

**STUDI ADSORPSI SODIUM DODECYL SULFATE (SDS)  
OLEH PIROPILIT TERAKTIVASI SECARA SISTEM BATCH**

**SKRIPSI**

oleh :

**ARATRI GITTA PRATIWINDA**

**0610923009-92**



**JURUSAN KIMIA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG**

**2011**

**STUDI ADSORPSI SODIUM DODECYL SULFATE (SDS) OLEH  
PIROPILIT TERAKTIVASI SECARA SISTEM BATCH**

**SKRIPSI**

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

oleh :

**ARATRI GITI PRATIWINDA**  
**0610923009-92**



**JURUSAN KIMIA**  
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**  
**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**  
**MALANG**  
**2011**

## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

STUDI ADSORPSI SODIUM DODECYL SULFATE (SDS) OLEH  
PIROPILIT TERAKTIVASI SECARA SISTEM BATCH

oleh :  
**ARATRI GITTA PRATIWINDA**  
**0610923009-92**

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

Pembimbing I

Ulfa Andayani, S.Si, M.Si  
NIP. 19700929 199412 2 001

Pembimbing II

Dr. Ir. H. Chasan Bisri  
NIP. 19510801 198002 1 001

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Kimia  
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya

Dr. Sasangka Prasetyawan, MS  
NIP. 19630404.198701 1 001

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : ARATRI GITA PRATIWINDA

NIM : 0610923009-92

Jurusan : KIMIA

Penulis skripsi berjudul :

STUDI ADSORPSI SODIUM DODECYL SULFATE (SDS)  
OLEH PIROPILIT TERAKTIVASI SECARA SISTEM BATCH

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 termaktub di isi dan tertulis di daftar pustaka dalam skripsi ini.
2. Apabila dikemudian hari ternyata skripsi yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, Januari 2011  
Yang menyatakan,

(ARATRI GITA PRATIWINDA)  
NIM. 0610923009-92

STUDI ADSORPSI SODIUM DODECYL SULFATE (SDS) OLEH  
PIROPILIT TERAKTIVASI SECARA SISTEM BATCH

**ABSTRAK**

Telah dilakukan penelitian tentang adsorpsi SDS oleh piropilit teraktivasi secara sistem *batch*. SDS merupakan salah satu komponen penyusun deterjen yang dapat menyebabkan pencemaran air, sehingga perlu upaya untuk mengurangi kadar SDS tersebut dengan proses adsorpsi menggunakan piropilit. Dalam penelitian ini digunakan piropilit sebagai adsorben karena mempunyai situs aktif pada permukaannya yang berperan dalam proses adsorpsi. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kondisi optimum adsorpsi SDS yang meliputi waktu kontak, massa adsorben, kecepatan pengocokan, dan konsentrasi SDS menggunakan piropilit terkalsinasi serta membandingkan jumlah SDS teradsorpsi ( $q$ ) dan nilai % adsorpsi antara piropilit terkalsinasi dengan piropilit teraktivasi basa. Variasi waktu kontak yang dipelajari adalah 10-100 menit, massa adsorben 2,0-10,0 gram, kecepatan pengocokan 50-200 rpm, dan variasi konsentrasi SDS 500-1250 ppm. Penentuan konsentrasi sisa SDS dilakukan dengan pengukuran konduktivitas larutan SDS. Hasil dari kondisi optimum terhadap adsorpsi SDS diperoleh pada waktu kontak 30 menit, massa adsorben 7,0 gram, kecepatan pengocokan 100 rpm pada konsentrasi SDS 1000 ppm. Jumlah SDS teradsorpsi ( $q$ ) oleh piropilit teraktivasi basa adalah  $(2,01 \pm 0,03)$  mg/g yang nilainya lebih besar dari piropilit terkalsinasi, dimana nilai % adsorpsi sebesar  $(14,56 \pm 0,22)\%$ .

Kata kunci : piropilit, sistem *batch*, kondisi optimum

# STUDY ADSORPTION OF SODIUM DODECYL SULFATE (SDS) WITH ACTIVATED PYROPHYLLITE BY BATCH SYSTEM

## ABSTRACT

The research about adsorption of SDS with activated pyrophyllite used *batch* system has been done. SDS is one of the component in detergent composition that can cause water pollution, so that need an effort to reduce SDS with adsorption process using pyrophyllite. Pyrophyllite is used as adsorbent because of having active sites for adsorption on the surface. The aim of this research was to determine the optimum condition adsorption of SDS that included contact time, adsorbent mass, speed of shaking, SDS concentration with calcinated pyrophyllite and to compare amount of adsorbed SDS ( $q$ ) and the adsorption value between calcinated pyrophyllite and the base activated pyrophyllite. The variation of contact time was studied at 10-100 minutes, adsorbent mass at 2.0-10.0 gram, speed of shaking at 50-200 rpm, and variation of SDS concentration at 500-1250 ppm. The remain SDS concentration was determined by measuring of SDS solution conductivity. The result showed that the optimum condition of SDS adsorption obtained at 30 minutes of contact time, 7.0 gram adsorbent mass, 100 rpm of shaking speed in 1000 ppm SDS concentration. Amount of adsorbed SDS ( $q$ ) on base activated pyrophyllite was  $(2.01 \pm 0.03)$  mg/g which higher than calcinated pyrophyllite, where as the adsorption value resulted  $14.56 \pm 0.22\%$ .

Keywords : pyrophyllite, *batch* system, optimum condition

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan segala rahmat, ridho dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Tugas akhir yang berjudul “Studi Adsorpsi *Sodium Dodecyl Sulfate (SDS)* Oleh Piropilit Teraktivasi Menggunakan Sistem Batch” ini disusun untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dalam bidang Kimia FMIPA Universitas Brawijaya.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dari berbagai pihak, maka penulisan tugas akhir tidak akan berjalan baik dan lancar. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ulfah Andayani, S.Si, M.Si selaku pembimbing I dan Dr. Ir. H. Chasan Bisri selaku pembimbing II atas bimbingan, pengarahan serta kesabaran yang diberikan selama penyusunan tugas akhir.
2. Ellyah Indahyanti, S. Si dan Dr. Diah Mardiana, MS selaku dosen Penasehat Akademik yang telah memberikan arahan kepada penulis selama menempuh studi di Jurusan Kimia Universitas Brawijaya.
3. Dr. Sasangka Prasetyawan, MS selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Brawijaya.
4. Drs. Budi Kamulyan, MSc., Rachmat Triandi Tjahjanto, Dr. rer.nat, Dra. Anna Roosdiana, M. App.Sc, dan M. Farid Rahman, S.Si., M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan saran kepada penulis untuk perbaikan naskah skripsi ini.
5. Seluruh staf pengajaran kimia dan staf laboran kimia atas bantuan, kerjasama dan kesabaran dalam melayani keperluan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
6. Papa, mama, adik, dan keluarga tercinta atas semua bantuan, semangat dan kasih sayang yang telah diberikan.
7. Teman-teman kimia angkatan 2006, sahabat-sahabat serta rekan-rekan lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu, terima kasih atas segala bantuan, dukungan dan doanya.

Penulis menyadari bahwa penyusunan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga saran dan kritik sangat penulis harapkan demi kesempurnaan di masa mendatang dan semoga tulisan ini dapat bermanfaat.

Malang, Januari 2011  
Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK/ABSTRACT .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Surfaktan .....	4
2.2 Sodium dodesil Sulfat (SDS) .....	4
2.3 Mineral Piropilit .....	5
2.3.1 Mineral Piropilit Sumbermanjing Malang Selatan .....	6
2.3.2 Aktivasi Mineral Piropilit .....	7
2.4 Adsorpsi .....	8
2.4.1 Mekanisme Adsorpsi SDS .....	10
2.5 Analisis SDS Menggunakan Konduktometri .....	10
2.6 Jumlah Adsorbat Teradsorpsi dan Nilai % Adsorpsi .....	11
2.7 Hipotesis .....	12
<b>BAB III METODOLOGI</b>	
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	13
3.2 Bahan Penelitian .....	13
3.3 Alat Penelitian .....	13

3.4 Tahapan Penelitian .....	13
3.5 Prosedur Kerja.....	14
3.5.1 Preparasi Piropilit .....	14
3.5.2 Aktivasi Piropilit dengan Kalsinasi .....	14
3.5.3 Karakterisasi Pori Piropilit .....	14
3.5.3.1 Penentuan $\lambda_{\text{maks}}$ Asam Tanat .....	14
3.5.3.2 Penentuan Kurva Baku Larutan Asam Tanat.....	15
3.5.3.3 Penentuan Bilangan Asam Tanat .....	15
3.5.4 Aktivasi Piropilit dengan larutan KOH .....	15
3.5.5 Pembuatan Kurva Baku Larutan SDS .....	15
3.5.6 Penentuan Waktu Kontak Optimum pada Adsorpsi SDS oleh Piropilit Terkalsinasi.....	16
3.5.7 Penentuan Massa Optimum pada Adsorpsi SDS oleh Piropilit Terkalsinasi .....	16
3.5.8 Penentuan Kecepatan Pengocokan Optimum pada Adsorpsi SDS oleh Piropilit Terkalsinasi .....	16
3.5.9 Penentuan Konsentrasi SDS Optimum pada Adsorpsi SDS oleh Piropilit Terkalsinasi.....	17
3.5.10 Penentuan Jumlah SDS Teradsorpsi dan Nilai % Adsorpsi oleh Piropilit Teraktivasi Basa.....	17
3.6 Perhitungan dan Analisis Data .....	17
3.6.1 Perhitungan SDS Teradsorpsi .....	17
3.6.2 Analisis Data .....	18

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Preparasi Piropilit .....	20
4.2 Aktivasi Piropilit .....	20
4.2.1 Aktivasi Piropilit secara Fisik .....	20
4.2.2 Aktivasi Piropilit secara Kimia .....	21
4.3 Pemilihan Kondisi Optimum Terhadap Adsorpsi SDS Menggunakan Piropilit Terkalsinasi.....	21
4.3.1 Penentuan Waktu Kontak Optimum.....	21
4.3.2 Penentuan Massa Adsorben Optimum .....	23
4.3.3 Penentuan Kecepatan Pengocokan Optimum .....	24
4.3.4 Penentuan Konsentrasi SDS Optimum .....	26

4.4 Perbandingan Jumlah SDS Teradsorpsi (q) dan Nilai % Adsorpsi PiropilitTerkalsinasi dengan Piropilit Teraktivasi Basa .....	29
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan .....	31
5.2 Saran .....	31
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	32



## DAFTAR GAMBAR

Halaman

<b>Gambar 2.1</b>	Struktur Sodium Dodecyl Sulfate (SDS).....	5
<b>Gambar 2.2</b>	Struktur Piropilit.....	6
<b>Gambar 2.3</b>	Piropilit Sumbermanjing Malang Selatan .....	7
<b>Gambar 2.4</b>	Konduktometer.....	11
<b>Gambar 4.1</b>	Kurva Hubungan Antara Waktu Kontak Terhadap q dan % Adsorpsi SDS .....	22
<b>Gambar 4.2</b>	Kurva Hubungan Antara Massa Adsorben Terhadap q dan % Adsorpsi SDS .....	23
<b>Gambar 4.3</b>	Kurva Hubungan Antara Kecepatan Pengocokan Terhadap q dan % Adsorpsi SDS .....	25
<b>Gambar 4.4</b>	Mekanisme Adsorpsi SDS.....	26
<b>Gambar 4.5</b>	Kurva Hubungan Antara Konsentrasi SDS Terhadap q dan % Adsorpsi SDS .....	27
<b>Gambar 4.6</b>	Diagram Perbandingan nilai q dan % Adsorpsi SDS oleh Piropilit Terkalsinasi Dengan Piropilit Teraktivasi Basa .....	29
<b>Gambar L.3.1</b>	Kurva Baku Larutan SDS.....	50
<b>Gambar L.6.1</b>	Kurva Penentuan $\lambda_{\text{maks}}$ Asam Tanat.....	84
<b>Gambar L.6.2</b>	Kurva Baku Larutan Asam Tanat pada $\lambda_{\text{maks}} = 273 \text{ nm}$ .....	85

## DAFTAR TABEL

	Halaman	
<b>Tabel L.2.1</b>	Pembuatan larutan SDS dengan konsentrasi 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, dan 900 ppm dalam 100 mL.....	47
<b>Tabel L.2.2</b>	Pembuatan larutan asam tanat 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 ppm dalam 50 mL.....	49
<b>Tabel L.3.1</b>	Data Penentuan Konduktivitas untuk Kurva Baku Larutan SDS pada Berbagai Konsentrasi.....	50
<b>Tabel L.4.1</b>	Data Konduktivitas SDS pada Variasi Waktu Kontak Setelah Adsorpsi .....	51
<b>Tabel L.4.2</b>	Data Hasil Penentuan Konsentrasi Awal, Konsentrasi Tidak Teradsorpsi, Konsentrasi Teradsorpsi, % Adsorpsi, dan q Larutan SDS pada Berbagai Variasi Waktu Kontak .....	52
<b>Tabel L.4.3</b>	Data Konduktivitas SDS pada Variasi Massa Adsorben Setelah Adsorpsi .....	53
<b>Tabel L.4.4</b>	Data Hasil Penentuan Konsentrasi Awal, Konsentrasi Tidak Teradsorpsi, Konsentrasi Teradsorpsi, % Adsorpsi, dan q Larutan SDS pada Berbagai Variasi Massa Adsorben.....	54
<b>Tabel L.4.5</b>	Data Konduktivitas SDS pada Variasi Kecepatan Pengocokan Setelah Adsorpsi .....	55
<b>Tabel L.4.6</b>	Data Hasil Penentuan Konsentrasi Awal, Konsentrasi Tidak Teradsorpsi, Konsentrasi Teradsorpsi, % Adsorpsi, dan q Larutan SDS pada Berbagai Variasi Kecepatan Pengocokan .....	56
<b>Tabel L.4.7</b>	Data Konduktivitas SDS pada Variasi Konsentrasi SDS Setelah Adsorpsi .....	57
<b>Tabel L.4.8</b>	Data Hasil Penentuan Konsentrasi Awal, Konsentrasi Tidak Teradsorpsi, Konsentrasi Teradsorpsi, % Adsorpsi, dan q Larutan SDS pada Berbagai Variasi Konsentrasi SDS .....	57

<b>Tabel L.4.9</b>	Data Konduktivitas SDS pada Kondisi Optimum oleh Piropilit Terkalsinasi dan Teraktivasi Basa .....	58
<b>Tabel L.4.10</b>	Data Hasil Penentuan Konsentrasi Awal, Konsentrasi Tidak Teradsorpsi, Konsentrasi Teradsorpsi, % Adsorpsi, dan q Larutan SDS pada Kondisi Optimum oleh Piropilit Terkalsinasi dan Teraktivasi Basa.....	58
<b>Tabel L.5.1</b>	Data % Adsorpsi SDS oleh Piropilit Terkalsinasi pada Variasi Waktu Kontak .....	61
<b>Tabel L.5.2</b>	Hasil Analisis Sidik Ragam Pengaruh Waktu Kontak pada Adsorpsi SDS.....	62
<b>Tabel L.5.3</b>	Data Jumlah SDS Teradsorpsi (q) oleh Piropilit Terkalsinasi pada Variasi Waktu Kontak .....	63
<b>Tabel L.5.4</b>	Hasil Analisis Sidik Ragam Pengaruh Waktu Kontak pada Adsorpsi SDS .....	64
<b>Tabel L.5.5</b>	Data % Adsorpsi SDS oleh Piropilit Terkalsinasi pada Variasi Massa Adsorben .....	65
<b>Tabel L.5.6</b>	Hasil Analisis Sidik Ragam Pengaruh Massa Adsorben pada Adsorpsi SDS .....	66
<b>Tabel L.5.7</b>	Hasil Uji BNT pada Variasi Massa Adsorben.....	67
<b>Tabel L.5.8</b>	Notasi Hasil Uji BNT pada Variasi Massa Adsorben .....	67
<b>Tabel L.5.9</b>	Data Jumlah SDS Teradsorpsi (q) oleh Piropilit Terkalsinasi pada Variasi Massa Adsorben.....	68
<b>Tabel L.5.10</b>	Hasil Analisis Sidik Ragam Pengaruh Massa Adsorben pada Adsorpsi SDS .....	69
<b>Tabel L.5.11</b>	Hasil Uji BNT pada Variasi Massa Adsorben.....	70
<b>Tabel L.5.12</b>	Notasi Hasil Uji BNT pada Variasi Massa Adsorben .....	70
<b>Tabel L.5.13</b>	Data % Adsorpsi SDS oleh Piropilit Terkalsinasi pada Variasi Kecepatan Pengocokan.....	71
<b>Tabel L.5.14</b>	Hasil Analisis Sidik Ragam Pengaruh Kecepatan Pengocokan pada Adsorpsi SDS .....	72
<b>Tabel L.5.15</b>	Hasil Uji BNT pada Variasi Kecepatan Pengocokan .....	73

<b>Tabel L.5.16</b>	Notasi Hasil Uji BNT pada Variasi Kecepatan Pengocokan .....	73
<b>Tabel L.5.17</b>	Data Jumlah SDS Teradsorpsi ( $q$ ) oleh Piropilit Terkalsinasi pada Variasi Kecepatan Pengocokan .....	74
<b>Tabel L.5.18</b>	Hasil Analisis Sidik Ragam Pengaruh Kecepatan Pengocokan pada Adsorpsi SDS .....	75
<b>Tabel L.5.19</b>	Hasil Uji BNT Pada Variasi Kecepatan Pengocokan .....	76
<b>Tabel L.5.20</b>	Notasi Hasil Uji BNT pada Variasi Kecepatan Pengocokan .....	76
<b>Tabel L.5.21</b>	Data % Adsorpsi SDS oleh Piropilit Terkalsinasi pada Variasi Konsentrasi SDS .....	77
<b>Tabel L.5.22</b>	Hasil Analisis Sidik Ragam Pengaruh Konsentrasi SDS pada Adsorpsi SDS .....	78
<b>Tabel L.5.23</b>	Hasil Uji BNT pada Variasi Konsentrasi SDS ....	79
<b>Tabel L.5.24</b>	Notasi Hasil Uji BNT pada Variasi Konsentrasi SDS.....	79
<b>Tabel L.5.25</b>	Data Jumlah SDS Teradsorpsi ( $q$ ) oleh Piropilit Terkalsinasi pada Variasi Konsentrasi SDS.....	80
<b>Tabel L.5.26</b>	Hasil Analisis Sidik Ragam Pengaruh Konsentrasi SDS pada Adsorpsi SDS .....	81
<b>Tabel L.5.27</b>	Hasil Uji BNT pada Variasi Konsentrasi SDS ....	82
<b>Tabel L.5.28</b>	Notasi Hasil Uji BNT pada Variasi Konsentrasi SDS.....	82
<b>Tabel L.5.29</b>	Hasil Analisis Adsorpsi SDS oleh Piropilit Terkalsinasi dan Piropilit Teraktivasi Basa .....	82
<b>Tabel L.6.1</b>	Data Penentuan Absorbansi Larutan Asam Tanat 10 ppm pada Berbagai Panjang Gelombang .....	84
<b>Tabel L.6.2</b>	Data Penentuan Absorbansi untuk Larutan Asam Tanat pada Berbagai Konsentrasi.....	85
<b>Tabel L.6.3</b>	Data Bilangan Asam Tanat Piropilit .....	87

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
<b>Lampiran 1</b>	Diagram Alir Penelitian.....
<b>Lampiran 2</b>	Preparasi Larutan dan Perhitungan.....
<b>Lampiran 3</b>	Penentuan Kurva Baku Larutan SDS .....
<b>Lampiran 4</b>	Pengolahan Data Nilai % Adsorpsi dan Jumlah SDS Teradsorpsi (q).....
<b>Lampiran 5</b>	Uji Statistik.....
<b>Lampiran 6</b>	Penentuan Bilangan Asam Tanat .....



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Deterjen merupakan salah satu produk industri yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari terutama untuk keperluan rumah tangga dan industri. Menurut Fardiaz (1992), salah satu komponen utama penyusun deterjen adalah surfaktan. Surfaktan (*surface active agent*) merupakan zat aktif permukaan yang berfungsi menurunkan tegangan permukaan air sehingga dapat melepaskan kotoran yang menempel pada permukaan bahan. Surfaktan mempunyai bagian hidrofilik yang tersusun dari gugus polar dan hidrofobik yang tersusun dari gugus non polar berupa rantai hidrokarbon. Salah satu jenis surfaktan yang banyak digunakan di masyarakat adalah sodium dodesil sulfat (SDS) yang merupakan salah satu contoh dari surfaktan anionik. Surfaktan jenis ini biasanya digunakan dalam produk shampo, kosmetik, dan deterjen (Achmad, 2004).

Dalam penelitian yang telah dilakukan Pratama (2008), menunjukkan bahwa kadar deterjen yang dihasilkan dari limbah *laundry* sebesar 2,35 mg/L. Angka tersebut menunjukkan bahwa dalam limbah *laundry* kadarnya melebihi ambang batas, karena menurut PP No. 82 tahun 2001, baku mutu deterjen di perairan sebesar 0,2 mg/L. Meningkatnya penggunaan deterjen di masyarakat dapat menimbulkan dampak besar terhadap lingkungan, salah satunya adalah menurunnya kadar oksigen dalam perairan sehingga menyebabkan terganggunya kehidupan flora dan fauna. Oleh karena itu, perlu upaya penanganan untuk mengurangi kadar SDS di perairan menggunakan metode adsorpsi dengan piropilit secara sistem *batch*. Pada sistem *batch* kontak antara adsorben dan adsorbat lebih sering terjadi, sehingga proses adsorpsi lebih efektif.

Piropilit merupakan mineral yang keberadaannya cukup melimpah di alam serta memiliki situs aktif pada permukaannya yang berperan penting dalam proses adsorpsi (Keren, *et al.*, 1994). Umumnya piropilit alam masih banyak mengandung pengotor, sehingga kemampuannya sebagai adsorben menjadi rendah. Kemampuan piropilit sebagai adsorben dapat ditingkatkan dengan cara aktivasi, yaitu secara fisik dengan kalsinasi pada temperatur

500 °C selama 5 jam (Rintasari, 2008) dan secara kimia menggunakan larutan basa KOH (Muhdarina dan Amilia, 2003). Kalsinasi bertujuan untuk mengurangi pengotor-pengotor yang terdapat pada permukaan piropilit serta mengeluarkan molekul-molekul air yang ada di dalamnya sehingga dapat membuka pori. Aktivasi kimia bertujuan untuk mengaktifkan situs aktif permukaan piropilit serta molarutkan oksida logam yang mengisi ruang-ruang di dalam struktur piropilit, sehingga dapat membuka pori-porinya.

