

**LAPORAN TUGAS AKHIR PENELITIAN**  
**PENGAMBILAN  $\text{TiO}_2$  DAN  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  DARI HASIL SAMPING**  
**PENGOLAHAN TIMAH BANGKA DENGAN PROSES**  
***LEACHING* ASAM**

Diajukan sebagai salah satu syarat penyelesaian akademik  
Program Studi Teknik Kimia Polimer pada Politeknik STMI Jakarta



**OLEH:**

<b>SRI ULINA</b>	<b>(1513026)</b>
<b>LUCIA MERLITSYA WINDY H</b>	<b>(1513034)</b>

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA POLIMER**  
**POLITEKNIK STMI JAKARTA**  
**KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I**  
**JAKARTA**  
**2017**

**POLITEKNIK STMI JAKARTA**  
**KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I**

**LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI SIDANG**

JUDUL TUGAS AKHIR PENELITIAN:

PENGAMBILAN  $TiO_2$  DAN  $Fe_2O_3$  DARI HASIL SAMPING PENGOLAHAN TIMAH  
BANGKA DENGAN PROSES *LEACHING* ASAM

DISUSUN OLEH :

NAMA : 1. SRI ULINA  
: 2. LUCIA MERLITSYA WINDY H.

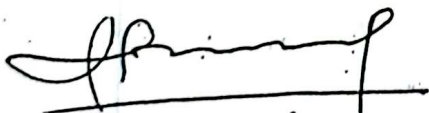
NIM : 1. 1513026  
: 2. 1513034

PROGRAM STUDI : TEKNIK KIMIA POLIMER

Telah diuji oleh Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Program Studi Teknik Kimia Polimer pada Politeknik STMI Jakarta pada hari 27 November 2017

Jakarta, November 2017

Penguji I,



Ir Parulian Leonard M, MM.  
NIP. 195702141985031002

Penguji II,



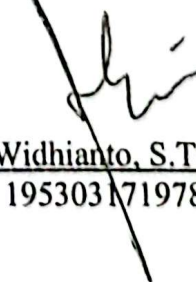
Dr Erfina Oktariani, S.T, M.T.  
NIP. 198210012014022001

Penguji III,



Ir. Rochmi Widjajanti, M.Eng.  
NIP. 195609101984032002

Penguji,IV



Sakri Widhiyanto, S.Teks, MM.  
NIP. 195303171978031001

## LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING PENELITIAN

JUDUL PENELITIAN :

PENGAMBILAN  $TiO_2$  DAN  $Fe_2O_3$  DARI HASIL SAMPING PENGOLAHAN TIMAH  
BANGKA DENGAN PROSES *LEACHING* ASAM

DISUSUN OLEH :  
NAMA : 1. SRI ULINA  
2. LUCIA MERLITSYA WINDY HAPSARI  
NIM : 1. 1513026  
2. 1513034  
PROGRAM STUDI : TEKNIK KIMIA POLIMER

Jakarta, Agustus 2017

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing II



Siti Naimah, S.T.  
195907111985032002



## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Kami Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia Polimer, Politeknik STMI Jakarta,  
Kementerian Perindustrian Republik Indonesia:

Nama : Sri Ulina

NIM : 1513026

Program Studi : Teknik Kimia Polimer

Dengan ini menyatakan bahwa hasil karya Tugas Akhir Penelitian yang kami buat dengan judul Pengambilan  $\text{Tio}_2$  Dan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  Dari Hasil Samping Pengolahan Timah Bangka Dengan Proses *Leaching* Asam

Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan literatur hasil kuliah, survei lapangan, bimbingan dengan dosen pembimbing dan pembimbing penelitian, melalui tanya jawab maupun asistensi serta buku-buku jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya tulis Tugas Akhir Penelitian ini.

