arah

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	F _{hitung}	F _{tabel}
Perlakuan	4	3,37	0,84	22,11	5,99
Galat	10	0,38	0,04		
Total	14				

Hasil uji F menunjukkan bahwa $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}(1\%)}$ maka H_0 ditolak, yang artinya ada perbedaan yang sangat nyata antarperlakuan sehingga dapat disimpulkan bahwa perlakuan membuat variasi lama aktivasi dengan larutan HCl 0,3 M dapat mempengaruhi nilai % Cl⁻ teradsorpsi. Untuk menentukan lama

aktivasi optimum dengan HCl 0,3 M terhadap nilai % Cl⁻ teradsorpsi maka dilakukan uji Jarak Berganda Duncan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

$$LSR = SSR \times s.e.$$

$$s.e = \sqrt{\frac{KTG}{n}}$$

$$s.e = \sqrt{\frac{0,04}{3}} = 0,12$$

Tabel L.7.1.5 Perbedaan rata-rata hasil pengamatan perlakuan berdasarkan uji jarak Duncan

Lama Aktivasi (jam)	Rata-rata perlakuan (x)	Beda				p	SSR	LSR
		(x-30)	(x-60)	(x-150)	(x-120)			
90	85,39	1,35*	0,58*	0,25	0,16	5	4,87	0,58
120	85,23	1,18*	0,42	0,09		4	4,79	0,57
150	85,14	0,99*	0,33			3	4,67	0,56
60	84,81	0,76*				2	4,48	0,54
30	84,05							

Keterangan :

* = beda nyata pada taraf uji 1%

7.3 Uji Pengaruh Lama Kontak Terhadap Kapasitas Adsorpsi Piropilit

Tabel L.7.3.1 Hasil penentuan kapasitas adsorpsi piropilit teraktivasi selama 90 menit dengan lama kontak yang bervariasi

Lama Kontak (jam)	Kapasitas Adsorpsi (qc) (mg/g)			qc total	qc rata-rata
	1	2	3		
1	125,261	124,948	125,261	375,470	125,157
2	126,409	126,827	126,827	380,063	126,688
3	127,975	127,975	127,975	383,925	127,975
4	128,706	128,288	128,706	385,699	128,566
5	128,288	128,288	128,706	385,282	128,427
Total				1.910,438	636,813

Untuk melihat ada tidaknya pengaruh aktivasi dengan variasi lama kontak terhadap kapasitas adsorpsi piropilit, maka dilakukan uji statistik menggunakan uji F dengan langkah-langkah sebagai berikut:

$$FK = \frac{\left[\sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^n Y_{ij} \right]^2}{pxn} = \frac{[1.910,438]^2}{15} = 243.318,224$$

Tabel L.7.3.2 Hasil penentuan kapasitas adsorpsi kuadrat piropilit teraktivasi selama 90 menit dengan lama kontak yang bervariasi

Lama Kontak (jam)	qc ² (mg/g)			Total
	1	2	3	
1	15.690,308	15.611,955	15.690,308	46.992,571
2	15.979,282	16.085,017	16.085,017	48.149,317
3	16.377,587	16.377,587	16.377,587	49.132,762
4	16.565,141	16.457,837	16.565,141	49.588,119
5	16.457,837	16.457,837	16.565,141	49.480,814
Total				243.343,583

$$\begin{aligned} JK \text{ total} &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n Y_{ij} - FK \\ &= 243.343,583 - 243.318,224 \\ &= 25,359 \end{aligned}$$

Tabel L.7.3.3 Hasil penentuan kapasitas adsorpsi total kuadrat piropilit teraktivasi selama 90 menit dengan lama kontak yang bervariasi

Lama Kontak (jam)	qc (mg/g)			qc total	Total ²
	1	2	3		
1	125,261	124,948	125,261	375,470	140.977,517
2	126,409	126,827	126,827	380,063	144.447,603
3	127,975	127,975	127,975	383,925	147.398,285
4	128,706	128,288	128,706	385,699	148.764,007
5	128,288	128,288	128,706	385,282	148.442,094
Total				1.910,438	730.029,0506

$$\begin{aligned}
 \text{JK perlakuan} &= \frac{\left[\sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^n Y_{ij} \right]^2}{n} - \text{FK} \\
 &= \frac{730.029,506}{3} - 243.318,224 \\
 &= 24,945
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK galat} &= \text{JK total} - \text{JK perlakuan} \\
 &= 25,359 - 24,945 \\
 &= 0,414
 \end{aligned}$$