Dalam literatur, terdapat beberapa penelitian tentang penggunaan piropilit sebagai adsorben. Mutrofin, dkk (2006), melaporkan bahwa piropilit teraktivasi dapat digunakan untuk mengadsorpsi ion klorida. Selain itu, Keren, *et al* (1994), menunjukkan bahwa piropilit dapat digunakan untuk mengadsorpsi asam borat dan menghasilkan jumlah borat teradsorpsi sebesar 37%.

Penelitian mengenai adsorpsi SDS telah dilakukan oleh El-said (2004), menggunakan karbon aktif sebagai adsorben. Dalam penelitiannya proses adsorpsi dilakukan dengan sistem *batch* selama 4 jam dengan kecepatan 100 rpm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah SDS yang teradsorpsi sebesar 256 mg/g menggunakan karbon aktif berukuran 5 mesh dengan jumlah sebesar 0,120 g. Selain itu, Masduqi (2004), menunjukkan bahwa tanah di Ngoro dengan kandungan mineral haloisit mampu mengadsorpsi surfaktan anionik dengan efisiensi hingga 70%.

Proses adsorpsi dipengaruhi beberapa faktor, diantaranya waktu kontak, banyaknya adsorben, kecepatan pengocokan, dan konsentrasi adsorbat. Waktu kontak diperlukan untuk mencapai kesetimbangan adsorpsi, dimana saat kesetimbangan tercapai akan diperoleh waktu optimum adsorben dalam mengadsorpsi adsorbat (Yamada, *et al.*, 2003), sedangkan kecepatan pengocokan dapat mempercepat interaksi antara adsorben dan adsorbat. Menurut Swantomo, *dkk* (2009), semakin banyak adsorben maka akan menambah luas permukaan sehingga semakin banyak adsorbat yang teradsorpsi. Banyaknya adsorbat yang teradsorpsi akan meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi adsorbat.

Berdasarkan latar belakang di atas, dalam penelitian ini dilakukan studi adsorpsi SDS oleh piropilit terkalsinasi secara sistem *batch* yang meliputi waktu kontak, massa adsorben, kecepatan pengocokan serta konsentrasi adsorbat. Dalam penelitian ini juga

akan dibandingkan nilai adsorpsi antara piropilit terkalsinasi dengan piropilit teraktivasi basa.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat disusun rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana kondisi optimum adsorpsi SDS meliputi waktu kontak, massa adsorben, kecepatan pengocokan, dan konsentrasi adsorbat menggunakan piropilit terkalsinasi?
2. Berapa besar perbedaan jumlah SDS teradsorpsi ( $q$ ) dan nilai % adsorpsi SDS menggunakan piropilit terkalsinasi dengan piropilit teraktivasi basa?

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Piropilit berasal dari Sumbermanjing Malang Selatan.
2. Kalsinasi dilakukan pada temperatur  $500^{\circ}\text{C}$  selama 5 jam.
3. Aktivasi basa dilakukan menggunakan larutan KOH 2 M.
4. Ukuran partikel piropilit yang digunakan adalah 60-80 mesh.
5. Proses adsorpsi dilakukan dengan sistem *batch*.
6. Analisa SDS dilakukan dengan pengukuran konduktivitas menggunakan konduktometer.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah :

1. Menentukan kondisi optimum adsorpsi SDS meliputi waktu kontak, massa adsorben, kecepatan pengocokan, dan konsentrasi adsorbat menggunakan piropilit terkalsinasi.
2. Mempelajari perbedaan jumlah SDS teradsorpsi ( $q$ ) dan nilai % adsorpsi SDS menggunakan piropilit terkalsinasi dengan piropilit teraktivasi basa.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan piropilit dapat digunakan sebagai adsorben alternatif untuk mengatasi polusi air yang disebabkan oleh limbah SDS.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Surfaktan

Surfaktan atau *surface active agent* merupakan zat aktif permukaan yang mempunyai bagian berbeda, yaitu hidrofilik (suka air) dan hidrofobik (tidak suka air). Surfaktan berfungsi menurunkan tegangan permukaan air sehingga dapat melepaskan kotoran yang menempel pada permukaan bahan (Achmad, 2004). Bahan aktif ini kadarnya berkisar antara 20-30% atau sekitar 1-30 mg/L (Sawyer and McCarty, 1978).

Surfaktan diklasifikasikan berdasarkan sifat aktif permukaannya yaitu anionik yang membawa muatan negatif, kationik yang membawa muatan positif, non ionik yang tidak bermuatan, dan amfoterik yang dapat menghasilkan muatan positif dan negatif dalam molekulnya. Jenis surfaktan yang paling banyak digunakan dalam proses pembasahan atau penghilangan kotoran adalah surfaktan anionik (Rosen, 1978). Beberapa contoh dari surfaktan anionik adalah Alkil Benzen Sulfonat (ABS), Linear Alkil Benzen Sulfonat (LAS), dan Sodium Dodesil Sulfat (SDS) (Achmad, 2004).

Molekul-molekul surfaktan dapat bergabung dan berikatan pada sisi non polar menjauhi air dan sisi polar menuju air dan membentuk misel (Novianti, 2008). Suatu keadaan saat misel mulai terbentuk disebut konsentrasi kritis misel (KKM). Di bawah KKM, maka surfaktan berbentuk monomer, sedangkan di atas KKM berbentuk misel.

#### 2.2 Sodium Dodesil Sulfat (SDS)

Sodium Dodesil Sulfat (SDS) merupakan jenis surfaktan anionik dengan rumus molekul  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{CH}_2\text{OSO}_3^-\text{Na}^+$ . Berat molekul SDS adalah 288,4 g/mol. Komposisi atom SDS adalah sebagai berikut : C 49,98%; H 8,74%; Na 7,97%; O 22,19% ; S 11,12 % (Kirk and Othmer, 1981). Hasil penelitian Novianti, (2008) menyebutkan bahwa SDS memiliki nilai KKM sebesar 2300 ppm. Rumus struktur dari SDS seperti ditunjukkan pada Gambar 2.1 berikut (Solomons, 1994) :



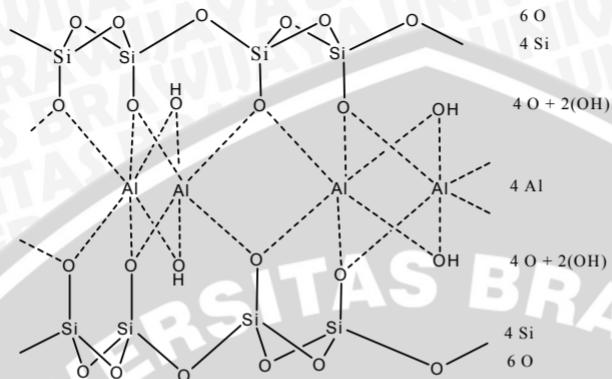
**Gambar 2.1** Struktur Sodium Dodesil Sulfat (SDS)

Molekul SDS mempunyai dua gugus terpusat yaitu bagian kepala berupa gugus hidrofilik ( $-\text{OSO}_3^-$ ) yang bersifat polar dan bagian ekor berupa gugus hidrofobik  $-(\text{CH}_2)_{11}\text{CH}_3$  yang bersifat non polar (Chao, *et al.*, 1996). Adanya oksigen tambahan pada surfaktan golongan sulfat membuat surfaktan tersebut mempunyai kelarutan yang lebih besar dibandingkan dengan surfaktan dari golongan sulfonat (Kirk and Othmer, 1981).

Deterjen yang mengandung SDS dengan jumlah berlebih bersifat toksik terhadap kehidupan akuatik. Keberadaan busa-busa di permukaan air menjadi salah satu penyebab kontak udara dan air terbatas sehingga menurunkan oksigen terlarut. Dengan demikian akan menyebabkan organisme air kekurangan oksigen dan dapat menyebabkan kematian. Pemanfaatan SDS sering digunakan untuk campuran shampo, kosmetik, pembersih, dan deterjen (Achmad, 2004).

### 2.3 Mineral Piropilit

Piropilit mempunyai rumus kimia  $\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$  atau yang biasa disebut aluminium silikat hidroksida. Piropilit mempunyai sifat-sifat fisika diantaranya berwarna putih keabu-abuan, massa jenis 2,65-2,85 g/cm<sup>3</sup>, dan derajat kekerasan antara 1-1,5 (Sax and Lewis, 1987). Piropilit mempunyai titik leleh antara 1315 °C sampai 2093 °C (Grant, 1972). Piropilit biasanya dimanfaatkan sebagai adsorben, katalis, produk refraktori, bahan pembuatan keramik, kosmetik, kertas, cat, plastik, karet, dan industri kimia/sabun (Sukandarrumidi, 2004).



**Gambar 2.2** Struktur piropilit (Deer, et al., 1992)

Menurut Keren and Sparks (1995), pada permukaan mineral piropilit terdapat situs aktif, yaitu gugus hidroksil. Gugus hidroksil tersebut terhubung dengan 2 jenis situs yang berperan penting dalam kemampuannya untuk adsorpsi, yaitu gugus yang terikat pada permukaan lapisan oktahedral (Al(III)) dan gugus yang terikat pada lapisan tetrahedral (Si(IV)).

### 2.3.1 Mineral Piropilit Sumbermanjing Malang Selatan

Piropilit di daerah Sumbermanjing Malang Selatan diperkirakan jumlah cadangannya sekitar jutaan ton dengan luas sebaran sekitar 20 Ha. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Mutrofin, dkk (2005), mineral piropilit Sumbermanjing Malang Selatan mempunyai luas permukaan spesifik sebesar  $6,362 \text{ m}^2/\text{g}$ , volume pori sebesar  $0,008 \text{ cm}^3/\text{g}$ , dan jari-jari pori sebesar  $24,116 \text{ \AA}$ . Ini menunjukkan bahwa piropilit tersebut termasuk dalam kelompok mineral mesopori. Mineral piropilit Sumbermanjing Malang Selatan mempunyai komposisi kimiawi sebagai berikut :  $\text{SiO}_2$  (84,30%),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (1,80%),  $\text{MgO}$  (1,26%),  $\text{CaO}$  (0,68%),  $\text{K}_2\text{O}$  (0,25%),  $\text{Na}_2\text{O}$  (0,64%),  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (1,56%). Kemungkinan yang 9,41% adalah komponen  $\text{TiO}_2$ , juga pengotor lain yang kemungkinan menempati ruang-ruang antar lapisan tetrahedral dan oktahedral.



**Gambar 2.3 Piropilit Sumbermanjing Malang Selatan**

### **2.3.2 Aktivasi Mineral Piropilit**

Suatu mineral yang mempunyai kemampuan sebagai adsorben maupun sebagai penukar ion pada umumnya dalam bentuk yang kurang aktif sehingga perlu untuk diaktifkan. Teknik aktivasinya dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu (Marsh and Rodriguez-Reinoso, 2006) :

1. Aktivasi secara fisik dapat dilakukan dengan menggunakan metode kalsinasi yaitu proses pemanasan suatu padatan pada temperatur di bawah titik lelehnya yang menyebabkan terjadinya perubahan keadaan akibat dekomposisi termal.
2. Aktivasi secara kimia dapat dilakukan dengan menggunakan larutan asam atau basa. Pada umumnya, reaksi yang biasa digunakan untuk aktivasi adalah HCl,  $H_2SO_4$ , KOH, dan NaOH. Larutan asam atau basa mampu membersihkan pori-pori piropilit dari senyawa pengotor yang ada dalam mineral tersebut. Ion  $K^+$  dan  $Na^+$  yang berasal dari basa mampu menggantikan kation-kation dalam struktur piropilit, sehingga terbentuk piropilit-K atau piropilit-Na. Ion-ion yang berasal dari basa tersebut mampu mengaktifkan sisi permukaan piropilit sehingga dapat meningkatkan kapasitas tukar kation serta kemampuan adsorbsinya.

Menurut Muhdarina dan Amilia (2003), dalam penelitiannya dihasilkan peningkatan kapasitas tukar kation oleh mineral lempung

teraktivasi KOH sekitar 5 kali dari kondisi awal sedangkan pada lempung teraktivasi NaOH sekitar 4 kali dari kondisi awal. Aktivasi lempung menggunakan basa KOH dan NaOH mengakibatkan sebagian dari silika tetrahedral serta pengotor pada mineral piroplilit akan larut sehingga pori menjadi lebih terbuka yang mengakibatkan luas permukaan semakin meningkat.

## 2.4 Adsorpsi

Adsorpsi merupakan suatu proses dimana ion atau molekul berada dalam satu fasa yang cenderung memadat dan terkonsentrasi pada permukaan fasa lain (Sawyer and McCarty, 1978). Dalam adsorpsi, zat yang diserap disebut adsorbat sedangkan zat yang menyerap disebut adsorben. Adsorben adalah zat yang mempunyai sifat mengikat molekul pada permukaannya dan sifat ini menonjol pada padatan berpori. Syarat yang harus dipenuhi oleh adsorben antara lain mempunyai luas permukaan yang besar, mempunyai pori, dan tidak bereaksi dengan adsorbat. Adsorben pada umumnya dapat berupa granulat (dengan ukuran butir sebesar beberapa mm) atau serbuk (khusus untuk adsorpsi campuran cair) (Bernasconi, 1995).

Secara garis besar adsorpsi dapat dibagi menjadi dua, yaitu adsorpsi fisik dan adsorpsi kimia. Adsorpsi fisik adalah adsorpsi yang disebabkan oleh gaya interaksi antara adsorben dan adsorbat pada permukaan yang dipengaruhi oleh gaya van der Waals (Sukardjo, 1985). Adsorpsi fisik biasanya bersifat reversibel (dapat balik), sehingga mudah dilepaskan kembali dengan adanya penurunan konsentrasi larutan. Dalam hal ini, adsorbat diikat dengan relatif lemah pada bagian adsorben sehingga adsorbat dapat bergerak dari satu bagian permukaan ke bagian lain dan dapat digantikan oleh adsorbat lain (Sawyer and McCarty, 1978).

Adsorpsi kimia adalah adsorpsi yang terjadi dalam molekul-molekul zat padat yang diserap pada permukaan dengan melibatkan pembentukan ikatan dan reaksi kimia di dalamnya dan mengakibatkan zat teradsorpsi lebih kuat pada permukaan adsorben. Adsorpsi kimia melibatkan ikatan valensi sebagai hasil pemakaian elektron bersama oleh adsorbat dan adsorben. Adsorbat yang teradsorpsi oleh proses kimia umumnya sangat sulit untuk diregenerasi (Sawyer and McCarty, 1978).

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi, antara lain :

1. Waktu kontak

Waktu kontak diperlukan untuk mencapai kesetimbangan adsorpsi, dimana pada saat kesetimbangan tercapai akan diperoleh waktu optimum adsorben dalam mengadsorpsi adsorbat. Saat waktu optimum telah tercapai, maka adsorben telah jenuh sehingga tidak dapat mengadsorpsi adsorbat dan akan diperoleh nilai adsorpsi yang konstan/kesetimbangan adsorpsi (Yamada, *et al.*, 2003).

2. Massa adsorben

Kemampuan adsorpsi dipengaruhi oleh jumlah adsorben yang digunakan. Dengan bertambahnya jumlah adsorben maka akan menambah luas permukaan bidang kontak adsorben. Luas permukaan adsorben berpengaruh terhadap tersedianya tempat untuk adsorpsi. Semakin banyak adsorben yang digunakan, semakin besar luas permukaan bidang kontak adsorben sehingga semakin banyak tempat untuk adsorpsi dan adsorbat yang terserap semakin banyak (Swantomo, *dkk.*, 2009).

3. Kecepatan pengocokan

Proses adsorpsi dipengaruhi oleh difusi adsorbat ke permukaan adsorben yang tergantung pada kecepatan pengocokan dalam suatu sistem. Umumnya difusi akan mencapai optimum jika kontak sistem terjadi dengan pengocokan yang kuat. Semakin cepat pengocokan yang dilakukan maka semakin besar kontak yang terjadi antara adsorben dan adsorbat sehingga adsorpsi akan meningkat (Wonorahardjo, 2010). Selain itu pengocokan bertujuan untuk mempercepat proses adsorpsi. Tanpa pengocokan, maka kontak antara adsorben dan adsorbat kurang maksimum.

4. Konsentrasi adsorbat

Proses adsorpsi sangat bergantung pada konsentrasi adsorbat. Dimana % adsorpsi akan menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi adsorbat tetapi banyaknya adsorbat yang teradsorpsi ( $q$ ) akan meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi adsorbat (Hema and Arivoli, 2007).

5. pH

pH merupakan salah satu faktor yang paling menentukan pada peristiwa adsorpsi. pH pada proses adsorpsi merupakan fenomena kompleks, antara lain dapat mempengaruhi sifat molekul adsorbat, perubahan komposisi larutan, dan dapat mempengaruhi muatan pada

permukaan adsorben sehingga mengubah kemampuannya menyerap senyawa organik dalam bentuk ion (Sawyer and McCarty, 1978).

#### **2.4.1 Mekanisme Adsorpsi SDS**

Mekanisme adsorpsi larutan surfaktan pada adsorben padat dapat dibedakan menjadi beberapa jenis, yaitu (Rosen, 1978) :

1. Pertukaran ion

Dalam mekanisme ini melibatkan pergantian counter ion yang teradsorpsi ke dalam substrat dari larutan dengan ion surfaktan yang bermuatan sama.

2. Pasangan ion

Adsorpsi ion surfaktan dari larutan ke situs yang bermuatan sebaliknya dengan counter ion.

3. Ikatan Hidrogen

Adsorpsi terjadi dengan pembentukan ikatan hidrogen antara substrat dan adsorbat.

4. Adsorpsi dengan polarisasi elektron  $\pi$

Adsorpsi terjadi ketika adsorbat mengandung inti aromatik yang kaya akan elektron dan adsorben padat yang memiliki situs positif yang kuat. Tarik menarik antara inti aromatik yang kaya elektron dari adsorbat dan situs positif dari substrat menghasilkan adsorpsi.

5. Adsorpsi dengan gaya dispersi

Terjadi melalui gaya dispersi London-van der Waals antara adsorben dan molekul adsorbat. Adsorpsi dengan mekanisme ini pada umumnya meningkat dengan peningkatan berat molekul adsorbat.

6. Ikatan Hidrofobik

Terjadi karena adanya gaya tarik menarik antara gugus hidrofobik molekul surfaktan dan kecenderungannya untuk lepas dari lingkungannya sehingga cukup mudah untuk teradsorpsi ke dalam adsorben padat melalui pembentukan agregat.

#### **2.5 Analisis SDS Menggunakan Konduktometri**

Konduktometri merupakan suatu metode analisis kimia yang didasarkan pada pengukuran konduktivitas larutan. Konduktivitas suatu larutan bergantung pada jenis dan konsentrasi senyawa ion (Hendayana, dkk., 1994), dimana kenaikan konsentrasi senyawa ion menyebabkan naiknya konduktivitas secara linier. Alat yang

digunakan untuk pengukuran konduktivitas adalah konduktometer seperti Gambar 2.4 berikut :



**Gambar 2.4** Konduktometer (merk WTW tipe LF91)

Surfaktan merupakan molekul amfifilik yang mempunyai sifat hidrofobik dan hidrofilik. Salah satu molekul dengan karakter ganda tersebut adalah SDS ( $\text{NaOSO}_3\text{C}_{12}\text{H}_{25}$ ). SDS merupakan surfaktan anionik yang konsentrasiya dapat ditentukan secara konduktometri. Di bawah konsentrasi kritis misel (KKM), penambahan SDS ke dalam larutan akan menyebabkan peningkatan jumlah pembawa muatan, yaitu  $\text{Na}^+_{(\text{aq})}$  dan  $\text{OSO}_3\text{C}_{12}\text{H}_{25(\text{aq})}$  dan sebagai akibatnya akan terjadi peningkatan konduktivitas. Saat mencapai KKM, maka monomer-monomer surfaktan akan bergabung membentuk misel. Dalam membawa muatan, misel memiliki mobilitas lebih rendah dan kurang efektif dibandingkan dengan monomer sehingga konduktivitas cenderung konstan atau hanya mengalami kenaikan yang kecil (Novianti, 2008).

## 2.6 Jumlah Adsorbat Teradsorpsi (q) dan Nilai % Adsorpsi

Pengukuran adsorpsi didasarkan pada perbedaan antara konsentrasi larutan sebelum proses adsorpsi dan konsentrasi larutan setelah adsorpsi. Jika volume (V) adsorbat dinyatakan dalam (L), Co adalah konsentrasi larutan sebelum adsorpsi (mg/L), C adalah konsentrasi larutan setelah adsorpsi (mg/L), dan W adalah massa

adsorben (gram), maka jumlah adsorbat yang teradsorpsi ( $q$ ) dapat dinyatakan seperti persamaan 2.1 (Sharma, *et al.*, 2009) :

$$q = \frac{(Co - C)}{W} V \quad (2.1)$$

% adsorpsi adsorbat dapat dihitung dengan persamaan 2.2 :

$$\% \text{ adsorpsi} = \frac{(Co - C)}{Co} \times 100\% \quad (2.2)$$

## 2.7 Hipotesis

Berdasarkan tinjauan teoritis di atas, maka dapat disusun hipotesis bahwa :

1. Waktu kontak, massa adsorben, kecepatan pengocokan, dan konsentrasi adsorbat optimum dapat mempengaruhi besarnya jumlah SDS yang teradsorpsi ( $q$ ) dan nilai % adsorpsi oleh piropilit terkalsinasi. Jumlah SDS teradsorpsi ( $q$ ) dan % adsorpsi meningkat seiring dengan meningkatnya waktu kontak, massa adsorben, kecepatan pengocokan, dan konsentrasi adsorbat.
2. Jumlah SDS teradsorpsi ( $q$ ) dan % adsorpsi menggunakan piropilit teraktivasi basa lebih besar dibandingkan piropilit terkalsinasi.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia Analitik Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Brawijaya Malang yang dilaksanakan pada bulan Maret 2010 sampai Agustus 2010.