- Bukan merupakan duplikasi yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas/Perguruan Tinggi lain, kecuali pada bagian-bagian tertentu digunakan referensi pendukung untuk melengkapi informasi dan sumber informasi dengan dicantumkan melalui referensi yang semestinya.
- Bukan merupakan karya tulis terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya Tugas Akhir Penelitian kami.

Jika terbukti kami tidak memenuhi apa yang telah kami nyatakan seperti apa yang di atas, maka karya Tugas Akhir Penelitian kami ini dibatalkan.

Jakarta, Agustus 2017

Sri Ulina

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Kami Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia Polimer, Politeknik STMI Jakarta,  
Kementerian Perindustrian Republik Indonesia:

Nama : Lucia Merlitsya Windy Hapsari

NIM : 1513034

Program Studi : Teknik Kimia Polimer

Dengan ini menyatakan bahwa hasil karya Tugas Akhir Penelitian yang kami buat dengan judul Pengambilan  $TiO_2$  Dan  $Fe_2O_3$  Dari Hasil Samping Pengolahan Timah Bangka Dengan Proses *Leaching* Asam

Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan literatur hasil kuliah, survei lapangan, bimbingan dengan dosen pembimbing dan pembimbing penelitian, melalui tanya jawab maupun asistensi serta buku-buku jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya tulis Tugas Akhir Penelitian ini.

- Bukan merupakan duplikasi yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas/Perguruan Tinggi lain, kecuali pada bagian-bagian tertentu digunakan referensi pendukung untuk melengkapi informasi dan sumber informasi dengan dicantumkan melalui referensi yang semestinya.
- Bukan merupakan karya tulis terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya Tugas Akhir Penelitian kami.

Jika terbukti kami tidak memenuhi apa yang telah kami nyatakan seperti apa yang di atas, maka karya Tugas Akhir Penelitian kami ini dibatalkan.

Jakarta, Agustus 2017

Lucia Merlitsya Windy H











## LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN TUGAS AKHIR PENELITIAN

Nama : 1. Sri Ulina  
2. Lucia Merlitsya Windy Hapsari


NIM : 1. 1513026  
2. 1513034

Judul TA Penelitian : Pengambilan  $TiO_2$  Dan  $Fe_2O_3$  Dari Hasil Samping Proses Pengolahan Timah Bangka Dengan Proses *Leaching* Asam


Pembimbing : Ir. Parulian Leonard M., MM.

Tanggal	BAB	Keterangan	Paraf
21-08-2017	Abstrak	Memperbaiki abstrak	
23-08-2017	Daftar Isi	merapikan penulisan daftar isi	— 
29-08-2017	BAB 1	- memperbaiki rumusan masalah - memperbaiki batasan masalah	
8-09-2017	BAB 2	merapikan tinjauan Pustaka	— 
12-09-2017	BAB 2	- merapikan penulisan sumber - memperbaiki urutan sub Bab	
15-09-2017	BAB 3	memperbaiki diagram alir proses pembuatan	— 
19-09-2017	BAB 4	- memperbaiki isi tabel - memperbaiki urutan tabel	
25-09-2017	BAB 5	memperbaiki kalimat kesimpulan dan saran	— 
4-10-2017	Daftar Pustaka	merapikan penulisan daftar pustaka mengurutkan daftar pustaka sesuai abjad	
10-10-2017	PPT	Revisi PPT seminar dan Presentasi	— 

Mengetahui,  
Ketua Program Studi  
Teknik Kimia Polimer

  
Ir. Roosmariharso, MBA  
NIP. 195405231980031004

Pembimbing,

  
Ir. Parulian Leonard M., MM.  
NIP. 195702141985031002

Nomor : **48** /BPPI/BBKK.1/2/2017  
Lampiran :  
Hal : Permohonan Penelitian

Jakarta, **2** Pebruari 2017

Yth : Pembantu Direktur I Bidang Akademik  
Politeknik STMI Jakarta  
Jl. Letjen Suprpto No. 26 Cempaka Putih  
Jakarta 10510  
Telp : (021) 42886064, Fax (021) 42888206