Analisis Sidik Ragam (Uji F)

a. Kuadrat Tengah perlakuan

$$\begin{aligned}
 (\text{KT}_p) &= \frac{\text{JK perlakuan}}{dB \text{ perlakuan}} \\
 &= \frac{24,945}{4} \\
 &= 6,236
 \end{aligned}$$

b. Kuadrat Tengah Galat Percobaan

$$\begin{aligned}
 (\text{KT}_{GP}) &= \frac{\text{JK galatpercobaan}}{dB \text{ galatpercobaan}} \\
 &= \frac{0,414}{10} = 0,041
 \end{aligned}$$

c. Menghitung Nilai F

$$\begin{aligned}
 F_{\text{hitung}} &= \frac{\text{KT perlakuan}}{\text{KT galatpercobaan}} \\
 &= \frac{6,236}{0,041} \\
 &= 152,098
 \end{aligned}$$

Tabel L.7.3.4 Analisis sidik ragam satu arah

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	F _{hitung}	F _{tabel}
Perlakuan	4	24,945	6,236	152,098	5,99
Galat	10	0,414	0,041		
Total	14				

Hasil uji F menunjukkan bahwa $F_{hitung} > F_{tabel(1\%)}$ maka H_0 ditolak, yang artinya ada perbedaan yang sangat nyata antarperlakuan sehingga dapat disimpulkan bahwa perlakuan membuat variasi lama kontak dapat mempengaruhi nilai kapasitas adsorpsi piropilit terhadap Cl⁻. Untuk menentukan konsentrasi larutan HCl optimum pada kapasitas adsorpsi piropilit terhadap Cl⁻ maka dilakukan uji Jarak Berganda Duncan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

$$LSR = SSR \times s.e.$$

$$s.e = \sqrt{\frac{KTG}{n}}$$

$$s.e = \sqrt{\frac{0,041}{3}}$$

$$= 0,117$$

Tabel L.7.3.5 Perbedaan rata-rata hasil pengamatan perlakuan berdasarkan uji jarak Duncan

Lama Aktivasi (menit)	Rata-rata perlakuan (x)	Beda				p	SSR	LSR
		(x-1)	(x-2)	(x-3)	(x-5)			
4	128,566	3,409*	1,878*	0,591*	0,139	5	4,87	0,570
5	128,427	3,270*	1,739*	0,452		4	4,79	0,560
3	127,975	2,818*	1,287*			3	4,67	0,546
2	126,688	1,531*				2	4,48	0,524
1	125,157							

Keterangan :

* = beda nyata pada taraf uji 1%

L.7.4 Uji Pengaruh Piropilit Tanpa Aktivasi dan Teraktivasi Optimum

Tabel L.7.4.1 Hasil penentuan kapasitas adsorpsi piropilit tanpa aktivasi dan teraktivasi

Piropilit	qc (mg/g)			Total	rata-rata
	1	2	3		
Tanpa Aktivasi	118,998	119,520	118,580	357,098	119,033
Teraktivasi	128,706	128,288	128,706	385,699	128,566
Total				742,797	247,599

Untuk melihat ada tidaknya pengaruh aktivasi terhadap kapasitas adsorpsi Cl^- , maka dilakukan uji statistik menggunakan uji F dengan langkah-langkah sebagai berikut:

$$FK = \frac{\left[\sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^n Y_{ij} \right]^2}{pxn} = \frac{[742,797]^2}{6} = 91.957,897$$

Tabel L.7.4.2 Hasil penentuan kapasitas adsorpsi kuadrat piropilit tanpa aktivasi dan teraktivasi

Piropilit	qc ²			Total
	1	2	3	
Tanpa Aktivasi	14.160,524	14.285,030	14.061,216	42.506,770
Teraktivasi	16.565,141	16.457,837	16.565,141	49.588,119
Total				92.094,889

$$JK \text{ total} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n Y_{ij}^2 - FK = 92.094,889 - 91.957,897 = 136,992$$

Tabel L.7.4.3 Hasil penentuan kapasitas adsorpsi total kuadrat piropilit tanpa aktivasi dan teraktivasi

Piropilit	qc (mg/g)			total	Total ²
	1	2	3		
Tanpa Aktivasi	118,998	119,520	118,580	357,098	127.518,982
Teraktivasi	128,706	128,288	128,706	385,699	148.763,719
Total				742,797	276.282,701

$$\begin{aligned}
 JK \text{ perlakuan} &= \frac{\left[\sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^n Y_{ij} \right]^2}{n} - FK \\
 &= \frac{276.282,701}{3} - 91.957,897 \\
 &= 92.094,234 - 91.957,897 \\
 &= 136,337
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK \text{ galat} &= JK \text{ total} - JK \text{ perlakuan} \\
 &= 136,992 - 136,337 \\
 &= 0,655
 \end{aligned}$$