#### **3.2 Bahan Penelitian**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah mineral piropilit, KOH (p.a), sodium dodesil sulfat (SDS) (p.a), metanol (p.a), asam tanat, akuades, dan kertas saring.

#### **3.3 Alat penelitian**

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat alat gelas laboratorium, neraca analitik merk Mettler AE 50, pengocok elektrik merk Edmund Buhler SM 25, spektrofotometer UV-Vis Shimadzu, ayakan ukuran 40, 60, 80, dan 100 mesh, desikator, tanur, oven, mortar, botol sempit, penangas, bola hisap, dan konduktometer merk WTW tipe LF91.

#### **3.4 Tahapan Penelitian**

Tahapan penelitian adalah sebagai berikut :

1. Preparasi piropilit
2. Aktivasi piropilit dengan kalsinasi
3. Karakterisasi pori piropilit
4. Aktivasi piropilit ukuran 60-80 mesh dengan larutan KOH 2 M
5. Pembuatan kurva baku larutan SDS
6. Penentuan kondisi optimum adsorpsi SDS oleh piropilit terkalsinasi dengan mempelajari waktu kontak, massa adsorben, kecepatan pengocokan, dan konsentrasi adsorbat
7. Penentuan jumlah SDS teradsorpsi ( $q$ ) dan nilai % adsorpsi oleh piropilit teraktivasi basa pada kondisi optimum
8. Perhitungan dan Analisis data

### **3.5 Prosedur Kerja**

#### **3.5.1 Preparasi Piropilit (Mutrofin, dkk., 2006)**

Preparasi bertujuan untuk mendapatkan piropilit dengan ukuran yang seragam. Untuk mendapatkan piropilit berukuran 40-60 mesh, piropilit ditumbuk dan diayak menggunakan ayakan berukuran 40 mesh, padatan yang lolos kemudian diayak lagi menggunakan ayakan berukuran 60 mesh. Padatan yang tertahan pada ayakan 60 mesh ditampung dalam wadah (piropilit berukuran 40-60 mesh), sedangkan padatan yang lolos diayak lagi menggunakan ayakan 80 mesh. Padatan yang tertahan pada ayakan 80 mesh ditampung dalam wadah (piropilit berukuran 60-80 mesh), sedangkan padatan yang lolos diayak lagi menggunakan ayakan 100 mesh. Padatan yang tertahan pada ayakan 100 mesh ditampung dalam wadah (piropilit berukuran 80-100 mesh). Masing-masing padatan yang tertahan pada ayakan dicuci dengan aquades sampai netral (menggunakan indikator pH universal). Kemudian dikeringkan menggunakan oven pada temperatur 105 °C selama 3 jam, dimasukkan dalam desikator selama 5 menit dan ditimbang sampai diperoleh piropilit dengan berat konstan.

#### **3.5.2 Aktivasi Piropilit dengan Kalsinasi (Rintasari, 2008)**

Sampel piropilit pada berbagai ukuran hasil preparasi (prosedur 3.5.1), dimasukkan ke dalam cawan porselen. Kemudian cawan diletakkan ke dalam tanur untuk proses kalsinasi pada temperatur 500 °C selama 5 jam. Setelah proses kalsinasi selesai, cawan porselen dimasukkan dalam desikator selama 15 menit, diperoleh piropilit terkalsinasi pada berbagai ukuran.

#### **3.5.3 Karakterisasi Pori Piropilit (Ferro-Garcia, *et al.*, 1998)**

##### **3.5.3.1 Penentuan $\lambda_{\text{maks}}$ Asam Tanat**

Penentuan panjang gelombang absorpsi maksimum ( $\lambda_{\text{maks}}$ ) dilakukan dengan cara mengukur absorbansi larutan asam tanat 10 ppm pada panjang gelombang 200-400 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

### **3.5.3.2 Penentuan Kurva Baku Larutan Asam Tanat**

Penentuan kurva baku dilakukan dengan mengukur absorbansi larutan asam tanat pada konsentrasi 0, 5, 10, 15, 20, 25, dan 30 ppm menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada  $\lambda$  maksimumnya (273 nm). Hasil pengukuran dibuat kurva hubungan antara konsentrasi (ppm) sebagai sumbu x dengan absorbansi sebagai sumbu y sehingga diperoleh persamaan garis lurus  $y = ax$ .

### **3.5.3.3 Penentuan Bilangan Asam Tanat**

Sebanyak 0,2 gram sampel piropilit hasil kalsinasi dengan berbagai ukuran (prosedur 3.5.2), dimasukkan ke dalam botol sampel yang telah dilapisi aluminium foil. Kemudian ditambahkan 25 mL larutan asam tanat 800 ppm, dikocok menggunakan pengocok elektrik dengan kecepatan 125 rpm selama 7 hari. Setelah pengocokan, campuran tersebut disaring dengan kertas saring. Filtrat yang diperoleh dari proses penyaringan tersebut kemudian diukur absorbansinya pada  $\lambda_{\text{maks}}$  (273 nm). Piropilit dengan bilangan asam tanat tertinggi digunakan pada percobaan berikutnya.

### **3.5.4 Aktivasi Piropilit dengan larutan KOH (Muhdarina dan Amilia, 2003)**

Sebanyak 15 gr sampel piropilit dengan ukuran 60-80 mesh dicampur dengan 150 mL larutan KOH 2 M, kemudian dipanaskan pada suhu 105 °C menggunakan penangas selama 8 jam. Setelah dingin, campuran dibilas dengan aquades dan disaring. Lalu dilakukan 3 tahap pencucian, dimana pencucian pertama dengan aquades, kedua dengan campuran air-metanol (1:1), dan terakhir dengan metanol. Kemudian dikeringkan pada suhu 105 °C selama 3 jam. Dimasukkan dalam desikator selama 15 menit, diperoleh piropilit teraktivasi dengan ukuran 60-80 mesh.

### **3.5.5 Pembuatan Kurva Baku Larutan SDS**

Untuk pembuatan kurva baku dilakukan dengan membuat sederetan konsentrasi SDS yaitu 0, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, dan 1000 ppm. Masing-masing larutan tersebut diukur

konduktivitasnya dengan konduktometer. Dari hasil pengukuran kemudian dibuat kurva hubungan antara konsentrasi SDS sebagai sumbu x dengan konduktivitas sebagai sumbu y.

### **3.5.6 Penentuan Waktu Kontak Optimum pada Adsorpsi SDS oleh Piropilit Terkalsinasi**

Ditimbang 2,0 gram sampel piropilit 60-80 mesh terkalsinasi (hasil prosedur 3.5.3.3) dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL. Ditambahkan larutan SDS dengan konsentrasi 1000 ppm sebanyak 100,0 mL, kemudian dikocok menggunakan pengocok elektrik dengan kecepatan 100 rpm selama 10 menit dan disaring. Filtrat ditampung dalam gelas kimia 100 mL dan diukur konduktivitasnya dengan konduktometer. Dilakukan prosedur yang sama dengan variasi waktu kontak 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, dan 100 menit. Data yang diperoleh dibuat kurva hubungan antara waktu kontak (sumbu x) terhadap % adsorpsi dan q (sumbu y). Kemudian ditentukan waktu kontak optimum untuk digunakan pada percobaan berikutnya.

### **3.5.7 Penentuan Massa Optimum pada Adsorpsi SDS oleh Piropilit Terkalsinasi**

Prosedur yang digunakan sama dengan prosedur 3.5.6 tetapi dilakukan dengan memvariasi massa adsorben 2,0; 4,0; 6,0; 7,0; 8,0; 9,0; dan 10,0 gram. Pengocokan dilakukan selama 30 menit (hasil percobaan 3.5.6). Data yang diperoleh dibuat kurva hubungan massa adsorben (sumbu x) terhadap % adsorpsi dan q (sumbu y). Kemudian ditentukan massa adsorben optimum untuk digunakan pada percobaan berikutnya.

### **3.5.8 Penentuan Kecepatan Pengocokan Optimum pada Adsorpsi SDS oleh Piropilit Terkalsinasi**

Prosedur yang dilakukan sama dengan prosedur 3.5.7 tetapi massa adsorben yang digunakan sebesar 7,0 gram (hasil percobaan 3.5.7) dan dilakukan dengan memvariasi kecepatan pengocokan 50, 75, 100, 125, 150, 175, dan 200 rpm. Data yang diperoleh dibuat

kurva hubungan kecepatan pengocokan (sumbu x) terhadap % adsorpsi dan q (sumbu y). Selanjutnya ditentukan kecepatan pengocokan optimum untuk digunakan pada percobaan berikutnya.

### **3.5.9 Penentuan Konsentrasi SDS Optimum pada Adsorpsi SDS oleh Piropilit Terkalsinasi**

Prosedur yang dilakukan sama seperti prosedur 3.5.8 tetapi dengan memvariasi konsentrasi SDS 500, 750, 1000, dan 1250 ppm. Kecepatan pengocokan yang digunakan 100 rpm (hasil percobaan 3.5.8). Data yang diperoleh dibuat kurva hubungan variasi konsentrasi SDS (sumbu x) terhadap % adsorpsi dan q (sumbu y).

### **3.5.10 Penentuan Jumlah SDS Teradsorpsi (q) dan Nilai % Adsorpsi oleh Piropilit Teraktivasi Basa**

Prosedur yang digunakan sama dengan prosedur 3.5.6 tetapi adsorben yang digunakan adalah piropilit teraktivasi basa. Percobaan ini dilakukan pada kondisi optimum (massa piropilit 7 gram, kecepatan pengocokan 100 rpm, waktu kontak 30 menit, dan konsentrasi SDS 1000 ppm). Kemudian dihitung jumlah SDS teradsorpsi (q) dan % adsorpsi sesuai perhitungan pada L.4.5.

## **3.6 Perhitungan dan Analisis Data**

### **3.6.1 Perhitungan SDS teradsorpsi**

Jumlah SDS yang teradsorpsi (q) oleh piropilit terkalsinasi dan piropilit teraktivasi basa dapat dihitung dengan persamaan 3.1 berikut (Sharma, *et al.*, 2009) :

$$q = \frac{(C_0 - C)}{W} V \quad (3.1)$$

Nilai % adsorpsi SDS dapat dihitung dengan persamaan 3.2 :

$$\% \text{ adsorpsi SDS} = \frac{(C_0 - C)}{C_0} \times 100\% \quad (3.2)$$

dimana :  $q$  = jumlah SDS yang teradsorpsi (mg/g)  
 $C_0$  = konsentrasi SDS awal (mg/L)  
 $C$  = konsentrasi SDS akhir (mg/L)  
 $W$  = massa adsorben (gram)  
 $V$  = volume larutan (L)

### 3.6.2 Analisa Data

Data % adsorpsi SDS oleh piropilit terkalsinasi dan teraktivasi yang diperoleh dari berbagai perlakuan di uji statistik melalui uji F dan BNT, sedangkan untuk membandingkan nilai adsorpsi antara nilai adsorpsi SDS oleh piropilit terkalsinasi dengan piropilit teraktivasi basa maka di uji statistik melalui uji t (Yitnosumarto, 1993).

#### a. Uji F

$$FK = \frac{\sum(Y_{ij})^2}{\sum r_i} \quad (3.3)$$

$$Jumlah Kuadrat Total \quad JKT = \sum_{ij} (Y_{ij})^2 - FK \quad (3.4)$$

$$Jumlah Kuadrat Perlakuan \quad JKP = \sum_{ij} \frac{Y_{ij}^2}{r_i} - FK \quad (3.5)$$

$$Jumlah Kuadrat Galat \quad JKG = JKT - JKP \quad (3.6)$$

$$Kuadrat Total Perlakuan \quad KTP = \frac{JKP}{p-1} \quad (3.7)$$

$$Kuadrat Total Galat \quad KTG = \frac{JKG}{dB \text{ galat}} \quad (3.8)$$

$$\text{Nilai F hitung} \quad F_{\text{hitung}} = \frac{KTP}{KTG} \quad (3.9)$$

Jika dalam kesimpulan diperoleh hasil berbeda nyata, maka dilakukan uji BNT (Beda Nyata Terkecil).

#### b. Uji BNT

Untuk mengetahui apakah pengaruh masing-masing perlakuan signifikan terhadap adsorpsi SDS, maka ditentukan dengan persamaan (3.10) :

$$BNT_{(\alpha)} = t_{(\alpha/2, dB)} \sqrt{\frac{2KT_G}{n}} \quad (3.10)$$

### c. Uji t

Untuk membandingkan nilai adsorpsi piropilit terkalsinasi dengan piropilit teraktivasi basa, maka ditentukan dengan persamaan (3.11) :

$$t = \frac{\bar{x}d}{sd} \sqrt{n} \quad (3.11)$$



## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Preparasi Piropilit**

Preparasi bertujuan untuk memperoleh piropilit dengan ukuran yang seragam sehingga masing-masing mineral piropilit mempunyai luas permukaan dan kemampuan yang sama dalam menyerap molekul. Untuk mendapatkan piropilit yang mempunyai daya adsorpsi terbaik, maka dilakukan uji penentuan bilangan asam tanat. Bilangan asam tanat digunakan untuk karakterisasi pori piropilit yang mengindikasikan bahwa piropilit mempunyai pori dengan diameter  $> 28 \text{ \AA}$ . Semakin banyak pori yang berukuran  $> 28 \text{ \AA}$ , kemungkinan adsorpsi SDS yang mempunyai ukuran molekul  $52,6 \text{ \AA}$  (berdasarkan perhitungan menggunakan *chemdraw*) akan optimal. Berdasarkan penentuan bilangan asam tanat (lampiran 6), dalam penelitian ini digunakan piropilit berukuran 60-80 mesh karena mempunyai bilangan asam tanat tertinggi dibandingkan dengan piropilit berukuran 40-60 dan 80-100 mesh, yaitu sebesar 93,8956 mg/g.

Pencucian piropilit dengan akuades bertujuan untuk mengurangi pengotor-pengotor pada piropilit. Pemanasan piropilit dalam oven pada suhu  $105^{\circ}\text{C}$  selama 3 jam (Yunita, 2009) bertujuan untuk menghilangkan molekul air yang menempel pada permukaan piropilit setelah proses pencucian.

#### **4.2 Aktivasi Piropilit**

##### **4.2.1 Aktivasi Piropilit secara Fisik**

Umumnya piropilit alam masih banyak mengandung pengotor, sehingga untuk meningkatkan kemampuan piropilit sebagai adsorben dapat dilakukan dengan proses aktivasi. Aktivasi piropilit secara fisik dilakukan dengan kalsinasi, yaitu proses pemanasan suatu padatan pada temperatur di bawah titik lelehnya. Kalsinasi bertujuan untuk mengurangi senyawa-senyawa pengotor dalam bentuk oksida, seperti  $\text{K}_2\text{O}$  pada piropilit sehingga pori-pori piropilit dapat lebih terbuka. Sampel piropilit yang telah dipreparasi kemudian dikalsinasi pada temperatur  $500^{\circ}\text{C}$  selama 5 jam dalam sebuah tanur. Berdasarkan

penelitian yang dilakukan Rintasari (2008), adsorpsi berlangsung optimum pada temperatur kalsinasi 500 °C selama 5 jam. Hal ini disebabkan karena molekul air ( $H_2O$ ) pada piropilit telah lepas dan lepasnya pengotor  $K_2O$  yang mempunyai titik leleh 350 °C. Oleh karena itu, dengan adanya proses kalsinasi diharapkan dapat membuka rongga pori piropilit sehingga dapat meningkatkan kemampuan piropilit dalam mengadsorpsi SDS.

#### 4.2.2 Aktivasi Piropilit secara Kimia

Aktivasi piropilit secara kimia bertujuan untuk membersihkan pori-pori piropilit dari senyawa pengotor yang ada dalam mineral tersebut serta mengaktifkan situs-situs aktif pada permukaan piropilit. Aktivasi secara kimia dapat dilakukan menggunakan larutan basa KOH yang mengakibatkan sebagian dari silika serta pengotor pada mineral piropilit akan larut sehingga pori menjadi lebih terbuka. Selain itu, ion-ion  $K^+$  yang berasal dari KOH dapat menggantikan kation-kation yang ada pada piropilit sehingga permukaan piropilit semakin bermuatan positif. Hal ini diharapkan dapat meningkatkan kemampuan piropilit dalam mengadsorpsi SDS.

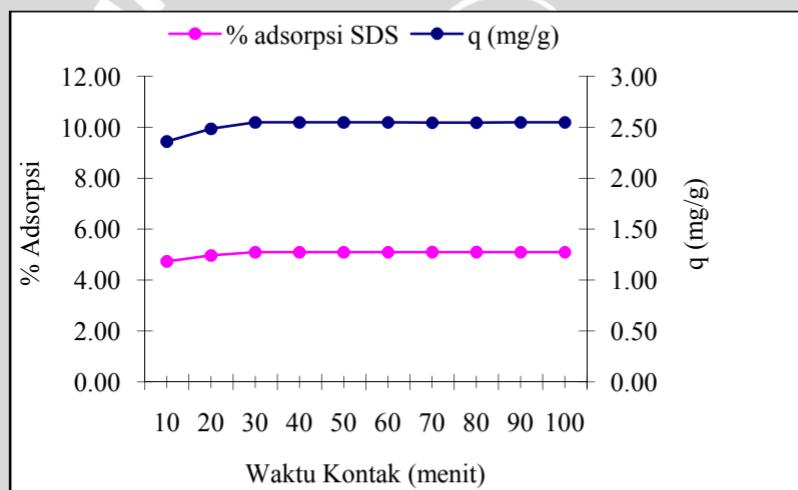
### 4.3 Pemilihan Kondisi Optimum Terhadap Adsorpsi SDS Menggunakan Piropilit Terkalsinasi

#### 4.3.1 Penentuan Waktu Kontak Optimum

Waktu kontak berpengaruh terhadap tercapainya kesetimbangan adsorpsi, dimana saat kesetimbangan tercapai akan diperoleh waktu optimum adsorben dalam mengadsorpsi adsorbat. Dengan melakukan adsorpsi pada berbagai variasi waktu kontak, maka akan diketahui berapa waktu yang dibutuhkan piropilit untuk mengadsorpsi SDS secara optimum, sehingga dapat menghasilkan jumlah SDS teradsorpsi ( $q$ ) dan % adsorpsi yang optimum.

Sesuai dengan Gambar 4.1 dan lampiran L.4.1, dapat diketahui bahwa waktu kontak berpengaruh terhadap tercapainya kesetimbangan adsorpsi. Pada waktu kontak 10 hingga 30 menit terjadi peningkatan jumlah SDS teradsorpsi ( $q$ ) dan % adsorpsi. Peningkatan tersebut terjadi karena kontak antara adsorben dan adsorbat semakin lama yang menyebabkan interaksi antara keduanya

juga semakin lama, sehingga semakin besar peluang SDS teradsorpsi ke permukaan piropilit. Pada waktu kontak 30 hingga 100 menit nilai q dan % adsorpsi relatif konstan, artinya telah terjadi kesetimbangan antara proses adsorpsi dan desorpsi. Saat mencapai kesetimbangan, maka permukaan piropilit akan mengalami kejemuhan, akibatnya kemampuan piropilit mengadsorpsi SDS berkurang. Hal ini berarti bahwa peningkatan waktu kontak tidak akan meningkatkan nilai q dan % adsorpsi secara signifikan. Waktu kontak yang dipilih untuk penelitian selanjutnya adalah menit ke 30, kemungkinan karena telah tercapai kesetimbangan sedangkan pada menit ke 10 hingga menit ke 30 jumlah SDS teradsorpsi (q) dan % adsorpsi masih meningkat sehingga kesetimbangan belum tercapai.



**Gambar 4.1** Kurva hubungan antara waktu kontak terhadap q dan % adsorpsi SDS

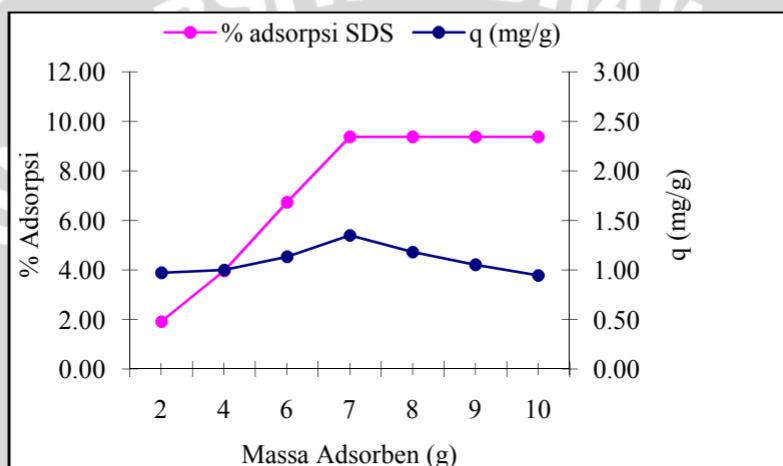
Berdasarkan analisa data menggunakan RAL pada lampiran 5.1 dengan menggunakan uji F pada taraf kesalahan 5%, diperoleh  $F_{hitung}$  1,25 untuk q dan  $F_{hitung}$  1,29 untuk % adsorpsi yang nilainya lebih kecil dari  $F_{tabel}$  2,84. Hal ini menunjukkan bahwa  $H_0$  diterima, berarti perlakuan waktu kontak memberikan pengaruh tidak beda nyata terhadap jumlah SDS teradsorpsi (q) dan % adsorpsi.

Berdasarkan hasil penelitian ini diperoleh bahwa kondisi optimum tercapai pada waktu kontak 30 menit dengan jumlah SDS

teradsorpsi ( $q$ ) sebesar  $(2,55 \pm 0,00)$  mg/g dan nilai % adsorpsi SDS sebesar  $(5,10 \pm 0,00)\%$ .

#### 4.3.2 Penentuan Massa Adsorben Optimum

Penentuan massa adsorben dilakukan untuk mengetahui berapa jumlah piropilit yang dibutuhkan untuk mengadsorpsi SDS secara optimum, sehingga dapat menghasilkan jumlah SDS teradsorpsi ( $q$ ) dan % adsorpsi yang optimum.