Sehubungan dengan surat Saudara Nomor 006/SJ-IND.7.2/1/2017 tanggal 16 Januari 2017 perihal permohonan Penelitian di Balai Besar Kimia Dan Kemasan dengan ini kami sampaikan bahwa pada prinsipnya kami bersedia melakukan pembimbingan penelitian oleh mahasiswa Politeknik STMI Jakarta sebagai berikut :

No.	Nama	NIM	Kompetensi penelitian
1.	Sri Ulina	1513026	Proses Produksi
2.	Lucia Merlitsya Windy H.	1513034	Proses Produksi

Demikian, atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.

a.n. Kepala Balai Besar Kimia dan Kemasan  
Kepala Bagian Tata Usaha



embusan :  
. Pertiagal;

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penyusun dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir Penelitian dengan judul Pengambilan  $TiO_2$  Dan  $Fe_2O_3$  Dari Hasil Samping Pengolahan Timah Bangka Dengan Proses *Leaching* Asam . Penulisan Laporan Tugas Akhir Penelitian ini diajukan sebagai salah satu syarat penyelesaian akademik Program Studi Teknik Kimia Polimer pada Politeknik STMI Jakarta. Ungkapan terimakasih dan hormat, penyusun tujukan kepada semua pihak yang telah memberikan bimbingan serta motivasi hingga terselesaikannya Laporan Tugas Akhir Penelitian ini.

Dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir Penelitian ini, penyusun mendapat bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu dalam kesempatan ini penyusun ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. Mustofa, ST, MT, selaku Direktur Politeknik STMI Jakarta.
2. Bapak Ir. Roosmariharso, MBA selaku Kepala Program Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta.
3. Bapak Ir. Parulian Leonard M., MM selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penyusun dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir Penelitian ini.
4. Ibu Siti Naimah S.T. selaku pembimbing lapangan yang telah sabar dalam memberikan bimbingan dan arahan selama menjalani penelitian di Balai Besar Kimia dan Kemasan.
5. Para Tim Peneliti Balai Besar Kimia dan Kemasan yang selalu membimbing dan mengarahkan dengan baik.
6. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan bantuan dukungan material, doa, dan semangat dalam proses penyusunan Laporan Tugas Akhir Penelitian ini.

7. Eranita, Friska, Giovanny, Rosandha, Englis, Willy, kak Desi Karisma, Maulia, Aditianisa, Sunarsih, Fadlan, Fajar, Irda, Dhika, Nita, Rifky yang telah memberikan doa dan semangat selama menjalani Praktek hingga proses penyusunan Laporan Tugas Akhir Penelitian ini.
8. Serta semua pihak yang tak dapat penyusun sebutkan satu per satu yang telah membantu dalam praktek hingga penyusunan Laporan Tugas Akhir Penelitian ini.

Akhir kata, penyusun berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Laporan Tugas Akhir Penelitian ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu. Seperti pepatah mengatakan bahwa Tak Ada Gading Yang Tak Retak, begitu pula dengan Laporan Tugas Akhir Penelitian ini yang masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu saran dan kritik yang sifatnya membangun sangat penyusun harapkan untuk penyempurnaan Laporan Tugas Akhir Penelitian ini.

Jakarta, Agustus 2017

Penyusun

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING PENELITIAN .....	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN .....	iv
LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN LAPORAN TUGAS AKHIR PENELITIAN.....	vi
HALAMAN SURAT PENGAJUAN TUGAS AKHIR PENELITIAN .....	vii
HALAMAN SURAT KETERANGAN DITERIMA PENELITIAN.....	ix
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL .....	xv
ABSTRAK .....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</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.....	4
1.6 Sistematika Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Biji Besi .....	5
2.2 <i>Ilmenite</i> .....	6
2.3 Titanium Dioksida (TiO <sub>2</sub> ).....	10
2.4 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> dari Pasir Besi .....	17
2.5 Proses Peremukuan.....	19
2.6 Proses Penggerusan .....	20
2.7 Proses Pengayakan .....	21
2.8 Proses <i>Leaching</i> .....	21