Analisis Sidik Ragam (Uji F)

a. Kuadrat Tengah perlakuan

$$\begin{aligned}
 (KT_p) &= \frac{JK \text{ perlakuan}}{dB \text{ perlakuan}} \\
 &= \frac{136,337}{1} \\
 &= 136,337
 \end{aligned}$$

b. Kuadrat Tengah Galat Percobaan

$$\begin{aligned}
 (KT_{GP}) &= \frac{JK \text{ galatpercobaan}}{dB \text{ galatpercobaan}} \\
 &= \frac{0,655}{4} = 0,164
 \end{aligned}$$

c. Menghitung Nilai F

$$\begin{aligned} F_{\text{hitung}} &= \frac{KT \text{ perlakuan}}{KT \text{ galat percobaan}} \\ &= \frac{136,337}{0,164} \\ &= 831,323 \end{aligned}$$

Tabel L.7.4.4 Analisis sidik ragam satu arah

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	F _{hitung}	F _{tabel}
Perlakuan	1	136,337	136,337	831,323	21,20
Galat	4	0,655	0,164		
Total	5				

Hasil uji F menunjukkan bahwa $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}(1\%)}$ maka H_0 ditolak, yang artinya ada perbedaan yang sangat nyata antara perlakuan tanpa aktivasi dengan teraktivasi sehingga dapat disimpulkan bahwa perlakuan aktivasi dapat mempengaruhi nilai kapasitas adsorpsi piropilit terhadap CI. Untuk menentukan besar kecilnya pengaruh piropilit tanpa aktivasi dengan piropilit teraktivasi maka dilakukan uji Jarak Berganda Duncan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