**Gambar 4.2** Kurva hubungan antara massa adsorben terhadap  $q$  dan % adsorpsi SDS

Sesuai dengan Gambar 4.2 dan lampiran L.4.2, diketahui bahwa pada massa adsorben 2 hingga 7 gram terjadi peningkatan jumlah SDS teradsorpsi ( $q$ ) dan % adsorpsi. Hal ini disebabkan karena semakin banyak jumlah piropilit, maka semakin banyak luas permukaan bidang kontak yang tersedia sebagai situs pengadsorpsi untuk mengadsorpsi SDS sehingga  $q$  dan % adsorpsi semakin meningkat. Pada massa di atas 7 gram nilai % adsorpsi SDS relatif konstan. Hal ini menunjukkan bahwa telah tercapai kesetimbangan adsorpsi dan kemampuan piropilit dalam mengadsorpsi SDS telah maksimal, sehingga penambahan adsorben yang lebih banyak tidak akan meningkatkan % adsorpsi dan  $q$ . Pada massa di atas 7 gram nilai  $q$  semakin menurun karena jumlah adsorben yang digunakan

semakin banyak, namun konsentrasi SDS yang teradsorpsi tetap. Hal ini sesuai dengan rumusan q, jika konsentrasi SDS yang teradsorpsi tetap namun jumlah adsorben semakin banyak maka nilai q menurun.

Berdasarkan analisa data menggunakan RAL pada lampiran 5.2 dengan menggunakan uji F pada taraf kesalahan 5%, diperoleh  $F_{hitung}$  15,5 untuk q dan  $F_{hitung}$  229,68 untuk % adsorpsi yang nilainya lebih besar dari  $F_{tabel}$  3,50. Hal ini menunjukkan bahwa  $H_0$  ditolak, berarti perlakuan massa adsorben memberikan pengaruh beda nyata terhadap nilai q dan % adsorpsi. Untuk mengetahui perlakuan yang berbeda dilakukan uji BNT. Dari hasil uji BNT pada taraf kesalahan 5% (Tabel L.5.7 dan Tabel L.5.10), diperoleh bahwa pada massa adsorben 2 hingga 7 gram memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap % adsorpsi SDS dan pada massa adsorben 7 hingga 10 gram tidak berbeda nyata terhadap % adsorpsi yang berarti bahwa telah tercapai kesetimbangan. Pada massa adsorben 2 hingga 4 gram dan massa 9 hingga 10 gram memberikan pengaruh tidak berbeda nyata terhadap jumlah SDS teradsorpsi (q), sedangkan pada massa 4 hingga 9 gram memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap q.

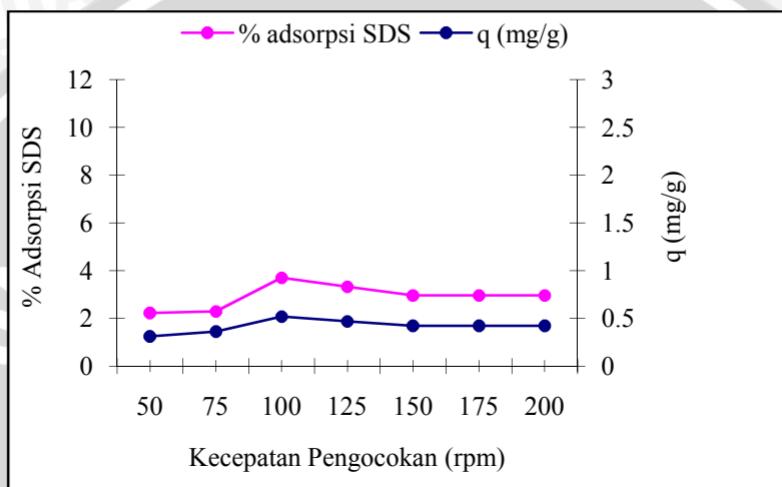
Berdasarkan hasil penelitian ini diperoleh bahwa kondisi optimum tercapai pada massa adsorben sebesar 7 gram dengan jumlah SDS teradsorpsi (q) sebesar  $(1,35 \pm 0,00)$  mg/g dan nilai % adsorpsi SDS sebesar  $(9,37 \pm 0,00)\%$ .

#### 4.3.3 Penentuan Kecepatan Pengocokan Optimum

Proses adsorpsi berkaitan dengan difusi adsorbat ke permukaan adsorben, sehingga kecepatan pengocokan sangat berpengaruh terhadap proses adsorpsi. Menurut Brady (1999), ion-ion/adsorbat akan berinteraksi dengan zat padat/adsorben jika memiliki energi kinetik yang cukup. Tanpa adanya pengocokan maka proses adsorpsi akan berjalan lambat sehingga akan berpengaruh terhadap proses adsorpsi. Oleh karena itu, penentuan kecepatan pengocokan dilakukan untuk mengetahui kecepatan optimum untuk mendapatkan jumlah SDS teradsorpsi (q) dan % adsorpsi yang optimum.

Sesuai dengan Gambar 4.3 dan lampiran L.4.3, diketahui bahwa variasi kecepatan pengocokan memberikan pengaruh yang signifikan baik terhadap jumlah SDS teradsorpsi (q) maupun % adsorpsi. Pada kecepatan 50 hingga 100 rpm terjadi peningkatan q dan % adsorpsi sebesar 2 kali lipat. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi

kecepatan pengocokan, maka kontak antara adsorben dan adsorbat semakin sering terjadi sehingga adsorpsi akan meningkat. Selain itu pergerakan SDS dalam fasa ruahnya semakin cepat, laju migrasi SDS ke permukaan piropilit semakin cepat sehingga peluang terjadinya adsorpsi akan semakin besar pula.



**Gambar 4.3** Kurva hubungan antara kecepatan pengocokan terhadap q dan % adsorpsi SDS

Pada kecepatan 100 hingga 150 rpm terjadi penurunan baik q maupun % adsorpsi. Hal ini disebabkan karena pengocokan yang terlalu kuat menyebabkan interaksi antara adsorben dan adsorbat terjadi lebih singkat, sehingga tidak semua permukaan adsorben kontak dengan molekul SDS, akibatnya q dan % adsorpsi menurun. Selain itu, semakin besarnya kecepatan pengocokan mengakibatkan SDS yang awalnya sudah terikat pada permukaan piropilit akan lebih mudah terlepas kembali (terdesorpsi) karena ikatan antara adsorben dan adsorbat tidak terlalu kuat. Pada kecepatan 150 hingga 200 rpm nilai q dan % adsorpsi relatif konstan. Pada kecepatan di atas 150 rpm kemungkinan sudah tidak terjadi interaksi antara adsorben dan adsorbat serta permukaan piropilit telah jenuh, sehingga tidak dapat mengadsorpsi SDS secara maksimal.

Berdasarkan analisa data menggunakan RAL pada lampiran 5.3 dengan menggunakan uji F pada taraf kesalahan 5%, diperoleh  $F_{\text{hitung}}$

35,71 untuk  $q$  dan  $F_{hitung}$  11,69 untuk % adsorpsi yang nilainya lebih besar dari  $F_{tabel}$  3,50. Hal ini menunjukkan bahwa  $H_0$  ditolak, berarti perlakuan kecepatan pengocokan memberikan pengaruh beda nyata terhadap nilai  $q$  dan % adsorpsi. Untuk mengetahui perlakuan yang berbeda dilakukan uji BNT. Dari hasil uji BNT pada taraf kesalahan 5% (Tabel L.5.13 dan Tabel L.5.16), diperoleh bahwa pada kecepatan 75 hingga 100 rpm memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap jumlah SDS teradsorpsi ( $q$ ) dan % adsorpsi sedangkan pada kecepatan 50 hingga 75 rpm serta kecepatan 100 hingga 200 rpm memberikan pengaruh tidak berbeda nyata terhadap jumlah SDS teradsorpsi ( $q$ ) dan % adsorpsi SDS.

Berdasarkan hasil penelitian ini diperoleh bahwa kondisi optimum tercapai pada kecepatan pengocokan 100 rpm dengan jumlah SDS teradsorpsi ( $q$ ) sebesar  $(0,52 \pm 0,05)$  mg/g dan nilai % adsorpsi SDS sebesar  $(3,70 \pm 0,37)\%$ .

#### 4.3.4 Penentuan Konsentrasi SDS Optimum

Tahap ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh konsentrasi adsorbat terhadap jumlah SDS teradsorpsi ( $q$ ) dan % adsorpsi oleh piropilit terkalsinasi dalam mengadsorpsi SDS.

Mekanisme adsorpsi SDS pada permukaan piropilit terjadi karena molekul-molekul SDS berdifusi ke permukaan piropilit kemudian terjadi perpindahan bagian molekul SDS yang bersifat hidrofilik  $(-\text{OSO}_3^-)$  ke permukaan piropilit sedangkan bagian rantai hidrokarbon yang bersifat hidrofobik  $[-(\text{CH}_2)_{11}\text{CH}_3]$  mengarah pada larutan, seperti Gambar 4.4 (Holmberg, et al., 2002) :

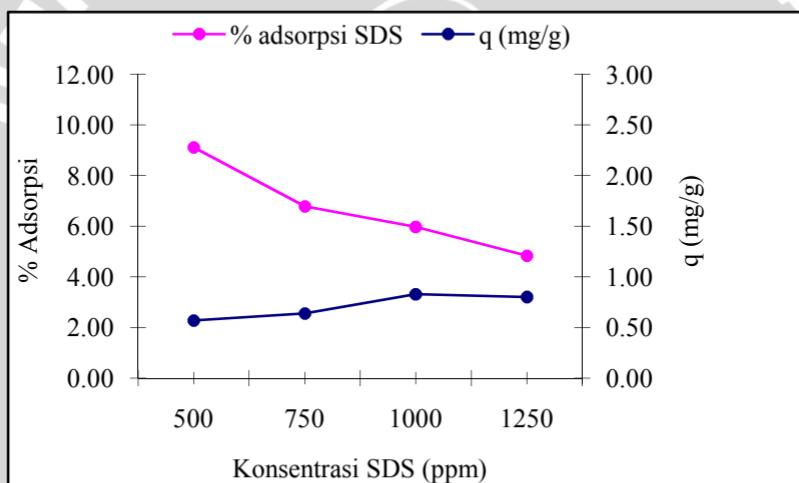


Gambar 4.4 Mekanisme Adsorpsi SDS

Pada permukaan yang sangat polar, bagian polar dari surfaktan (konsentrasi rendah) akan teradsorpsi sebagian ke permukaan piropilit karena adanya tarikan antara bagian kepala surfaktan dengan permukaan. Bagian kepala surfaktan  $(-\text{OSO}_3^-)$  kontak dengan

piropilit sedangkan bagian rantai hidrokarbon  $[-(\text{CH}_2)_{11}\text{CH}_3]$  kontak dengan larutan. Pada konsentrasi tinggi, kekuatan tarikan yang terjadi antara bagian kepala surfaktan dan permukaan menjadi sedang-sedang saja. Hal ini dikarenakan tarikan antara rantai hidrokarbon yang bersifat hidrofobik lebih kuat dibandingkan tarikan antara bagian kepala surfaktan dengan permukaan.

Hasil pengaruh konsentrasi SDS terhadap adsorpsi SDS oleh piropilit disajikan pada Gambar 4.5 dan lampiran L.4.4. Berdasarkan kurva tersebut diketahui bahwa variasi konsentrasi memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai % adsorpsi, namun variasi konsentrasi tidak terlalu berpengaruh secara signifikan terhadap nilai  $q$ .



**Gambar 4.5** Kurva hubungan antara konsentrasi SDS terhadap  $q$  dan % adsorpsi SDS

Pada konsentrasi SDS 500 hingga 1000 ppm, terjadi peningkatan jumlah SDS teradsorpsi ( $q$ ), sedangkan pada konsentrasi 1000 hingga 1250 ppm jumlah SDS teradsorpsi cenderung konstan. Namun, besarnya nilai % adsorpsi semakin menurun dengan meningkatnya konsentrasi SDS.

Pada konsentrasi 500 ppm, jumlah molekul SDS yang terdapat dalam larutan sedikit, sehingga banyaknya SDS yang teradsorpsi pada permukaan piropilit juga sedikit. Seiring dengan meningkatnya

konsentrasi hingga 1250 ppm, maka jumlah SDS yang teradsorpsi juga semakin banyak namun pada konsentrasi 1000 hingga 1250 ppm jumlah SDS teradsorpsi ( $q$ ) relatif konstan karena permukaan piropilit telah jenuh, sehingga kemampuan adsorpsi piropilit menjadi berkurang. Selain itu, pada konsentrasi 1250 ppm jumlah SDS dalam larutan semakin banyak sehingga terjadi kompetisi antar molekul SDS. Hal ini menyebabkan molekul yang telah teradsorpsi pada permukaan piropilit akan terdesak dengan molekul SDS lain, akibatnya molekul SDS dapat lepas kembali dari permukaan sehingga terjadi penurunan jumlah SDS teradsorpsi ( $q$ ). Nilai % adsorpsi semakin menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi. Hal ini disebabkan karena proses adsorpsi sangat bergantung terhadap konsentrasi, dimana % adsorpsi berbanding terbalik dengan konsentrasi adsorbat. Semakin tinggi konsentrasi adsorbat, maka nilai % adsorpsinya semakin rendah.

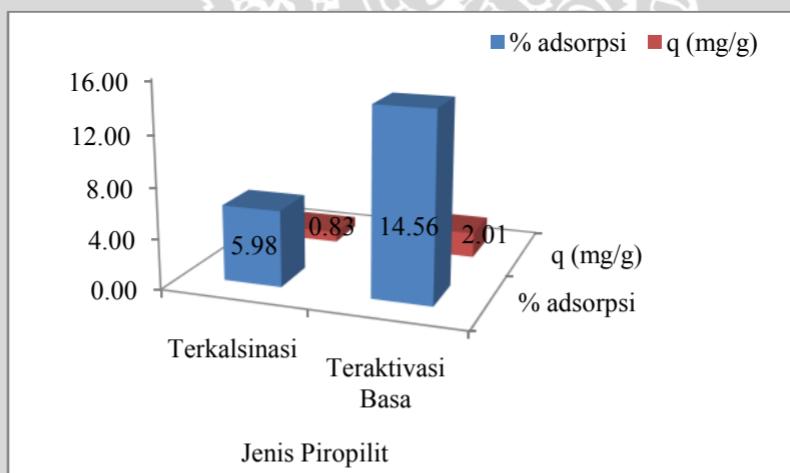
Berdasarkan analisa data menggunakan RAL pada lampiran 5.4 dengan menggunakan uji F pada taraf kesalahan 5%, diperoleh  $F_{hitung}$  18,68 untuk  $q$  dan  $F_{hitung}$  37,21 untuk % adsorpsi yang nilainya lebih besar dari  $F_{tabel}$  5,42. Hal ini menunjukkan bahwa  $H_0$  ditolak, berarti perlakuan konsentrasi adsorbat memberikan pengaruh beda nyata terhadap nilai  $q$  dan % adsorpsi. Untuk mengetahui perlakuan yang berbeda dilakukan uji BNT. Dari hasil uji BNT pada taraf kesalahan 5% (Tabel L.5.19 dan Tabel L.5.22), diperoleh bahwa pada konsentrasi 500 hingga 750 ppm dan 1000 hingga 1250 ppm memberikan pengaruh beda nyata terhadap % adsorpsi SDS tetapi tidak berbeda nyata terhadap jumlah SDS yang teradsorpsi ke permukaan piropilit ( $q$ ). Pada konsentrasi 750 hingga 1000 ppm memberikan pengaruh tidak berbeda nyata terhadap % adsorpsi SDS tetapi berbeda nyata terhadap jumlah SDS teradsorpsi ( $q$ ).

Berdasarkan hasil penelitian ini diperoleh bahwa kondisi optimum tercapai pada konsentrasi SDS 1000 ppm dengan jumlah SDS teradsorpsi ( $q$ ) sebesar  $(0,83 \pm 0,05)$  mg/g dan nilai % adsorpsi sebesar  $(5,98 \pm 0,37)\%$ .

#### 4.4 Perbandingan Jumlah SDS Teradsorpsi ( $q$ ) dan Nilai % Adsorpsi Piropilit Terkalsinasi Dengan Piropilit Teraktivasi Basa

Tahap ini dilakukan untuk membandingkan jumlah SDS teradsorpsi ( $q$ ) dan nilai % adsorpsi pada kondisi optimum (massa piropilit 7,0 gram, konsentrasi SDS 1000 ppm, kecepatan pengocokan 100 rpm, dan waktu kontak 30 menit) antara piropilit terkalsinasi dengan piropilit teraktivasi basa, sehingga dapat diketahui perbedaan daya adsorpsi dari masing-masing perlakuan adsorben.

Menurut Muhdarina dan Amilia (2003), dalam penelitiannya aktivasi piropilit menggunakan basa KOH mengakibatkan sebagian dari silika serta pengotor pada mineral piropilit akan larut sehingga pori menjadi lebih terbuka. Selain itu aktivasi dengan KOH mampu mengaktifkan permukaan piropilit, sehingga dapat meningkatkan kemampuan adsorpsi dalam mengadsorpsi SDS.



**Gambar 4.6** Diagram perbandingan nilai  $q$  dan % adsorpsi SDS oleh piropilit terkalsinasi dengan piropilit teraktivasi basa

Berdasarkan Gambar 4.6 dapat dilihat bahwa jumlah SDS teradsorpsi ( $q$ ) dan nilai % adsorpsi menggunakan piropilit teraktivasi basa lebih besar dibandingkan dengan piropilit

terkalsinasi. Pada piropilit teraktivasi basa terjadi peningkatan adsorpsi sekitar 2,5 kali kondisi awal (piropilit terkalsinasi). Hal ini didukung juga dengan analisa data menggunakan uji t pada taraf kesalahan 5% sesuai lampiran 5.5, diperoleh bahwa  $t_{hitung}$  102,19 untuk q dan  $t_{hitung}$  99,07 untuk % adsorpsi lebih besar dari  $t_{tabel}$  4,30 yang artinya terdapat perbedaan nyata antar perlakuan adsorpsi menggunakan piropilit terkalsinasi dan piropilit teraktivasi basa.

Perbedaan nilai adsorpsi antara piropilit terkalsinasi dengan piropilit teraktivasi basa kemungkinan disebabkan karena pada proses kalsinasi hanya sebagian pengotor yang hilang serta terjadi perubahan keadaan akibat dekomposisi termal, artinya pada proses kalsinasi hanya terjadi perubahan fisik dari piropilit, misalnya pori piropilit semakin terbuka dengan adanya proses kalsinasi. Pada piropilit teraktivasi basa, ion  $K^+$  yang berasal dari KOH mampu menggantikan kation-kation dalam struktur piropilit, sehingga permukaan piropilit semakin bermuatan positif. Ion-ion  $K^+$  yang berasal dari KOH tersebut mampu mengaktifkan permukaan piropilit sehingga dapat meningkatkan kemampuan adsorpsinya sebagai adsorben. Dari penelitian tersebut dapat diketahui bahwa piropilit teraktivasi basa lebih baik digunakan sebagai adsorben untuk mengadsorpsi SDS dibandingkan dengan piropilit terkalsinasi. Namun, baik piropilit teraktivasi basa maupun piropilit terkalsinasi kurang baik digunakan sebagai adsorben untuk mengadsorpsi SDS yang bermolekul besar karena menghasilkan jumlah SDS teradsorpsi (q) dan nilai % adsorpsi yang kecil. Nilai adsorpsi yang kecil kemungkinan disebabkan oleh faktor pH yang tidak ditentukan kondisi optimumnya, dimana pH merupakan salah satu parameter penting dalam proses adsorpsi.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Beberapa parameter yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Kondisi optimum pada proses adsorpsi SDS oleh piropilit terkalsinasi diperoleh pada waktu kontak 30 menit, massa adsorben 7,0 gram, kecepatan pengocokan 100 rpm pada konsentrasi SDS 1000 ppm dengan jumlah SDS teradsorpsi ( $q$ ) sebesar  $(0,83 \pm 0,05)$  mg/g dan nilai % adsorpsi sebesar  $(5,98 \pm 0,37)\%$ .
2. Besarnya jumlah SDS teradsorpsi ( $q$ ) dan nilai % adsorpsi piropilit teraktivasi basa sekitar 2,5 kali piropilit terkalsinasi, yaitu  $(2,01 \pm 0,03)$  mg/g dan  $(14,56 \pm 0,22)\%$ .

#### **5.2 Saran**

Dalam penelitian berikutnya disarankan uji adsorpsi dilakukan pada variasi kondisi pH dan jenis adsorbat yang berbeda sehingga diperoleh kondisi optimum serta dapat diketahui perbedaan karakter dari masing-masing adsorbat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, R., 2004, **Kimia Lingkungan**, penerbit ANDI, Yogyakarta, hal. 110, 112-113.
- Bernasconi, G., 1995, **Teknologi Kimia**, Edisi Kedua, Alih bahasa Lienda Hanjoyo, P.T. Pradnya Paramita, Jakarta, hal. 204-205.
- Brady, J.E., 1999, **Kimia Universitas Asas dan Struktur**, Edisi kelima Jilid I, Binarupa Aksara, Jakarta.
- Chao, K., J. Davis, D. Denkenberger, M. Jhon, K. LaFrance, and A. Mechenbier, 1996, **Interfacial Physics: Contact Angles of Surfactant Solutions on a Rain-X® Coated Substrate**, Journal of the PGSS, 15.
- Deer, W.A., R.A. Hawie, and J.Zussman, 1992, **An Introduction To The Rock-Forming Minerals**, 2<sup>nd</sup> ed., Pearson Prentice Hall, Harlow, England, pp. 324-325.
- El-Said, S.F., 2004, **Adsorptive Removal of Some Detergents From Waste Water Using Friendly Environmental Materials**, Univ. Bull. Environ, 7 (2) : 139, 143-146.
- Fardiaz, S., 1992, **Polusi Air Dan Udara**, Kanisius, Yogyakarta.
- Ferro-Garcia M.A., J. Rivera-Utrilla., I. Bautista-Toledo., and C. Moreno-Castilla, 1998, **Adsorption of Humic Substances on Activated Carbon from Aqueous Solutions and Their Effect on the Removal of Cr(III) Ions**, American Chemical Society, 14 : 1880-1886.
- Grant, J., 1972, **Hackh's Chemical Dictionary**, 4<sup>th</sup> edition, Mc Graw-Hill, Inc, USA, pp. 559.

- Hema, M., and S. Arivoli, 2007, **Comparative Study on The Adsorption Kinetics and Thermodynamics of Dyes Onto Acid Activated Low Cost Carbon**, International Journal of Physical Sciences, 2 (1) : 11.
- Hendayana, S., A. Kadarohman, AA. Sumarna, dan A. Supriatna, 1994, **Kimia Analitik Instrumen**, Edisi 1, IKIP Semarang Press, Semarang, hal. 3.
- Holmberg, K., B. Jonsson, B. Kronberg, and B. Lindman, 2002, **Surfactants and Polymers in Aqueous Solution**, Chapter 17, John Wiley & Sons, Ltd, pp. 357-358, 375.
- Keren, R., P.R. Gross, and D.I. Sparks, 1994, **Equilibrium and Kinetics of Borate Adsorption-Desorption on Pyrophyllite in Aquaeous Suspension**, Soil.Sci.Soc.Am.J, 58: 1116-1122.
- Keren, R., and D.I. Sparks, 1995, **The Role of Edge Surface in Flocculation On 2:1 Clay Mineral**, Soil.Sci.Soc.Am.J, 59 : 430-435.
- Kirk, R. and D.F. Othmer, 1981, **Encyclopedia of Chemical Technology**, 2<sup>nd</sup> edition, Vol. 19, John Wiley and sons Inc., New York, pp. 522.
- Marsh, H and F. Rodriguez-Reinoso, 2006, **Activated Carbon**, Elsevier Ltd., London, pp. 243-244, 323.
- Masduqi, A., 2004, **Penurunan Senyawa Fosfat Dalam Air Limbah Buatan Dengan Proses Adsorpsi Menggunakan Tanah Haloosit**, 15 (1) : 47.
- Muhdarina, dan A. Linggawati, 2003, **Pilarisasi Kaolinit Alam Untuk Meningkatkan Kapasitas Tukar Kation**, 6 (1) : 20-23.

Mutrofin, S., T. Setyaningsih, dan A. Susilo, 2005, **Karakterisasi Mineral Piropilit Sumbermanjing Malang Selatan**, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya, Malang.

Mutrofin, S., B. Kamulyan, dan Y. Ponco, 2006, **Aktivasi Mineral Piropilit Sumbermanjing Malang Selatan Dalam Upaya Meningkatkan Prospeknya Sebagai Adsorben Anion**, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya, Malang.

Novianti, D., 2008, **Studi Perbedaan Pola Degradasi Aerob Biosurfaktan dari Buah Lerak (*Sapindus Rarak*) dan Surfaktan Sintetis SDS (*Sodium Dodecyl Sulfate*) Dalam Media Akuatis**, Skripsi, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya, Malang.

Pratama, M.A., 2008, **Penurunan Kadar Deterjen Pada Limbah Cair Laundry Dengan Menggunakan Reaktor Biosand Filter Yang Diikuti Reaktor Activated Carbon**, Skripsi Teknik Lingkungan-Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Rintasari, V.H., 2008, **Pengaruh Temperatur dan Lama Kalsinasi Piropilit Alam Nawangan Pacitan Terhadap Kemampuan Adsorpsi Ion Klorida**, Skripsi, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya, Malang.

Rosen, M.J., 1978, **Surfactants and Interfacial Phenomena**, John Wiley and Sons, Inc., Toronto, pp. 4, 32-34.

Sawyer, C.N., and P.L. McCarty, 1978, **Chemistry for Environmental Engineering**, 3<sup>rd</sup> edition, McGraw-Hill, New York, pp. 85, 156.

Sax, N.I., and R.J. Lewis, 1987, **Hawley's Condensed Chemical Dictionary**, 11<sup>th</sup> ed, Van Nostrand Reinhold Co, New York, pp. 983.

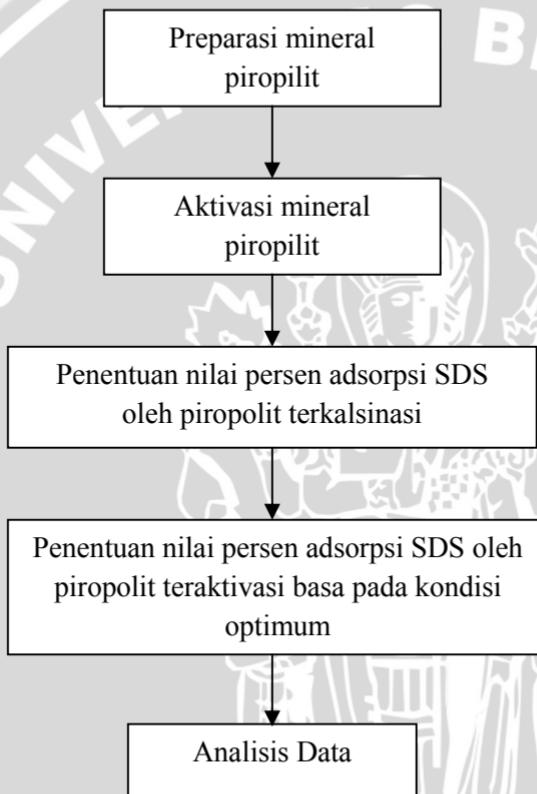
- Sharma, Y.C., S.N.U. Uma, F. Gode, 2009, **Adsorptive Removal of Basic Dye From Water and Wastewater by Activated Carbon**, Journal of Applied Sciences in Environmental Sanitation, 4 (1) : 21-28.
- Solomons, 1994, **Fundamentals of Organic Chemistry**, 4<sup>th</sup> edition, John Wiley and Sons Inc., New York, pp. 946.
- Sukandarrumidi, 2004, **Bahan Galian Industri**, Gajah Mada University Press, Yogyakarta, hal. 209-211.
- Sukardjo, 1985, **Kimia Anorganik**, Penerbit Rineka Cipta, Jakarta, hal. 295.
- Swantomo, D., A.K. Noor, dan L.P. Satriawan, 2009, **Adsorpsi Fenol Dalam Limbah Dengan Zeolit Alam Terkalsinasi**, 709.
- Wonorahardjo, S., 2010, **Dinamika Di Permukaan Adsorben, Beberapa Konsep Untuk Memahami Adsorptivitas Partikel Kecil**, Universitas Negeri Malang, Malang.
- Yamada, K., H. Kensaku, C.G. Carmel, P.W. Bussakorn, and L.P. Mary, 2003, **Removal of Dyes From Aqueous Solution by Sorption With Coal Fly Ash**, International Ash Utilization Symposium, Center For Applied Energy Research, University Of Kentucky, 116.
- Yitnosumarto, S., 1993, **Perancangan, Analisis, dan Interpretasinya**, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, hal. 20-22, 31.
- Yunita, E.L., 2009, **Pengaruh Ukuran Partikel Piropilit Nawangan-Pacitan Hasil Kalsinasi Terhadap Kemampuan Adsorpsi Cl<sup>-</sup>**, Skripsi, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya, Malang.

## LAMPIRAN

### LAMPIRAN 1

#### DIAGRAM ALIR PENELITIAN

##### L.1.1 Tahapan Penelitian



## L.1.2 Preparasi Piropilit

Sampel piropilit

- ditumbuk dengan mortar
- diayak menggunakan ayakan berukuran 40 mesh
- diayak padatan yang lolos menggunakan ayakan berukuran 60 mesh
- ditampung padatan yang tertahan pada ayakan 60 mesh dalam wadah
- dicuci dengan akuades
- dikeringkan dalam oven pada suhu  $105^{\circ}\text{C}$
- dimasukkan dalam desikator
- ditimbang sampai berat konstan
- dilakukan cara yang sama untuk piropilit ukuran 60-80 dan 80-100 mesh

Sampel piropilit 40-60,  
60-80, dan 80-100 mesh

## L.1.3 Aktivasi Piropilit

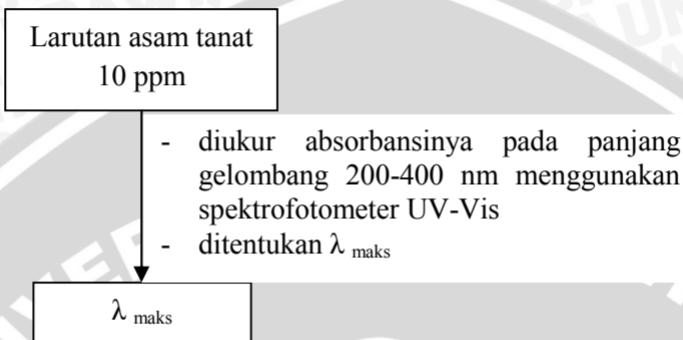
### L.1.3.1 Aktivasi Piropilit dengan Kalsinasi

Sampel piropilit ukuran 40-  
60, 60-80, dan 80-100 mesh

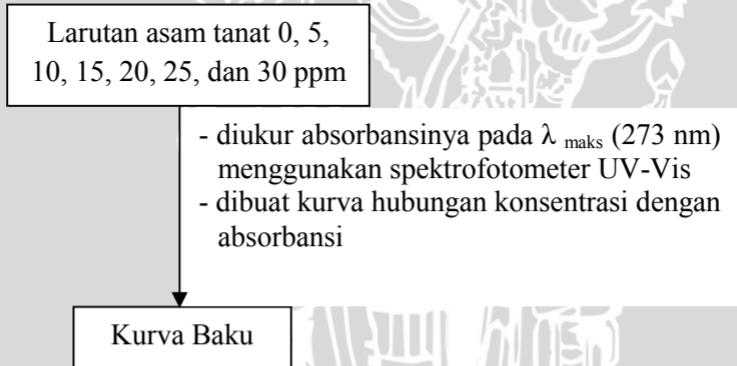
- dimasukkan dalam cawan porselen
- dikalsinasi dalam tanur pada suhu  $500^{\circ}\text{C}$  selama 5 jam

Piropilit terkalsinasi ukuran 40-60,  
60-80, dan 80-100 mesh

### L.1.3.2 Penentuan $\lambda_{\text{maks}}$ Asam Tanat



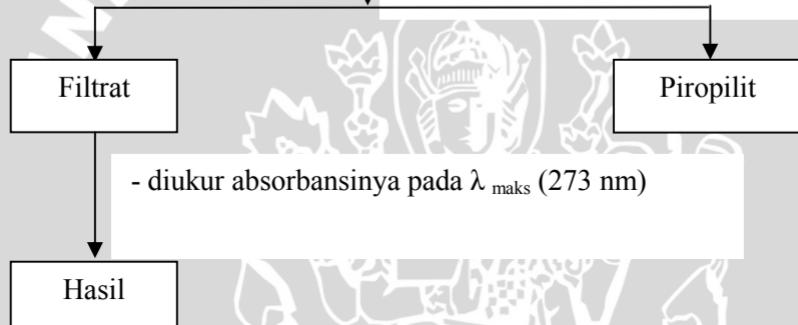
### L.1.3.2 Penentuan Kurva Baku Larutan Asam Tanat



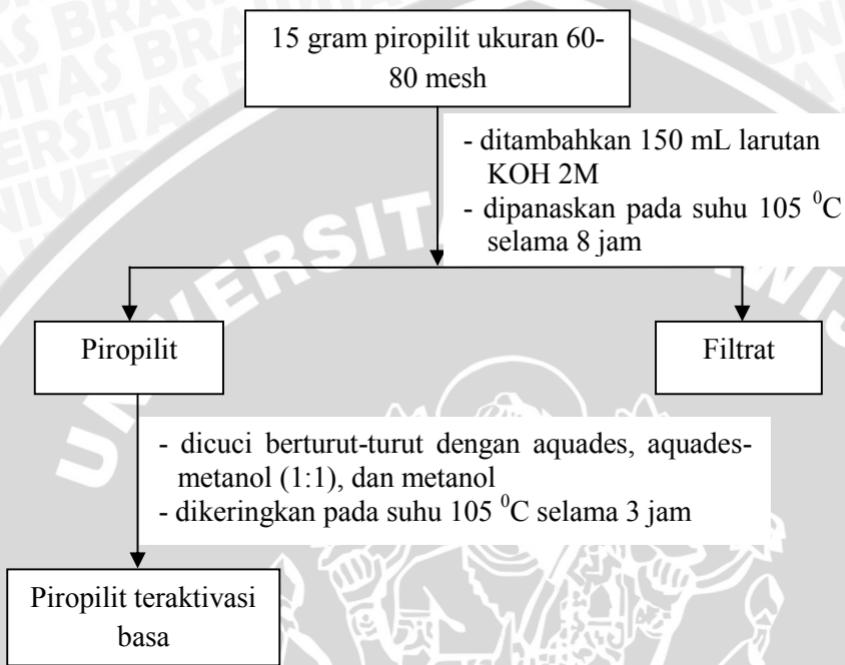
### L.1.3.3 Penentuan Bilangan Asam Tanat

0,2 gram piropilit terkalsinasi 40-60, 60-80, dan 80-100 mesh

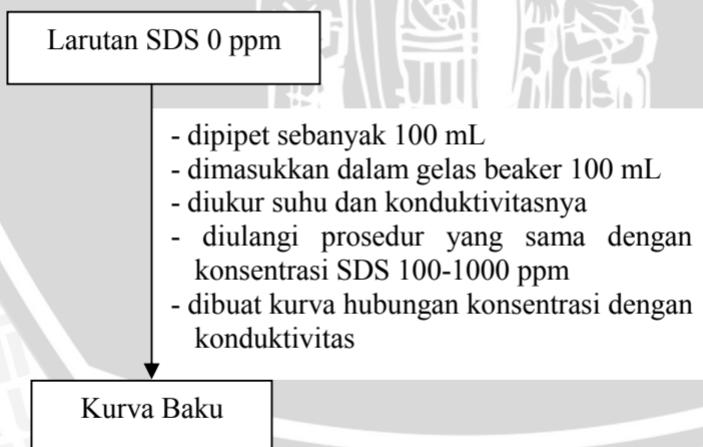
- dimasukkan ke dalam botol sampel
- ditambahkan 25 mL larutan asam tanat 800 ppm
- dikocok menggunakan pengocok elektrik dengan kecepatan 125 rpm selama 7 hari
- disaring



#### L.1.3.4 Aktivasi Piropilit dengan larutan KOH

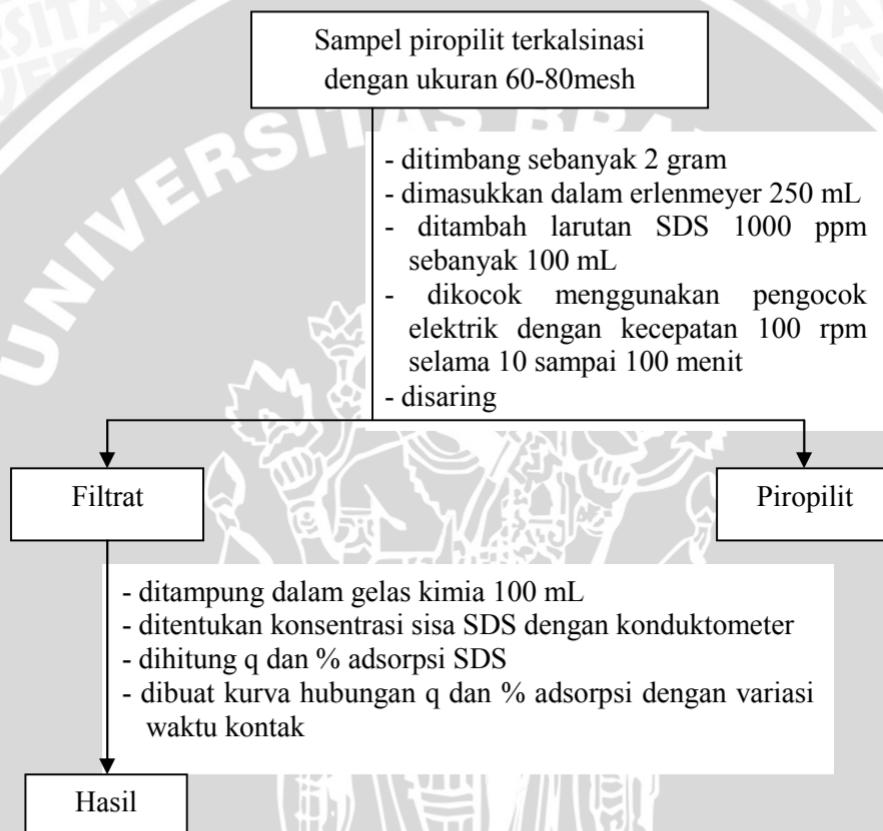


#### L.1.4 Pembuatan Kurva Baku Larutan SDS

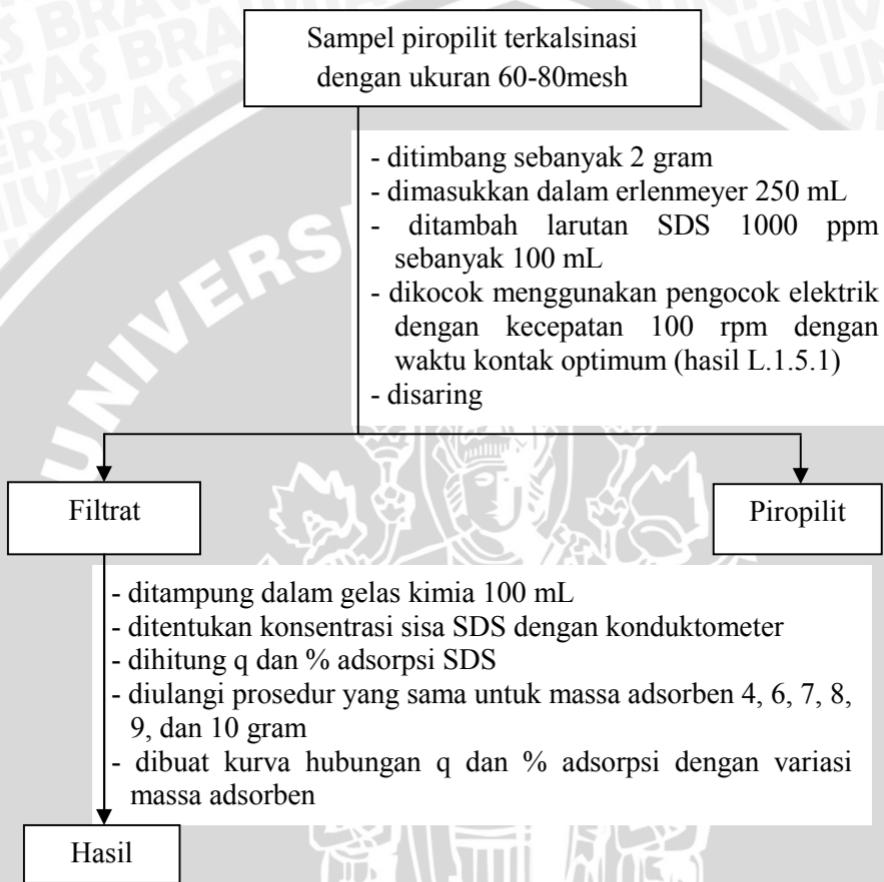


## L.1.5 Pemilihan Kondisi Optimum Terhadap Adsorpsi SDS Menggunakan Piropilit Terkalsinasi

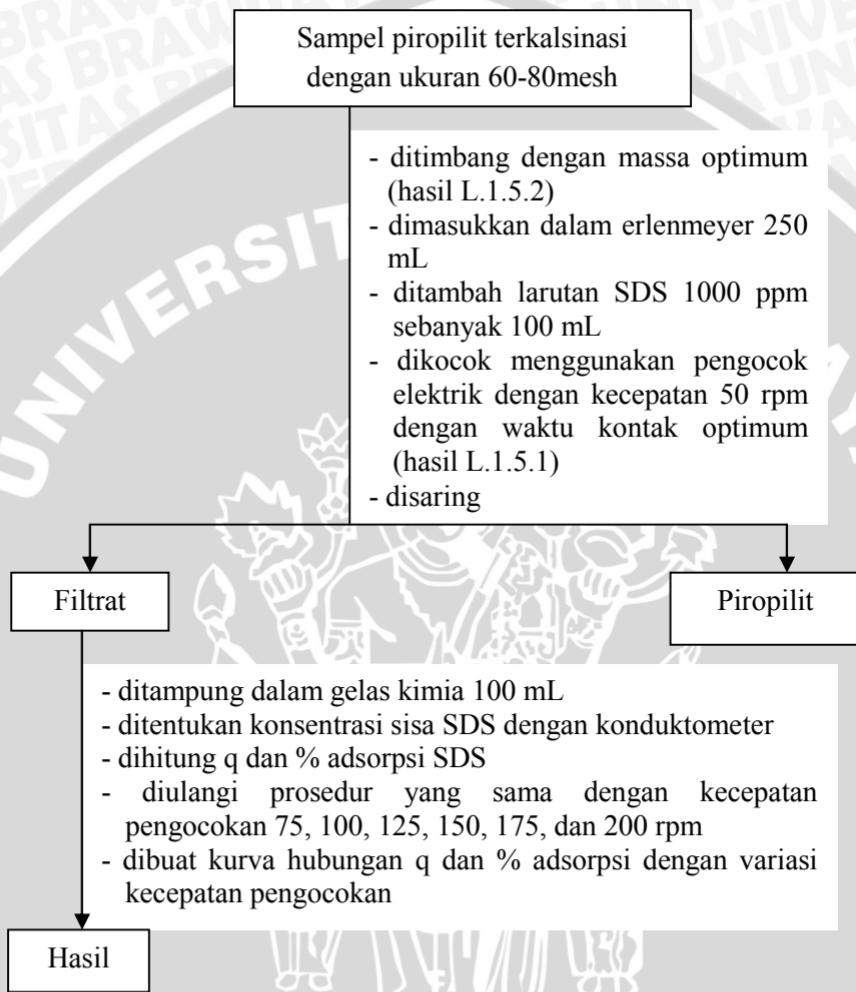
### L.1.5.1 Penentuan Waktu Kontak Optimum