$$LSR = SSR \times s.e.$$

$$s.e = \sqrt{\frac{KTG}{n}}$$

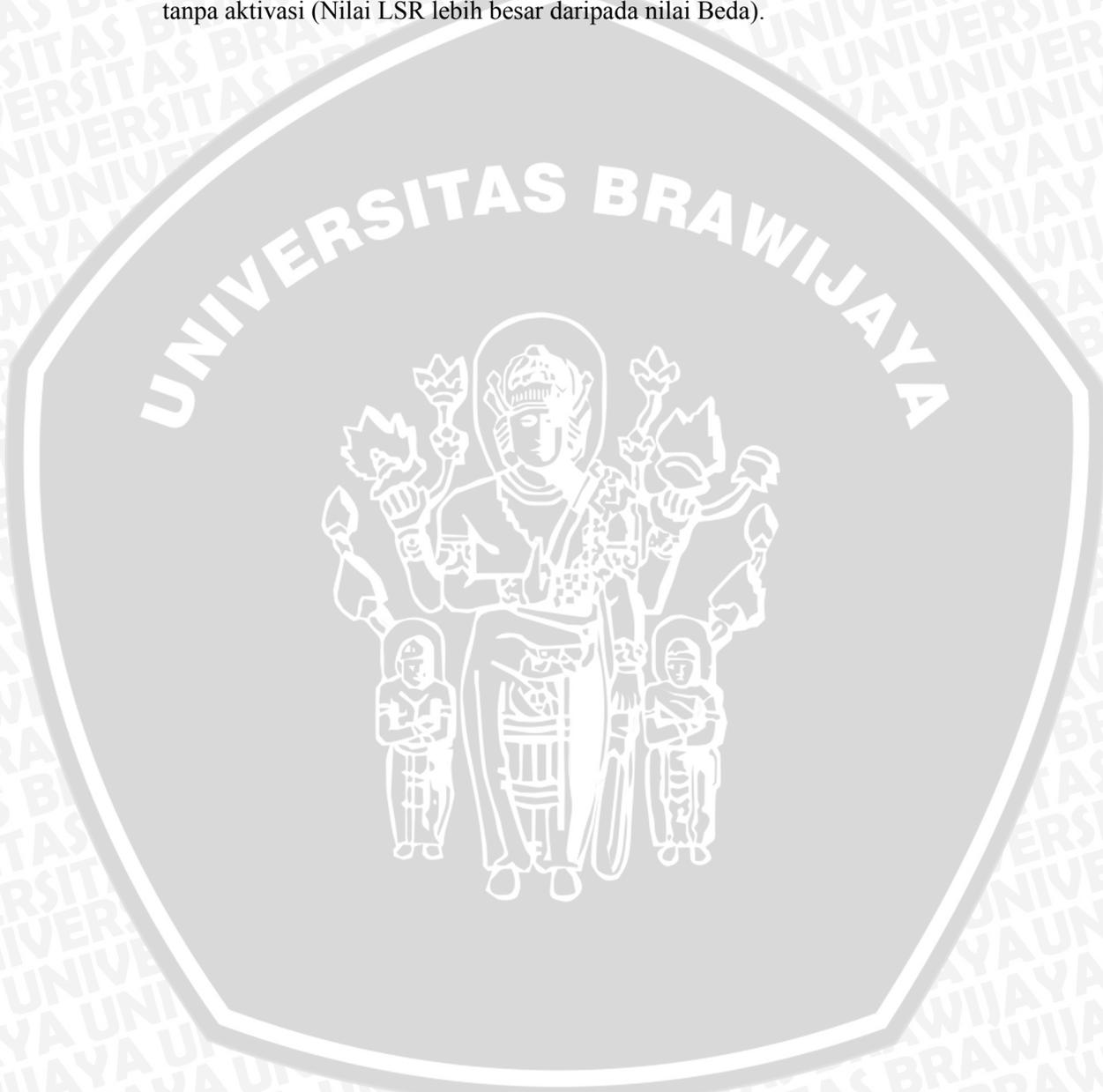
$$s.e = \sqrt{\frac{0,164}{3}}$$

$$= 0,234$$

Tabel L.7.4.5 Perbedaan rata-rata hasil pengamatan perlakuan berdasarkan uji jarak Duncan

Piropilit	Rata-rata Perlakuan (x)	Beda (x-Tanpa aktivasi)	p	SSR	LSR
Teraktivasi	119,033	9,53	2	6,51	1,458
Tanpa Aktivasi	128,566				

Berdasarkan Tabel L.7.4.5 dapat dilihat bahwa tidak ada perbedaan yang nyata antara piropilit teraktivasi dengan piropilit tanpa aktivasi (Nilai LSR lebih besar daripada nilai Beda).



LAMPIRAN 8

TABEL BET

Tabel L.8.1 Data luas permukaan spesifik piropilit Arjosari Pacitan setelah diaktivasi dengan menggunakan HCl 0,3 M selama 90 menit

Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name = a-hcl.dat

User ID	= Vika	User Setup	= 5
Sample ID	= Piroplt Arjosari HCl	Sample Cell Number	= 2
Sample Weight	= 0.7120 g	Sample Volume	= 0.7120 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	= User	Po	= 739.38 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	= 60 sec	Desorption Equil Time	= 0 sec
Adsorption Dwell Time	= 180 sec	Desorption Dwell Time	= 0 sec
Analysis Start Time	= Fri May 23 12:20:06 2008		Analysis End Time = Fri May 23 13:28:53 2008

Multi BET (Adsorption)	
P/Po	BET Transform (1/(W[Po/P - 1]))
0.056750	213.816843
0.082443	234.288802
0.150289	287.155542
0.201605	325.978419
0.251798	365.272849
Slope	= 774.596181
Intercept	= 170.215314
Correlation Coefficient	= 0.999981
BET C	= 5.550684
Surface Area	= 2.624388 sq m
Specific Surface Area	= 3.685938 sq m/g

Tabel L.8.2 Data volume pori dan jari-jari pori rata-rata piropilit Arjosari Pacitan setelah diaktivasi menggunakan HCl 0,3 M selama 90 menit

Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name = a-hcl.dat

User ID	= Vika	User Setup	= 5
Sample ID	= Piropt Arjosari HCl	Sample Cell Number	= 2
Sample Weight	= 0.7120 g	Sample Volume	= 0.7120 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	= User	Po	= 739.38 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	= 60 sec	Desorption Equil Time	= 0 sec
Adsorption Dwell Time	= 180 sec	Desorption Dwell Time	= 0 sec
Analysis Start Time	= Fri May 23 12:20:06 2008	Analysis End Time	= Fri May 23 13:28:53 2008

BJH (Adsorption)		
Pore Radius (Ang)	Cummulative Pore Area (sq m/g e-03)	Cummulative Pore Volume (cc/g e-03)
419.763443	3838.401783	6.394109
173.382980	3826.683856	6.148171
103.876088	3785.564947	5.791705
77.622049	3711.656695	5.407840
60.168428	3470.987114	4.473777
49.009229	3336.164442	4.068174
42.985983	3252.830223	3.863966
37.290115	3112.085971	3.561465
32.870308	2939.338580	3.239376
29.011249	2748.973399	2.926508
26.172712	2434.167573	2.469863
24.224420	2240.099976	2.215899
22.187214	1928.187231	1.838104
20.323198	1617.777457	1.493747
18.509021	780.521986	0.642962
17.144492	546.460802	0.426350
16.066598	543.217160	0.423569
14.740458	193.242718	0.142424

Total Pore Volume is 5.337410 e-03 cc/g for all pores less than 589.826043 Angstrom.

Average pore radius is 28.960935 Angstrom.