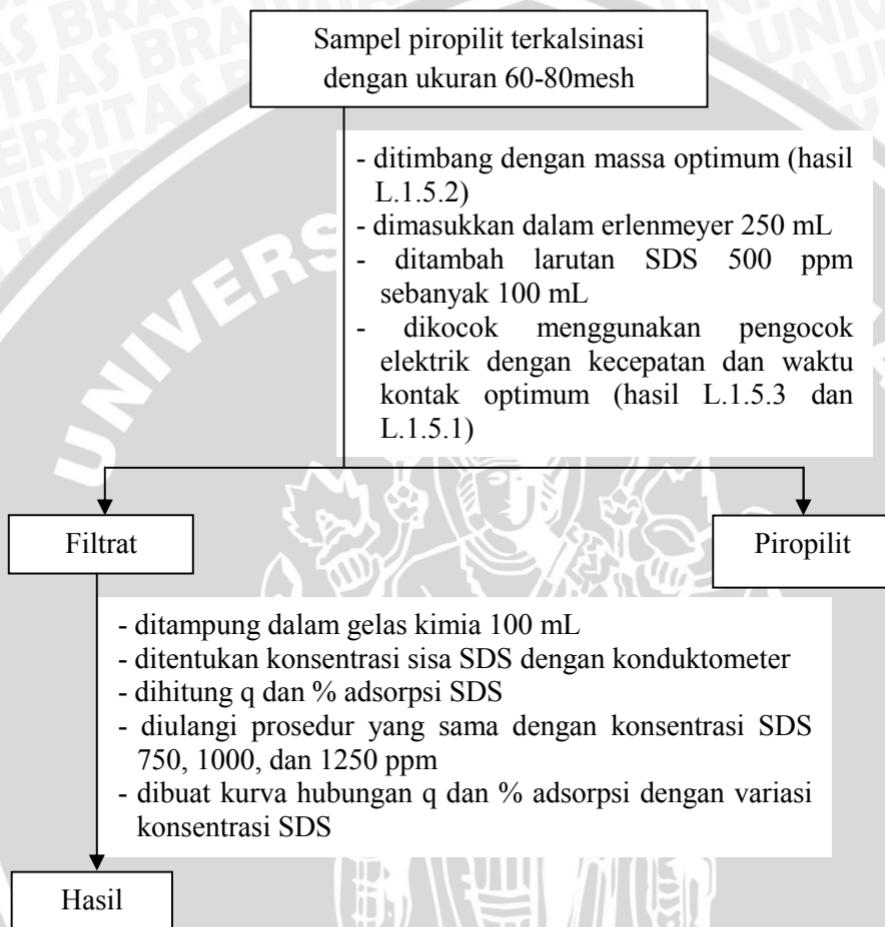
### L.1.5.2 Penentuan Massa Adsorben Optimum



### L.1.5.3 Penentuan Kecepatan Pengocokan Optimum



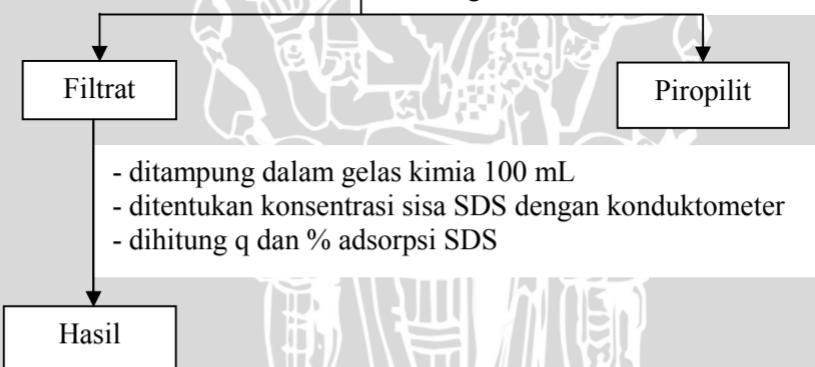
#### L.1.5.4 Penentuan Konsentrasi SDS Optimum



## L.1.6 Penentuan Nilai Persen Adsorpsi SDS dan $q$ oleh Piropilit Teraktivasi Basa

Sampel piropilit teraktivasi dengan ukuran 60-80mesh

- ditimbang dengan massa optimum (hasil L.1.5.2)
- dimasukkan dalam erlenmeyer 250 mL
- ditambah larutan pada konsentrasi optimum (hasil L.1.5.4) sebanyak 100 mL
- dikocok menggunakan pengocok elektrik dengan kecepatan dan waktu kontak optimum (hasil L.1.5.3 dan L.1.5.1)
- disaring



## LAMPIRAN 2

### PREPARASI LARUTAN DAN PERHITUNGAN

#### L.2.1 Pembuatan Larutan Stok SDS 1000 ppm

Ditimbang dengan teliti 1,000 gram SDS, dilarutkan dalam gelas kimia 100 mL dengan aquades hingga larut. Larutan dipindahkan ke dalam labu ukur 1000 mL. Kemudian ditambahkan dengan aquades sampai tanda batas.

Cara Perhitungan :

Untuk membuat larutan SDS 1000 ppm dalam 1000 mL, maka :

$$\begin{aligned} \text{ppm} &= 1 \text{ mg/1 L} \\ 1000 \text{ ppm} &= x \text{ mg /1 L} \\ x \text{ mg} &= 1000 \text{ ppm} \cdot 1 \text{ L} \\ x &= 1000 \text{ mg} = 1 \text{ gram} \end{aligned}$$

#### L.2.2 Pembuatan Larutan SDS pada Berbagai Konsentrasi

Untuk konsentrasi SDS tertentu dilakukan pengenceran dengan persamaan :

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

- Untuk larutan SDS 100 ppm dalam 100 mL

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$1000 \text{ ppm} \times V_1 = 100 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL}$$

$$V_1 = 10 \text{ mL}$$

- Larutan standart SDS 200 ppm

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$1000 \text{ ppm} \times V_1 = 200 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL}$$

$$V_1 = 20 \text{ mL}$$

Demikian pula cara pembuatan larutan SDS dengan konsentrasi 300, 400, 500, 600, 700, 800, dan 900 ppm.

**Tabel L.2.1** Pembuatan larutan SDS dengan konsentrasi 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, dan 900 ppm dalam 100 mL

V <sub>1</sub> (mL)	M <sub>1</sub> (ppm)	V <sub>2</sub> (mL)	M <sub>2</sub> (ppm)
10	1000	100	100
20	1000	100	200
30	1000	100	300
40	1000	100	400
50	1000	100	500
60	1000	100	600
70	1000	100	700
80	1000	100	800
90	1000	100	900

### L.2.3 Pembuatan Larutan KOH 2 M

Ditimbang dengan teliti 28 gram KOH, dilarutkan dalam gelas kimia 100 mL dengan aquades hingga larut. Larutan dipindahkan ke dalam labu ukur 250 mL. Kemudian ditambahkan dengan aquades sampai tanda batas.

Cara Perhitungan :

Untuk membuat larutan KOH 2M dalam 250mL, maka:

$$\begin{aligned} \text{mol KOH} &= 2\text{M} \times 250 \text{ mL} \\ &= 500 \text{ mmol} \\ &= 0,5 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa KOH} &= 0,5 \text{ mol} \times 56 \text{ gr/mol} \\ &= 28 \text{ gram} \end{aligned}$$

Jadi, banyaknya KOH yang ditimbang adalah 28 gram

### L.2.4 Pembuatan Larutan Asam Tanat 800 ppm

Serbuk asam tanat ditimbang sebanyak 0,8 gram dan dilarutkan dalam gelas kimia 25 mL dengan akuades. Larutan kemudian dipindahkan dalam labu ukur 1000 mL dan diencerkan sampai tanda batas.

Cara perhitungan:

$$800 \text{ ppm} = 800 \text{ mg/L}$$

$$\text{Ketika } V = 1000 \text{ mL} = 1 \text{ L}$$

$$\frac{800 \text{ mg}}{1 \text{ L}} = \frac{W}{1 \text{ L}}$$

$$W = 800 \text{ mg} = 0,8 \text{ g}$$

### L.2.5 Pembuatan Larutan Asam Tanat 100 ppm

Serbuk asam tanat ditimbang sebanyak 0,01 gram dan dilarutkan dalam gelas kimia 25 mL dengan akuades. Larutan kemudian dipindahkan dalam labu ukur 100 mL dan diencerkan sampai tanda batas.

Cara perhitungan :

$$100 \text{ ppm} = 100 \text{ mg/L}$$

$$\text{Ketika } V = 100 \text{ mL} = 0,1 \text{ L}$$

$$\frac{100 \text{ mg}}{1 \text{ L}} = \frac{W}{0,1 \text{ L}}$$

$$W = 10 \text{ mg} = 0,01 \text{ gram}$$

### L.2.6 Pembuatan Larutan Asam Tanat Berbagai Konsentrasi

Untuk variasi konsentrasi asam tanat tertentu dilakukan pengenceran dengan persamaan :

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

Dimana:

$M_1$  = Konsentrasi larutan asam tanat awal yang dipipet

$V_1$  = Volume larutan asam tanat awal yang dipipet

$M_2$  = Konsentrasi larutan asam tanat akhir

$V_2$  = Volume larutan asam tanat akhir

Untuk larutan asam tanat 5 ppm dalam 50 mL

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$100 \text{ ppm} \times V_1 = 5 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = 2,5 \text{ mL}$$

Demikian pula dengan cara pembuatan larutan asam tanat untuk konsentrasi 10, 15, 20, 25, 30 ppm.

**Tabel L.2.2** Pembuatan larutan asam tanat 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 ppm dalam 50 mL

M <sub>1</sub> (ppm)	V <sub>1</sub> (mL)	M <sub>2</sub> (ppm)	V <sub>2</sub> (mL)
100	0	0	50
100	2,5	5	50
100	5	10	50
100	7,5	15	50
100	10	20	50
100	12,5	25	50
100	15	30	50



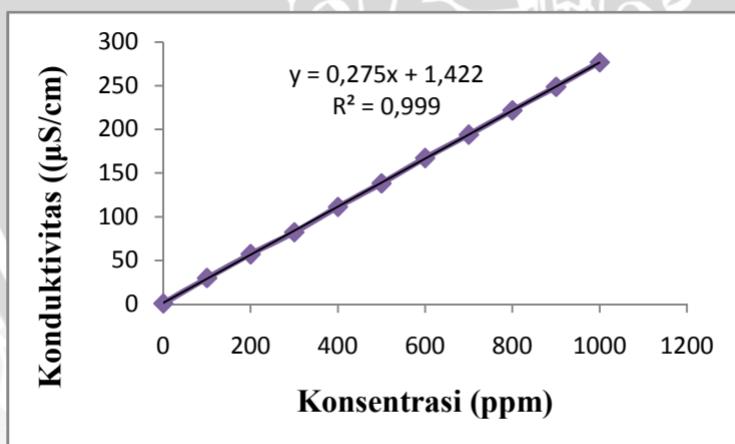
## LAMPIRAN 3

### PENENTUAN KURVA BAKU LARUTAN SDS

#### L.3.1 Kurva Baku Larutan SDS

**Tabel L.3.1** Data penentuan konduktivitas untuk kurva baku larutan SDS pada berbagai konsentrasi

Konsentrasi SDS (ppm)	Konduktivitas ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )			Konduktivitas rata-rata
	1	2	3	
0	1	1	1	1
100	30	30	30	30
200	57	58	57	57,3
300	82	82	83	82,3
400	111	112	111	111,3
500	138	138	139	138,3
600	168	167	167	167,3
700	194	194	194	194
800	222	221	222	221,7
900	249	248	249	248,7
1000	277	276	277	276,7



**Gambar L.3.1** Kurva Baku Larutan SDS

## LAMPIRAN 4

### PENGOLAHAN DATA NILAI % ADSORPSI DAN JUMLAH SDS TERADSORPSI (q)

#### L.4.1 Pengolahan data variasi waktu kontak terhadap adsorpsi SDS oleh piropilit terkalsinasi

**Tabel L.4.1** Data konduktivitas SDS pada variasi waktu kontak setelah adsorpsi

Waktu Kontak (menit)	Konduktivitas SDS yang tidak teradsorpsi ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )			Rata-rata ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )	SD
	1	2	3		
10	263	263	263	263,00	0,00
20	262	263	262	262,33	0,58
30	262	262	262	262,00	0,00
40	262	262	262	262,00	0,00
50	262	262	262	262,00	0,00
60	262	262	262	262,00	0,00
70	261	263	262	262,00	1,00
80	261	262	263	262,00	1,00
90	262	262	262	262,00	0,00
100	262	262	262	262,00	0,00

**Tabel L.4.2** Data hasil penentuan konsentrasi awal, konsentrasi tidak teradsorpsi, konsentrasi teradsorpsi, % adsorpsi, dan q larutan SDS pada berbagai variasi waktu kontak

Waktu kontak (menit)	[SDS] (ppm)		[SDS] teradsorpsi (ppm)	% adsorpsi	q (mg/g)	Rata-rata ± SD	
	Awal	Tidak Teradsorpsi				% adsorpsi	q (mg/g)
10	998,47	951,19	47,27	4,73	2,36	4,73 ± 0,00	2,36 ± 0,00
		951,19	47,27	4,73	2,36		
		951,19	47,27	4,73	2,36		
20	998,47	947,56	50,91	5,10	2,55	4,98 ± 0,21	2,48 ± 0,10
		951,19	47,27	4,73	2,36		
		947,56	50,91	5,10	2,55		
30	998,47	947,56	50,91	5,10	2,55	5,10 ± 0,00	2,55 ± 0,00
		947,56	50,91	5,10	2,55		
		947,56	50,91	5,10	2,55		
40	998,47	947,56	50,91	5,10	2,55	5,10 ± 0,00	2,55 ± 0,00
		947,56	50,91	5,10	2,55		
		947,56	50,91	5,10	2,55		
50	998,47	947,56	50,91	5,10	2,55	5,10 ± 0,00	2,55 ± 0,00
		947,56	50,91	5,10	2,55		
		947,56	50,91	5,10	2,55		
60	998,47	947,56	50,91	5,10	2,55	5,10 ± 0,00	2,55 ± 0,00
		947,56	50,91	5,10	2,55		
		947,56	50,91	5,10	2,55		
70	998,47	943,92	54,55	5,46	2,73	5,10 ± 0,36	2,55 ± 0,18
		951,19	47,27	4,73	2,36		
		947,56	50,91	5,10	2,55		
80	998,47	943,92	54,55	5,46	2,73	5,10 ± 0,36	2,55 ± 0,18
		947,56	50,91	5,10	2,55		
		951,19	47,27	4,73	2,36		
90	998,47	947,56	50,91	5,10	2,55	5,10 ± 0,00	2,55 ± 0,00
		947,56	50,91	5,10	2,55		
		947,56	50,91	5,10	2,55		
100	998,47	947,56	50,91	5,10	2,55	5,10 ± 0,00	2,55 ± 0,00
		947,56	50,91	5,10	2,55		
		947,56	50,91	5,10	2,55		

#### L.4.2 Pengolahan data variasi massa adsorben terhadap adsorpsi SDS oleh piropilit terkalsinasi

**Tabel L.4.3** Data konduktivitas SDS pada variasi massa adsorben setelah adsorpsi

Massa Adsorben (gram)	Konduktivitas SDS yang tidak teradsorpsi ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )			Rata-rata ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )	SD
	1	2	3		
2	273	274	274	273,67	0,58
4	268	268	268	268,00	0,00
6	259	259	263	260,33	2,31
7	253	253	253	253,00	0,00
8	254	253	252	253,00	1,00
9	253	253	253	253,00	0,00
10	253	253	253	253,00	0,00



**Tabel L.4.4** Data hasil penentuan konsentrasi awal, konsentrasi tidak teradsorpsi, konsentrasi teradsorpsi, % adsorpsi, dan q larutan SDS pada berbagai variasi massa adsorben

Massa Adsorben (gram)	[SDS] (ppm)		[SDS] teradsorpsi (ppm)	% adsorpsi	q (mg/g)	Rata-rata ± SD	
	Awal	tidak teradsorpsi				% adsorpsi	q (mg/g)
2	1009,37	987,56	21,82	2,16	1,09	1,92 ± 0,21	0,97 ± 0,10
		991,19	18,18	1,80	0,91		
		991,19	18,18	1,80	0,91		
4	1009,37	969,37	40,00	3,96	1,00	3,96 ± 0,00	1,00 ± 0,00
		969,37	40,00	3,96	1,00		
		969,37	40,00	3,96	1,00		
6	1009,37	936,65	72,73	7,21	1,21	6,72 ± 0,83	1,13 ± 0,14
		936,65	72,73	7,21	1,21		
		951,19	58,18	5,76	0,97		
7	1009,37	914,83	94,55	9,37	1,35	9,37 ± 0,00	1,35 ± 0,00
		914,83	94,55	9,37	1,35		
		914,83	94,55	9,37	1,35		
8	1009,37	918,47	90,91	9,01	1,14	9,37 ± 0,36	1,18 ± 0,05
		914,83	94,55	9,37	1,18		
		911,19	98,18	9,73	1,23		
9	1009,37	914,83	94,55	9,37	1,05	9,37 ± 0,00	1,05 ± 0,00
		914,83	94,55	9,37	1,05		
		914,83	94,55	9,37	1,05		
10	1009,37	914,83	94,55	9,37	0,95	9,37 ± 0,00	0,95 ± 0,00
		914,83	94,55	9,37	0,95		
		914,83	94,55	9,37	0,95		

### L.4.3 Pengolahan data variasi kecepatan pengocokan terhadap adsorpsi SDS oleh piropilit terkalsinasi

**Tabel L.4.5** Data konduktivitas SDS pada variasi kecepatan pengocokan setelah adsorpsi

Kecepatan Pengocokan (rpm)	Konduktivitas SDS yang tidak teradsorpsi ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )			Rata-rata ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )	SD
	1	2	3		
50	266	266	266	266,00	0,00
75	265	265	265	265,00	0,00
100	262	263	261	262,00	1,00
125	263	263	263	263,00	0,00
150	264	264	264	264,00	0,00
175	265	263	264	264,00	1,00
200	264	263	265	264,00	1,00



**Tabel L.4.6** Data hasil penentuan konsentrasi awal, konsentrasi tidak teradsorpsi, konsentrasi teradsorpsi, % adsorpsi, dan q larutan SDS pada berbagai variasi kecepatan pengocokan

kecepatan pengocokan (rpm)	[SDS] (ppm)		[SDS] teradsorpsi (ppm)	% adsorpsi	q (mg/g)	Rata-rata ± SD	
	Awal	tidak teradsorpsi				% adsorpsi	q (mg/g)
50	983,92	962,10	21,82	2,22	0,31	2,22 ± 0,00	0,31 ± 0,00
		962,10	21,82	2,22	0,31		
		962,10	21,82	2,22	0,31		
75	983,92	958,47	25,45	2,59	0,36	2,59 ± 0,00	0,36 ± 0,00
		958,47	25,45	2,59	0,36		
		958,47	25,45	2,59	0,36		
100	983,92	947,56	36,36	3,70	0,52	3,70 ± 0,37	0,52 ± 0,05
		951,19	32,73	3,33	0,47		
		943,92	40,00	4,07	0,57		
125	983,92	951,19	32,73	3,33	0,47	3,33 ± 0,00	0,47 ± 0,00
		951,19	32,73	3,33	0,47		
		951,19	32,73	3,33	0,47		
150	983,92	954,83	29,09	2,96	0,42	2,96 ± 0,00	0,42 ± 0,00
		954,83	29,09	2,96	0,42		
		954,83	29,09	2,96	0,42		
175	983,92	958,47	25,45	2,59	0,36	2,96 ± 0,37	0,42 ± 0,05
		951,19	32,73	3,33	0,47		
		954,83	29,09	2,96	0,42		
200	983,92	954,83	29,09	2,96	0,42	2,96 ± 0,37	0,42 ± 0,05
		951,19	32,73	3,33	0,47		
		958,47	25,45	2,59	0,36		

#### L.4.4 Pengolahan data variasi konsentrasi SDS terhadap adsorpsi SDS oleh piropilit terkalsinasi

**Tabel L.4.7** Data konduktivitas SDS pada variasi konsentrasi SDS setelah adsorpsi

Konsentrasi SDS (ppm)	daya hantar SDS yang tidak teradsorpsi ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )			Rata-rata ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )	SD
	1	2	3		
500	110	111	112	111,00	1,00
750	170	171	171	170,67	0,58
1000	253	252	254	253,00	1,00
1250	302	304	302	302,67	1,15

**Tabel L.4.8** Data hasil penentuan konsentrasi awal, konsentrasi tidak teradsorpsi, konsentrasi teradsorpsi, % adsorpsi, dan q larutan SDS pada berbagai variasi konsentrasi SDS

konsentrasi SDS (ppm)	[SDS] (ppm)		[SDS] teradsorpsi (ppm)	% adsorpsi	q (mg/g)	Rata-rata ± SD	
	Awal	tidak teradsorpsi				% adsorpsi	q (mg/g)
500	438,47	394,83	43,64	9,95	0,62	9,12 ± 0,83	0,57 ± 0,05
		398,47	40,00	9,12	0,57		
		402,10	36,36	8,29	0,52		
750	660,28	613,01	47,27	7,16	0,68	6,79 ± 0,32	0,64 ± 0,03
		616,65	43,64	6,61	0,62		
		616,65	43,64	6,61	0,62		
1000	973,01	914,83	58,18	5,98	0,83	5,98 ± 0,37	0,83 ± 0,05
		911,19	61,82	6,35	0,88		
		918,47	54,55	5,61	0,78		
1250	1151,19	1093,01	58,18	5,05	0,83	4,84 ± 0,36	0,80 ± 0,06
		1100,28	50,91	4,42	0,73		
		1093,01	58,18	5,05	0,83		

#### L.4.5 Pengolahan data kondisi optimum terhadap adsorpsi SDS oleh piropilit terkalsinasi dan piropilit teraktivasi basa

**Tabel L.4.9** Data konduktivitas SDS pada kondisi optimum (7 gram, 30 menit, 100 rpm pada konsentrasi 1000 ppm) oleh piropilit terkalsinasi dan teraktivasi basa

Jenis piropilit	Konduktivitas SDS yang tidak teradsorpsi ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )			Rata-rata ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )	SD
Terkalsinasi	253	252	254	253	1,00
Teraktivasi Basa	228	229	228	228,33	0,58

**Tabel L.4.10** Data hasil penentuan konsentrasi awal, konsentrasi tidak teradsorpsi, konsentrasi teradsorpsi, % adsorpsi, dan q larutan SDS pada kondisi optimum (7 gram, 30 menit, 100 rpm pada konsentrasi 1000 ppm) oleh piropilit terkalsinasi dan teraktivasi basa

Jenis piropilit	[SDS] (ppm) awal	[SDS] teradsorpsi (ppm)	% adsorpsi	q (mg/g)	Rata-rata $\pm$ SD		
		Tidak teradsorpsi (ppm)			% adsorpsi	q (mg/g)	
Terkalsinasi	973,01	914,83	58,18	5,98	0,83	$5,98 \pm 0,37$	$0,83 \pm 0,05$
		911,19	61,82	6,35	0,88		
		918,47	54,55	5,61	0,78		
Teraktivasi Basa	965,74	823,92	141,82	14,68	2,03	$14,56 \pm 0,22$	$2,01 \pm 0,03$
		827,56	138,18	14,31	1,97		
		823,92	141,82	14,68	2,03		

#### L.4.6 Contoh perhitungan konsentrasi larutan SDS, jumlah SDS teradsorpsi (q), dan % adsorpsi untuk piropilit terkalsinasi

Diketahui :	Persamaan	$y = 0,275x + 1,422$
	Konduktivitas SDS awal	= 269 $\mu\text{S}/\text{cm}$
	Konduktivitas SDS tidak teradsorpsi	= 253 $\mu\text{S}/\text{cm}$
	Volume larutan	= 0,1 L
	Massa adsorben (W)	= 7 gram

- $$[\text{SDS}_{\text{awal}}] = \frac{(\text{konduktivitas SDS awal} - 1,422)}{0,275}$$
$$= \frac{(269 - 1,422)}{0,275}$$
$$= 973,01 \text{ ppm}$$
- $$[\text{SDS}_{\text{tidak teradsorpsi}}] = \frac{(\text{konduktivitas SDS tidak teradsorpsi} - 1,422)}{0,275}$$
$$= \frac{(253 - 1,422)}{0,275}$$
$$= 914,83 \text{ ppm}$$
- $$[\text{SDS}_{\text{teradsorpsi}}] = [\text{SDS}_{\text{awal}}] - [\text{SDS}_{\text{tidak teradsorpsi}}]$$
$$= (973,01 - 914,83) \text{ ppm}$$
$$= 58,18 \text{ ppm}$$
- $$q = \frac{[\text{SDS}_{\text{teradsorpsi}}]}{W} \times \text{volume (L)}$$
$$= \frac{58,18 \text{ mg/L}}{7 \text{ gram}} \times 0,1 \text{ L}$$
$$= 0,83 \text{ mg/g}$$

- % adsorpsi

$$= \frac{[SDSteradsorpsi]}{[SDSawal]} \times 100\%$$

$$= \frac{58,18 \text{ ppm}}{973,01 \text{ ppm}} \times 100\%$$

$$= 5,98\%$$

Catatan : Cara yang sama seperti perhitungan L.4.6 dilakukan untuk perhitungan jumlah SDS teradsorpsi (q) dan % adsorpsi pada berbagai waktu kontak (Tabel L.4.2), massa adsorben (Tabel L.4.4), kecepatan pengocokan (Tabel L.4.6), konsentrasi SDS (Tabel L.4.8), dan piropilit teraktivasi basa pada kondisi optimum (Tabel L.4.10)



## LAMPIRAN 5

### UJI STATISTIK

#### L.5.1 Uji Statistik Pengaruh Waktu Kontak

**Tabel L.5.1** Data % adsorpsi SDS oleh piropilit terkalsinasi pada variasi waktu kontak

Waktu kontak (menit)	% adsorpsi SDS			Total (Y <sub>i</sub> )	Rata-rata % adsorpsi	Ulangan (ri)			
	Ulangan								
	1	2	3						
10	4,73	4,73	4,73	14,19	4,73	3			
20	5,10	4,73	5,10	14,93	4,98	3			
30	5,10	5,10	5,10	15,30	5,10	3			
40	5,10	5,10	5,10	15,30	5,10	3			
50	5,10	5,10	5,10	15,30	5,10	3			
60	5,10	5,10	5,10	15,30	5,10	3			
70	5,46	4,73	5,10	15,29	5,10	3			
80	5,46	5,10	4,73	15,29	5,10	3			
90	5,10	5,10	5,10	15,30	5,10	3			
100	5,10	5,10	5,10	15,30	5,10	3			
$\Sigma$				151,5	50,50	30			

#### Derajat Bebas

$$dB_{total} = \sum_i r_i - 1 = 30 - 1 = 29$$

$$dB_{perlakuan} = p - 1 = 10 - 1 = 9$$

$$dB_{galat} = dB_{total} - dB_{perlakuan} = 29 - 9 = 20$$

#### Faktor Koreksi (FK)

$$\frac{Y_i^2}{\sum_i r_i} = \frac{(151,5)^2}{30} = 765,08$$

### Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$\sum_{i,j} (Y_{ij})^2 - FK = \{(4,73)^2 + \dots + (5,10)^2\} - 765,08 \\ = 766,08 - 765,08 \\ = 1,0$$

### Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)

$$\sum_i \frac{Y_i^2}{r_i} - FK = \left\{ \frac{(14,19)^2}{3} + \frac{(14,93)^2}{3} + \dots + \frac{(15,3)^2}{3} \right\} - 765,08 \\ = 765,46 - 765,08 \\ = 0,38$$

### Jumlah Kuadrat Galat (JKG)

$$JKT - JKP = 1,0 - 0,38 \\ = 0,62$$

### Kuadrat Total Perlakuan (KTP)

$$\frac{JKP}{p-1} = \frac{0,38}{10-1} = 0,04$$

### Kuadrat Total Galat (KTG)

$$\frac{JKG}{dB \text{ galat}} = \frac{0,62}{20} = 0,031$$

### F Hitung

$$\frac{KTP}{KTG} = \frac{0,04}{0,031} = 1,29$$

$$F (f_1, f_2) = (9, 20) \text{ pada taraf nyata } 5\% = 2,84$$

**Tabel L.5.2** Hasil analisis sidik ragam pengaruh waktu kontak pada adsorpsi SDS

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	F	
				Hitung	5%
Perlakuan	9	0,38	0,04	1,29	2,84
Galat	20	0,62	0,031		
Total	29	1,0	0,071		

Berdasarkan L.5.2 menunjukkan bahwa  $F_{hitung} < F$  pada taraf nyata 5%, maka  $H_0$  diterima. Berarti tidak ada perbedaan yang nyata pada perlakuan waktu kontak.

**Tabel L.5.3** Data jumlah SDS teradsorpsi ( $q$ ) oleh piropilit terkalsinasi pada variasi waktu kontak

waktu kontak (menit)	q SDS (mg/g)			Total (Y <sub>i</sub> )	Rata-rata q SDS	Ulangan (r <sub>i</sub> )			
	Ulangan								
	1	2	3						
10	2,36	2,36	2,36	7,08	2,36	3			
20	2,55	2,36	2,55	7,46	2,49	3			
30	2,55	2,55	2,55	7,65	2,55	3			
40	2,55	2,55	2,55	7,65	2,55	3			
50	2,55	2,55	2,55	7,65	2,55	3			
60	2,55	2,55	2,55	7,65	2,55	3			
70	2,73	2,36	2,55	7,64	2,55	3			
80	2,73	2,55	2,36	7,64	2,55	3			
90	2,55	2,55	2,55	7,65	2,55	3			
100	2,55	2,55	2,55	7,65	2,55	3			
$\Sigma$				75,72	25,24	30			

### Derajat Bebas

$$dB_{total} = \sum_i r_i - 1 = 30 - 1 = 29$$

$$dB_{perlakuan} = p - 1 = 10 - 1 = 9$$

$$dB_{galat} = dB_{total} - dB_{perlakuan} = 29 - 9 = 20$$

### Faktor Koreksi (FK)

$$FK = \frac{\sum Y_i^2}{\sum r_i} = \frac{(75,72)^2}{30} = 191,12$$

### Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$\sum_{i,j} (Y_{ij})^2 - FK = \{(2,36)^2 + \dots + (2,55)^2\} - 191,12$$

$$= 191,38 - 191,12$$

$$= 0,26$$

### Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)

$$\sum_i \frac{Y_i^2}{r_i} - FK = \left\{ \frac{(7,08)^2}{3} + \frac{(7,46)^2}{3} + \dots + \frac{(7,65)^2}{3} \right\} - 191,12$$

$$= 191,22 - 191,12$$

$$= 0,10$$

### Jumlah Kuadrat Galat (JKG)

$$JKT - JKP = 0,26 - 0,10$$

$$= 0,16$$

### Kuadrat Total Perlakuan (KTP)

$$\frac{JKP}{p-1} = \frac{0,10}{10-1} = 0,01$$

### Kuadrat Total Galat (KTG)

$$\frac{JKG}{dB \text{ galat}} = \frac{0,16}{20} = 0,008$$

### F Hitung

$$\frac{KTP}{KTG} = \frac{0,01}{0,008} = 1,25$$

$$F (f_1, f_2) = (9, 20) \text{ pada taraf nyata } 5\% = 2,84$$

**Tabel L.5.4** Hasil analisis sidik ragam pengaruh waktu kontak pada adsorpsi SDS

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	F	
				Hitung	5%
Perlakuan	9	0,10	0,01	1,25	2,84
Galat	20	0,16	0,008		
Total	29	0,26	0,018		

Berdasarkan L.5.4 menunjukkan bahwa  $F_{hitung} < F$  pada taraf nyata 5%, maka  $H_0$  diterima. Berarti tidak ada perbedaan yang nyata pada perlakuan waktu kontak.

### L.5.2 Uji Statistik Pengaruh Massa Adsorben

**Tabel L.5.5** Data % adsorpsi SDS oleh piropilit terkalsinasi pada variasi massa adsorben

Massa Adsorben (gram)	% adsorpsi SDS			Total (Y <sub>i</sub> )	Rata-rata % adsorpsi	Ulangan (r <sub>i</sub> )			
	Ulangan								
	1	2	3						
2	2,16	1,80	1,80	5,76	1,92	3			
4	3,96	3,96	3,96	11,88	3,96	3			
6	7,21	7,21	5,76	20,18	6,73	3			
7	9,37	9,37	9,37	28,11	9,37	3			
8	9,01	9,37	9,73	28,11	9,37	3			
9	9,37	9,37	9,37	28,11	9,37	3			
10	9,37	9,37	9,37	28,11	9,37	3			
$\Sigma$			150,26	50,09	21				

#### Derajat Bebas

$$dB_{total} = \sum_i r_i - 1 = 21 - 1 = 20$$

$$dB_{perlakuan} = p - 1 = 7 - 1 = 6$$

$$dB_{galat} = dB_{total} - dB_{perlakuan} = 20 - 6 = 14$$

#### Faktor Koreksi (FK)

$$\frac{Y_i^2}{\sum_i r_i} = \frac{(150,26)^2}{21} = 1075,15$$

### Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$\sum_{i,j} (Y_{ij})^2 - FK = \{(2,16)^2 + \dots + (9,37)^2\} - 1075,15$$
$$= 1249,16 - 1075,15$$
$$= 174,01$$

### Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)

$$\sum_i \frac{Y_i^2}{r_i} - FK = \left\{ \frac{(5,76)^2}{3} + \frac{(11,88)^2}{3} + \dots + \frac{(28,11)^2}{3} \right\} - 1075,15$$
$$= 1247,41 - 1075,15$$
$$= 172,26$$

### Jumlah Kuadrat Galat (JKG)

$$JKT - JKP = 174,01 - 172,26$$
$$= 1,75$$

### Kuadrat Total Perlakuan (KTP)

$$\frac{JKP}{p-1} = \frac{172,26}{7-1} = 28,71$$

### Kuadrat Total Galat (KTG)

$$\frac{JKG}{dB \text{ galat}} = \frac{1,75}{14} = 0,125$$

### F Hitung

$$\frac{KTP}{KTG} = \frac{28,71}{0,125} = 229,68$$

$$F (f_1, f_2) = (6, 14) \text{ pada taraf nyata } 5\% = 3,50$$

**Tabel L.5.6** Hasil analisis sidik ragam pengaruh massa adsorben pada adsorpsi SDS

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	F	
				Hitung	5%
Perlakuan	6	144,47	24,0783	229,68*	3,50
Galat	14	1,67	0,1193		
Total	20	146,14	24,1976		

\*) Berbeda nyata pada taraf 5%

Berdasarkan tabel L.5.6 dengan taraf kesalahan 5% menunjukkan bahwa  $F_{hitung} > F_{tabel}$ , maka  $H_0$  ditolak. Berarti ada perbedaan yang nyata antar perlakuan. Untuk mengetahui perlakuan yang berbeda dilakukan uji BNT dengan taraf kesalahan 5%.

$$BNT_{(a)} = t_{(a/2; \text{dB})} \sqrt{\frac{2KT_G}{n}}$$

$$BNT_{(0,05)} = t_{(0,025; 14)} \sqrt{\frac{2 \times 0,1193}{3}} = 2,145 \times 0,2820 = 0,60$$

**Tabel L.5.7** Hasil uji BNT pada variasi massa adsorben

Massa	%	2	4	6	7	8	9	10
		1,92	3,96	6,73	9,37	9,37	9,37	9,37
2	1,92	0,00	1,08*	3,85*	6,49*	6,49*	6,49*	6,49*
4	3,96		0,00	2,77*	5,41*	5,41*	3,96*	5,41*
6	6,73			0,00	2,64*	2,64*	2,64*	2,64*
7	9,37				0,00	0,00	0,00	0,00
8	9,37					0,00	0,00	0,00
9	9,37						0,00	0,00
10	9,37							0,00

Keterangan : \* = beda nyata pada taraf 5%

**Tabel L.5.8** Notasi hasil uji BNT pada variasi massa adsorben

massa (gr)	notasi
2	b
4	c
6	d
7	a
8	a
9	a
10	a

Keterangan : a = tidak berbeda nyata  
 b, c, d = berbeda nyata

**Tabel L.5.9** Data jumlah SDS teradsorpsi (q) oleh piropilit terkalsinasi pada variasi massa adsorben

Massa Adsorben	q SDS (mg/g)			Total (Y <sub>i</sub> )	Rata-rata q SDS	Ulangan (r <sub>i</sub> )			
	Ulangan								
	1	2	3						
2	1,09	0,91	0,91	2,91	0,97	3			
4	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00	3			
6	1,21	1,21	0,97	3,39	1,13	3			
7	1,35	1,35	1,35	4,05	1,35	3			
8	1,14	1,18	1,23	3,55	1,18	3			
9	1,05	1,05	1,05	3,15	1,05	3			
10	0,95	0,95	0,95	2,85	0,95	3			
$\sum$				22,9	7,63	21			

### Derajat Bebas

$$dB_{total} = \sum_i r_i - 1 = 21 - 1 = 20$$

$$dB_{perlakuan} = p - 1 = 7 - 1 = 6$$

$$dB_{galat} = dB_{total} - dB_{perlakuan} = 20 - 6 = 14$$

### Faktor Koreksi (FK)

$$\frac{Y_i^2}{\sum_i r_i} = \frac{(22,9)^2}{21} = 24,97$$

### Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$\begin{aligned} \sum_{i,j} (Y_{ij})^2 - FK &= \{(1,09)^2 + \dots + (0,95)^2\} - 24,97 \\ &= 25,40 - 24,97 \\ &= 0,43 \end{aligned}$$

### Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)

$$\sum_i \frac{Y_i^2}{r_i} - FK = \left\{ \frac{(2,91)^2}{3} + \frac{(3,00)^2}{3} + \dots + \frac{(2,85)^2}{3} \right\} - 24,97 \\ = 25,34 - 24,97 \\ = 0,37$$

### Jumlah Kuadrat Galat (JKG)

$$JKT - JKP = 0,43 - 0,37 \\ = 0,06$$

### Kuadrat Total Perlakuan (KTP)

$$\frac{JKP}{p-1} = \frac{0,37}{7-1} = 0,062$$

### Kuadrat Total Galat (KTG)

$$\frac{JKG}{dB\ galat} = \frac{0,06}{14} = 0,004$$

### F Hitung

$$\frac{KTP}{KTG} = \frac{0,062}{0,004} = 15,5$$

$$F (f_1, f_2) = (6, 14) \text{ pada taraf nyata } 5\% = 3,50$$

**Tabel L.5.10** Hasil analisis sidik ragam pengaruh massa adsorben pada adsorpsi SDS

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	F	
				Hitung	5%
Perlakuan	6	0,37	0,062	15,5*	3,50
Galat	14	0,06	0,004		
Total	20	0,43	0,066		

\*) Berbeda nyata pada taraf 5%

Berdasarkan tabel L.5.9 dengan taraf kesalahan 5% menunjukkan bahwa  $F_{hitung} > F_{5\%}$ , maka  $H_0$  ditolak. Berarti ada perbedaan yang nyata antar perlakuan. Untuk mengetahui perlakuan yang berbeda dilakukan uji BNT dengan taraf kesalahan 5%.

$$BNT_{(a)} = t_{(a/2; \text{dB})} \sqrt{\frac{2KT_G}{n}}$$

$$BNT_{(0,05)} = t_{(0,025; 14)} \sqrt{\frac{2 \times 0,004}{3}} = 2,145 \times 0,052 = 0,11$$

**Tabel L.5.11** Hasil uji BNT pada variasi massa adsorben

Massa	q	2	4	6	7	8	9	10
		0,97	1,00	1,13	1,35	1,18	1,05	0,95
2	0,97	0,00	0,03	0,16*	0,38*	0,21*	0,08	0,02
4	1,00		0,00	0,13*	0,35*	0,18*	1,00*	0,05
6	1,13			0,00	0,22*	0,05	0,08	0,18*
7	1,35				0,00	0,17*	0,30*	0,40*
8	1,18					0,00	0,13*	0,23*
9	1,05						0,00	0,10
10	0,95							0,00

Keterangan : \* = beda nyata pada taraf 5%

**Tabel L.5.12** Notasi hasil uji BNT pada variasi massa adsorben

massa (gr)	notasi
2	a
4	a
6	b
7	c
8	d
9	e
10	e

Keterangan : a, e = tidak berbeda nyata  
 b, c, d = berbeda nyata

### L.5.3 Uji Statistik Pengaruh Kecepatan Pengocokan

**Tabel L.5.13** Data % adsorpsi SDS oleh piropilit terkalsinasi pada variasi kecepatan pengocokan

Kecepatan Pengocokan (rpm)	% adsorpsi SDS			Total (Y <sub>i</sub> )	Rata-rata % adsorpsi	Ulangan (r <sub>i</sub> )			
	Ulangan								
	1	2	3						
50	2,22	2,22	2,22	6,66	2,22	3			
75	2,59	2,59	2,59	7,77	2,59	3			
100	3,70	3,33	4,07	11,10	3,70	3			
125	3,33	3,33	3,33	9,99	3,33	3			
150	2,96	2,96	2,96	8,88	2,96	3			
175	2,96	3,33	2,59	8,88	2,96	3			
200	2,59	3,33	2,96	8,88	2,96	3			
$\Sigma$			62,16	20,72	21				

**Derajat Bebas**

$$dB_{total} = \sum_i r_i - 1 = 21 - 1 = 20$$

$$dB_{perlakuan} = p - 1 = 7 - 1 = 6$$

$$dB_{galat} = dB_{total} - dB_{perlakuan} = 20 - 6 = 14$$

**Faktor Koreksi (FK)**

$$\frac{Y_i^2}{\sum_i r_i} = \frac{(62,16)^2}{21} = 183,99$$

**Jumlah Kuadrat Total (JKT)**

$$\begin{aligned} \sum_{i,j} (Y_{ij})^2 - FK &= \{(2,22)^2 + \dots + (2,96)^2\} - 183,99 \\ &= 188,92 - 183,99 \\ &= 4,93 \end{aligned}$$

### Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)

$$\sum_i \frac{Y_i^2}{r_i} - FK = \left\{ \frac{(6,66)^2}{3} + \frac{(7,77)^2}{3} + \dots + \frac{(8,88)^2}{3} \right\} - 183,99 \\ = 188,10 - 183,99 \\ = 4,11$$

### Jumlah Kuadrat Galat (JKG)

$$JKT - JKP = 4,93 - 4,11 \\ = 0,82$$

### Kuadrat Total Perlakuan (KTP)

$$\frac{JKP}{p-1} = \frac{4,11}{7-1} = 0,685$$

### Kuadrat Total Galat (KTG)

$$\frac{JKG}{dB \text{ galat}} = \frac{0,82}{14} = 0,0586$$

### F Hitung

$$\frac{KTP}{KTG} = \frac{0,685}{0,0586} = 11,69$$

F tabel ( $f_1, f_2$ ) = (6,14) pada taraf nyata 5% = 3,50

**Tabel L.5.14** Hasil analisis sidik ragam pengaruh kecepatan pengocokan pada adsorpsi SDS

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	F	
				Hitung	Tabel 5%
Perlakuan	6	4,11	0,685	11,69*	3,50
Galat	14	0,82	0,0586		
Total	20	4,93	0,7436		

\*) Berbeda nyata pada taraf 5%

Berdasarkan tabel L.5.12 dengan taraf kesalahan 5% menunjukkan bahwa  $F \text{ hitung} > F \text{ tabel}$ , maka  $H_0$  ditolak. Berarti ada perbedaan yang nyata antar perlakuan. Untuk mengetahui perlakuan yang berbeda dilakukan uji BNT dengan taraf kesalahan 5%.

$$BNT_{(a)} = t_{(a/2; \text{dB})} \sqrt{\frac{2KT_G}{n}}$$

$$BNT_{(0,05)} = t_{(0,025; 14)} \sqrt{\frac{2 \times 0,0586}{3}} = 2,145 \times 0,1977 = 0,42$$

**Tabel L.5.15** Hasil uji BNT pada variasi kecepatan pengocokan

Rpm	%	50	75	100	125	150	175	200
		2,22	2,59	3,70	3,33	2,96	2,96	2,96
50	2,22	0,00	0,37	1,48*	1,11*	0,74*	0,74*	0,74*
75	2,59		0,00	1,11*	0,74*	0,37	0,37	0,37
100	3,70			0,00	0,37	0,74*	0,74*	0,74*
125	3,33				0,00	0,37	0,37	0,37
150	2,96					0,00	0,00	0,00
175	2,96						0,00	0,00
200	2,96							0,00

Keterangan : \* = beda nyata pada taraf 5%

**Tabel L.5.16** Notasi hasil uji BNT pada variasi kecepatan pengocokan

kecepatan (rpm)	notasi
50	a
75	a
100	b
125	b
150	b
175	b
200	b

Keterangan : a, b = tidak berbeda nyata

**Tabel L.5.17** Data jumlah SDS teradsorpsi (q) oleh piropilit terkalsinasi pada variasi kecepatan pengocokan

Kecepatan Pengocokan	q SDS (mg/g)			Total (Y <sub>i</sub> )	Rata-rata q SDS	Ulangan (r <sub>i</sub> )			
	Ulangan								
	1	2	3						
50	0,31	0,31	0,31	0,93	0,31	3			
75	0,36	0,36	0,36	1,08	0,36	3			
100	0,52	0,47	0,57	1,56	0,52	3			
125	0,47	0,47	0,47	1,41	0,47	3			
150	0,42	0,42	0,42	1,26	0,42	3			
175	0,42	0,47	0,36	1,25	0,42	3			
200	0,36	0,47	0,42	1,25	0,42	3			
	$\Sigma$			8,74	2,91	21			

### Derajat Bebas

$$dB \text{ total} = \sum_i r_i - 1 = 21 - 1 = 20$$

$$dB \text{ perlakuan} = p - 1 = 7 - 1 = 6$$

$$dB \text{ galat} = dB \text{ total} - dB \text{ perlakuan} = 20 - 6 = 14$$

### Faktor Koreksi (FK)

$$\frac{Y_i^2}{\sum_i r_i} = \frac{(8,74)^2}{21} = 3,64$$

### Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$\sum_{i,j} (Y_{ij})^2 - FK = \{(0,31)^2 + \dots + (0,42)^2\} - 3,64$$

$$= 3,74 - 3,64$$

$$= 0,1$$

### Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)

$$\sum_i \frac{Y_i^2}{r_i} - FK = \left\{ \frac{(0,93)^2}{3} + \frac{(1,08)^2}{3} + \dots + \frac{(1,25)^2}{3} \right\} - 3,64$$

$$= 3,72 - 3,64$$

$$= 0,08$$

### Jumlah Kuadrat Galat (JKG)

$$JKT - JKP = 0,1 - 0,08$$

$$= 0,02$$

### Kuadrat Total Perlakuan (KTP)

$$\frac{JKP}{p-1} = \frac{0,08}{7-1} = 0,013$$

### Kuadrat Total Galat (KTG)

$$\frac{JKG}{dB\ galat} = \frac{0,02}{14} = 0,0014$$

### F Hitung

$$\frac{KTP}{KTG} = \frac{0,013}{0,0014} = 9,29$$

F tabel ( $f_1, f_2$ ) = (6,14) pada taraf nyata 5% = 3,50

**Tabel L.5.18** Hasil analisis sidik ragam pengaruh kecepatan pengocokan pada adsorpsi SDS

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	F	
				Hitung	Tabel 5%
Perlakuan	6	0,08	0,013	9,29*	3,50
Galat	14	0,02	0,0014		
Total	20	0,10	0,0144		

\*) Berbeda nyata pada taraf 5%

Berdasarkan tabel L.5.15 dengan taraf kesalahan 5% menunjukkan bahwa  $F$  hitung >  $F$  tabel, maka  $H_0$  ditolak. Berarti ada perbedaan yang nyata antar perlakuan. Untuk mengetahui perlakuan yang berbeda dilakukan uji BNT dengan taraf kesalahan 5%.

$$BNT_{(a)} = t_{(a/2; dB)} \sqrt{\frac{2KT_G}{n}}$$

$$BNT_{(0,05)} = t_{(0,025; 14)} \sqrt{\frac{2x0,0014}{3}} = 2,145 \times 0,031 = 0,07$$

**Tabel L.5.19** Hasil uji BNT pada variasi kecepatan pengocokan

rpm	q	50	75	100	125	150	175	200
		0,31	0,36	0,52	0,47	0,42	0,42	0,42
50	0,31	0,00	0,05	0,21*	0,16*	0,11*	0,11*	0,11*
75	0,36		0,00	0,16*	0,11*	0,06	0,06	0,06
100	0,52			0,00	0,05	0,10*	0,10*	0,10*
125	0,47				0,00	0,05	0,05	0,05
150	0,42					0,00	0,00	0,00
175	0,42						0,00	0,00
200	0,42							0,00

Keterangan : \* = beda nyata pada taraf 5%

**Tabel L.5.20** Notasi hasil uji BNT pada variasi kecepatan pengocokan

kecepatan (rpm)	notasi
50	a
75	a
100	b
125	b
150	b
175	b
200	b

Keterangan : a, b = tidak berbeda nyata

### L.5.4 Uji Statistik Pengaruh Konsentrasi SDS

**Tabel L.5.21** Data % adsorpsi SDS oleh piropilit terkalsinasi pada variasi konsentrasi SDS

konsentrasi (ppm)	% adsorpsi SDS			Total (Yi)	Rata- rata % adsorpsi SDS	Ulangan (ri)			
	Ulangan								
	1	2	3						
500	9,95	9,12	8,29	27,37	9,12	3			
750	7,16	6,61	6,61	20,38	6,79	3			
1000	5,98	6,35	5,61	17,94	5,98	3			
1250	5,05	4,42	5,05	14,53	4,84	3			
$\Sigma$				80,21	26,74	12			

#### Derajat Bebas

$$dB_{total} = \sum_i r_i - 1 = 12 - 1 = 11$$

$$dB_{perlakuan} = p - 1 = 4 - 1 = 3$$

$$dB_{galat} = dB_{total} - dB_{perlakuan} = 11 - 3 = 8$$

#### Faktor Koreksi (FK)

$$\frac{Y_i^2}{\sum_i r_i} = \frac{(80,21)^2}{12} = 536,14$$

#### Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$\begin{aligned} \sum_{i,j} (Y_{ij})^2 - FK &= \{(9,95)^2 + \dots + (4,84)^2\} - 536,14 \\ &= 567,84 - 536,14 \\ &= 31,7 \end{aligned}$$

### Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)

$$\sum_i \frac{Y_i^2}{r_i} - FK = \left\{ \frac{(27,37)^2}{3} + \frac{(20,38)^2}{3} + \frac{(17,94)^2}{3} + \frac{(14,53)^2}{3} \right\} - 536,14$$
$$= 565,72 - 536,14$$
$$= 29,58$$

### Jumlah Kuadrat Galat (JKG)

$$JKT - JKP = 31,7 - 29,58$$
$$= 2,12$$

### Kuadrat Total Perlakuan (KTP)

$$\frac{JKP}{p-1} = \frac{29,58}{4-1} = 9,86$$

### Kuadrat Total Galat (KTG)

$$\frac{JKG}{dB \text{ galat}} = \frac{2,12}{8} = 0,265$$

### F Hitung

$$\frac{KTP}{KTG} = \frac{9,86}{0,265} = 37,21$$

F tabel ( $f_1, f_2$ ) = (3,8) pada taraf nyata 5% = 5,42

**Tabel L.5.22** Hasil analisis sidik ragam pengaruh konsentrasi SDS pada adsorpsi SDS

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	F	
				Hitung	Tabel 5%
Perlakuan	3	29,58	9,86	37,21*	5,42
Galat	8	2,12	0,265		
Total	11	31,7	10,125		

\*) Berbeda nyata pada taraf 5%

Berdasarkan tabel L.5.18 dengan taraf kesalahan 5% menunjukkan bahwa  $F_{hitung} > F_{tabel}$ , maka  $H_0$  ditolak. Berarti ada perbedaan yang nyata antar perlakuan. Untuk mengetahui perlakuan yang berbeda dilakukan uji BNT dengan taraf kesalahan 5%.

$$BNT_{(a)} = t_{(a/2; \text{dB})} \sqrt{\frac{2KT_G}{n}}$$

$$BNT_{(0,05)} = t_{(0,025; 8)} \sqrt{\frac{2 \times 0,265}{3}} = 2,306 \times 0,4203 = 0,97$$

**Tabel L.5.23** Hasil uji BNT pada variasi konsentrasi SDS

Konsentrasi	% adsorpsi	500	750	1000	1250
		9,12	6,79	5,98	4,84
500	9,12	0,00	2,33*	3,14*	4,28*
750	6,79		0,00	0,81	1,95*
1000	5,98			0,00	1,14*
1250	4,84				0,00

Keterangan : \* = beda nyata pada taraf 5%

**Tabel L.5.24** Notasi hasil uji BNT pada variasi konsentrasi SDS

konsentrasi (ppm)	notasi
500	b
750	a
1000	a
1250	c

Keterangan : a = tidak berbeda nyata

b, c = berbeda nyata

**Tabel L.5.25** Data jumlah SDS teradsorpsi ( $q$ ) oleh piropilit terkalsinasi pada variasi konsentrasi SDS

konsentrasi (ppm)	q SDS (mg/g)			Total ( $Y_i$ )	Rata- rata $q$ SDS	Ulangan ( $r_i$ )			
	Ulangan								
	1	2	3						
500	0,62	0,57	0,52	1,71	0,57	3			
750	0,68	0,62	0,62	1,92	0,64	3			
1000	0,83	0,88	0,78	2,49	0,83	3			
1250	0,83	0,73	0,83	2,39	0,80	3			
$\Sigma$				8,52	2,84	12			

### Derajat Bebas

$$dB_{total} = \sum_i r_i - 1 = 12 - 1 = 11$$

$$dB_{perlakuan} = p - 1 = 4 - 1 = 3$$

$$dB_{galat} = dB_{total} - dB_{perlakuan} = 11 - 3 = 8$$

### Faktor Koreksi (FK)

$$\frac{\sum Y_i^2}{\sum r_i} = \frac{(8,52)^2}{12} = 6,05$$

### Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$\begin{aligned} \sum_{i,j} (Y_{ij})^2 - FK &= \{(0,62)^2 + \dots + (0,83)^2\} - 6,05 \\ &= 6,21 - 6,05 \\ &= 0,16 \end{aligned}$$

### Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)

$$\begin{aligned} \sum_i \frac{Y_i^2}{r_i} - FK &= \left\{ \frac{(1,71)^2}{3} + \frac{(1,92)^2}{3} + \frac{(2,49)^2}{3} + \frac{(2,39)^2}{3} \right\} - 6,05 \\ &= 6,19 - 6,05 \\ &= 0,14 \end{aligned}$$

### Jumlah Kuadrat Galat (JKG)

$$\begin{aligned} \text{JKT} - \text{JKP} &= 0,16 - 0,14 \\ &= 0,02 \end{aligned}$$

### Kuadrat Total Perlakuan (KTP)

$$\frac{\text{JKP}}{p-1} = \frac{0,14}{4-1} = 0,0467$$

### Kuadrat Total Galat (KTG)

$$\frac{\text{JKG}}{\text{dB galat}} = \frac{0,02}{8} = 0,0025$$

### F Hitung

$$\frac{\text{KTP}}{\text{KTG}} = \frac{0,0467}{0,0025} = 18,68$$

F tabel ( $f_1, f_2$ ) = (3,8) pada taraf nyata 5% = 5,42

**Tabel L.5.26** Hasil analisis sidik ragam pengaruh konsentrasi SDS pada adsorpsi SDS

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	F	
				Hitung	Tabel 5%
Perlakuan	3	0,14	0,0467	18,68*	5,42
Galat	8	0,02	0,0025		
Total	11	0,16	0,0492		

\*) Berbeda nyata pada taraf 5%

Berdasarkan tabel L.5.21 dengan taraf kesalahan 5% menunjukkan bahwa  $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$ , maka  $H_0$  ditolak. Berarti ada perbedaan yang nyata antar perlakuan. Untuk mengetahui perlakuan yang berbeda dilakukan uji BNT dengan taraf kesalahan 5%.

$$\text{BNT}_{(a)} = t_{(a/2; \text{dB})} \sqrt{\frac{2KT_G}{n}}$$

$$\text{BNT}_{(0,05)} = t_{(0,025; 8)} \sqrt{\frac{2 \times 0,0025}{3}} = 2,306 \times 0,0408 = 0,09$$

**Tabel L.5.27** Hasil uji BNT pada variasi konsentrasi SDS

Konsentrasi	q	500	750	1000	1250
		0,57	0,64	0,83	0,80
500	0,57	0,00	0,07	0,26*	0,23*
750	0,64		0,00	0,19*	0,16*
1000	0,83			0,00	0,03
1250	0,80				0,00

Keterangan : \* = beda nyata pada taraf 5%

**Tabel L.5.28** Notasi hasil uji BNT pada variasi konsentrasi SDS

konsentrasi (ppm)	notasi
500	a
750	a
1000	b
1250	b

Keterangan : a, b = tidak berbeda nyata

### L.5.5 Uji Statistik Perbandingan % Adsorpsi dan q Piropilit Terkalsinasi dan Piropilit Teraktivasi Basa

Untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang berarti antara adsorpsi SDS menggunakan piropilit terkalsinasi dengan piropilit teraktivasi basa, maka dilakukan uji t sebagai berikut :

**Tabel L.5.29** Hasil analisis adsorpsi SDS oleh piropilit terkalsinasi dan piropilit teraktivasi basa

Jenis piropilit	Rata-rata % adsorpsi $\pm$ SD	Rata-rata q $\pm$ SD
Terkalsinasi	5,98 $\pm$ 0,37	0,83 $\pm$ 0,05
Teraktivasi Basa	14,56 $\pm$ 0,22	2,01 $\pm$ 0,03

### Perhitungan dari % adsorpsi

$$\begin{aligned} S_d &= SD_1 - SD_2 \\ &= 0,37 - 0,22 \\ &= 0,15 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} |xd| &= \overline{x1} - \overline{x2} \\ &= 5,98 - 14,56 \\ &= 8,58 \end{aligned}$$

$$\text{Sehingga, } t = \frac{\overline{xd}}{sd} \sqrt{n}$$

$$t = 8,58 \frac{\sqrt{3}}{0,15}$$

$$t = 99,07$$

### Perhitungan dari q

$$\begin{aligned} S_d &= SD_1 - SD_2 \\ &= 0,05 - 0,03 \\ &= 0,02 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} |xd| &= \overline{x1} - \overline{x2} \\ &= 0,83 - 2,01 \\ &= 1,18 \end{aligned}$$

$$\text{Sehingga, } t = \frac{\overline{xd}}{sd} \sqrt{n}$$

$$t = 1,18 \frac{\sqrt{3}}{0,02}$$

$$t = 102,19$$

Dengan derajat kebebasan ( $n-1$ ) pada taraf kesalahan 5%, diketahui  $t_{\text{tabel}}$  sebesar 4,30. Sehingga dari perhitungan menunjukkan bahwa  $t_{\text{hitung}} > t_{\text{tabel}}$ , maka hipotesis nol ditolak berarti ada perbedaan yang nyata antar perlakuan adsorpsi menggunakan piropilit terkalsinasi dan piropilit teraktivasi basa.

## LAMPIRAN 6

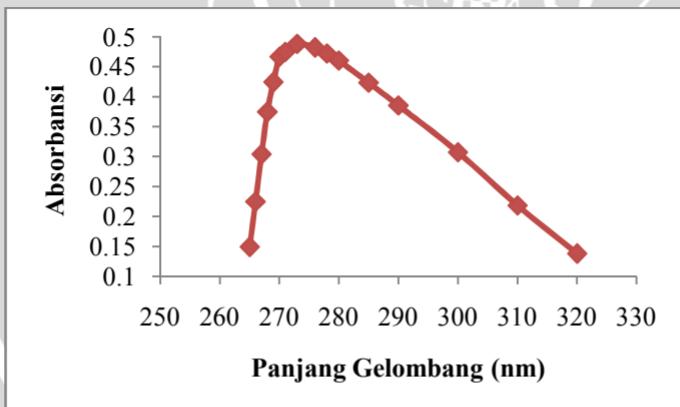
### PENENTUAN BILANGAN ASAM TANAT

#### L.6.1 Penentuan $\lambda_{\text{maks}}$ Asam Tanat

**Tabel L.6.1** Data penentuan absorbansi larutan asam tanat 10 ppm pada berbagai panjang gelombang

$\lambda$ (nm)	A
265	0,149
266	0,2247
267	0,3038
268	0,3743
269	0,4241
270	0,4666
271	0,4749
<b>273</b>	<b>0,488</b>
276	0,4819
278	0,472

$\lambda$ (nm)	A
280	0,4604
285	0,4234
290	0,3854
300	0,3073
310	0,2183
320	0,1378
330	0,0941
340	0,0693
350	0,0491

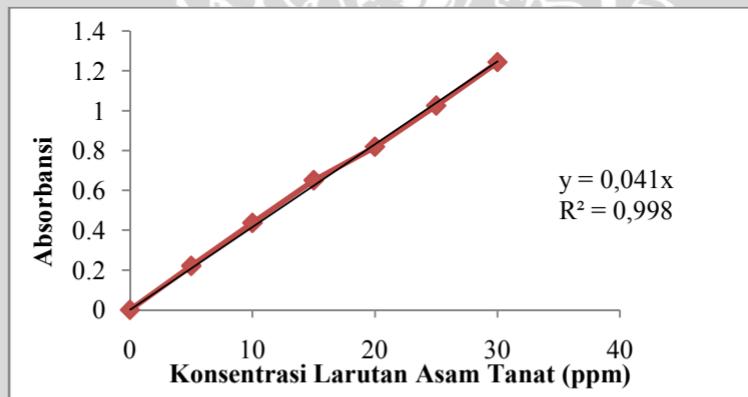


**Gambar L.6.1** Kurva Penentuan  $\lambda_{\text{maks}}$  Asam Tanat

## L.6.2 Penentuan Kurva Baku Larutan Asam Tanat

**Tabel L.6.2** Data penentuan absorbansi untuk larutan asam tanat pada berbagai konsentrasi

Konsentrasi Asam Tanat (ppm)	Absorbansi			Rata-rata	SD
	1	2	3		
0	0	0	0	0	0
5	0,2135	0,2045	0,2454	0,2211	0,02
10	0,4266	0,4368	0,4465	0,4366	0,00
15	0,6448	0,6534	0,6534	0,6505	0,01
20	0,8101	0,8234	0,8226	0,8187	0,01
25	1,0222	1,0372	1,0166	1,0253	0,01
30	1,2245	1,2541	1,2512	1,2433	0,02



**Gambar L.6.2** Kurva Baku Larutan Asam Tanat pada  $\lambda_{\text{maks}} = 273 \text{ nm}$

## L.6.3 Penentuan Konsentrasi Asam Tanat yang teradsorpsi

Konsentrasi asam tanat yang teradsorpsi, ditentukan dengan mencari konsentrasi asam tanat awal ( $C_0$ ).  $C_0$  diperoleh dengan mengkonversi konsentrasi larutan asam tanat sebenarnya ( $C_{\text{sebenarnya}}$ ), menjadi konsentrasi pada saat dilakukan pengukuran.

Diketahui :

$$C_{\text{sebenarnya}} = 800 \text{ ppm}$$

Faktor pengenceran (fp)

$$\begin{aligned} (\text{menjadi larutan asam tanat } 20 \text{ ppm}) &= \frac{\text{volume ukur}}{\text{volume cuplikan}} \\ &= \frac{100 \text{ mL}}{2,5 \text{ mL}} = 40 \end{aligned}$$

$$\text{Absorbansi larutan asam tanat } 20 \text{ ppm} = 0,8187$$

$$\text{Slope (dari kurva baku)} = 0,041$$

Maka :

$$\begin{aligned} C_o &= \frac{\text{Abs. larutan asam tanat } 20 \text{ ppm}}{\text{slope}} \times fp \\ &= \frac{0,8187}{0,041} \times 40 \\ &= 798,7317 \text{ ppm} \end{aligned}$$

Setelah diketahui  $C_o$ , kemudian menentukan  $C_{\text{akhir}} (C)$

Diketahui :

$$\begin{aligned} \text{Absorbansi sampel} &= 0,19502 \\ \text{Slope (dari kurva baku)} &= 0,041 \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned} C &= \frac{\text{Absorbansi sampel}}{\text{Slope}} \times fp \\ &= \frac{0,19502}{0,041} \times 10 \\ &= 47,5659 \text{ ppm} \end{aligned}$$

Jadi, konsentrasi asam tanat yang teradsorpsi adalah ( $C_{\text{teradsorpsi}}$ )

$$\begin{aligned} C_{\text{teradsorpsi}} &= C_o - C \\ &= (798,7317 - 47,5659) \text{ ppm} \\ &= 751,1658 \text{ ppm} \end{aligned}$$

#### L.6.4 Perhitungan Bilangan Asam Tanat

$$q_{(AT)} = \frac{V(C_o - C)}{W}$$

dimana :

$$q_{(AT)} = \text{bilangan asam tanat} \quad (\text{mg/g})$$

$$C_o = \text{konsentrasi awal asam tanat sebelum adsorpsi} \quad (\text{ppm})$$

$$C = \text{konsentrasi akhir asam tanat setelah adsorpsi} \quad (\text{ppm})$$

$$W = \text{massa piropilit} \quad (\text{g})$$

$$V = \text{volume larutan saat adsorpsi} \quad (\text{L})$$

Diketahui :

$$\begin{aligned}\text{Volume larutan} &= 0,025 \text{ L} \\ \text{Massa piropilit} &= 0,2 \text{ gram} \\ C_{\text{teradsorpsi}} &= 751,1658 \text{ ppm}\end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned}q_{(\text{AT})} &= \frac{V(C_0 - C)}{W} \\ &= \frac{0,025 \text{ L} \times 751,1658 \text{ ppm}}{0,2 \text{ g}} \\ &= 93,8956 \text{ mg/g}\end{aligned}$$

**Tabel L.6.3** Data Bilangan Asam Tanat Piropilit

Ukuran piropilit (mesh)	Absorbansi	C awal (ppm)	C sisa (ppm)	C teradsorpsi (ppm)	fp	q (AT)	Rata-rata	SD
40-60	0,24507	798,7317	59,7732	738,9585	10	92,3698	92,3698	0,00
	0,24507		59,7732	738,9585		92,3698		
	0,24507		59,7732	738,9585		92,3698		
60-80	0,19088	798,7317	46,5561	752,1756	10	94,0220	93,8956	0,22
	0,20331		49,5878	749,1439		93,6430		
	0,19088		46,5561	752,1756		94,0220		
	0,24507		59,7732	738,9585		92,3698		
80-100	0,24507	798,7317	59,7732	738,9585	10	92,3698	92,3698	0,00
	0,24507		59,7732	738,9585		92,3698		
	0,24507		59,7732	738,9585		92,3698		