2.9	Proses Sulfat .....	22
2.10	Proses Klorida .....	23
2.11	Perlengkapan Penelitian .....	24
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>		<b>34</b>
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian .....	34
3.2	Alat dan Bahan .....	34
3.3	Variabel .....	35
3.4	Prosedur Penelitian.....	35
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>39</b>
4.1	Hasil Penelitian.....	39
4.2	Pembahasan.....	40
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>45</b>
5.1	Kesimpulan.....	45
5.2	Saran.....	45

## DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1	Penghasil mineral <i>ilmenite</i> di dunia.....	6
Gambar II.2	<i>ilmenite</i> .....	8
Gambar II.3	Struktur Kristal <i>ilmenite</i> .....	8
Gambar II.4	Struktur <i>anatase</i> TiO <sub>2</sub> .....	8
Gambar II.5	Struktur <i>rutile</i> TiO <sub>2</sub> .....	10
Gambar II.6	Oven.....	26
Gambar II.7	<i>Ball Mill</i> .....	27
Gambar II.8	Ayakan.....	27
Gambar II.9	<i>Furnace</i> .....	30
Gambar IV.1	Grafik Hasil Uji TiO <sub>2</sub> 20%.....	40
Gambar IV.2	Grafik Hasil Uji TiO <sub>2</sub> 25%.....	41
Gambar IV.3	Grafik Hasil Uji Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 20%.....	42
Gambar IV.4	Grafik Hasil Uji Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 25%.....	43

## DAFTAR TABEL

Tabel II.1	Sifat Fisik Dari Mineral <i>Ilmenite</i> .....	7
Tabel IV.1	Absorban Standar $TiO_2$ .....	24
Tabel IV.2	Absorban <i>Leaching</i> Asam Sulfat 25% dan 20% pada Spektrofotometer.....	24
Tabel IV.3	Volume Titration <i>Leaching</i> Asam Sulfat 25% Dan 20% Menggunakan $TiO$ 0,1N.....	24
Tabel IV.4	Sisa <i>Ilmenite</i> yang Tidak Larut.....	25
Tabel IV.5	Hasil uji $TiO_2$ pada proses <i>leaching</i> asam 20%.....	41
Tabel IV.6	Hasil uji $TiO_2$ pada proses <i>leaching</i> asam 25%.....	42
Tabel IV.7	Hasil uji $Fe_2O_3$ pada proses <i>leaching</i> asam 20%.....	43
Tabel IV.8	Hasil uji $Fe_2O_3$ pada proses <i>leaching</i> asam 25%.....	43

## ABSTRAK

*Ilmenite* adalah pasir atau batu hitam yang mempunyai rumus kimia  $\text{FeTiO}_3$ . *Ilmenite* merupakan mineral titanium-besi oksida yang bersifat magnetik lemah dan berwarna hitam dan abu-abu. Secara komposisi, *ilmenite* terdiri atas 36,80% Fe; 31,57% Ti dan 31,63% O atau 52,66%  $\text{TiO}_2$  dan 47,33%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Titanium dioksida merupakan material tidak berbahaya yang banyak digunakan sebagai pigmen, cat, kosmetik, dan bahan baku industri kimia lainnya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi asam sulfat terhadap persentase  $\text{TiO}_2$  dan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  dan mengetahui pengaruh banyaknya *leaching* terhadap massa endapan hasil *leaching*. Metode pengambilan  $\text{TiO}_2$  dan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  dilakukan dengan *leaching* asam menggunakan asam sulfat dengan variasi konsentrasi 20% dan 25%. Hasil penelitian dari uji  $\text{TiO}_2$  dan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  menunjukkan bahwa konsentrasi asam sulfat mempengaruhi hasil  $\text{TiO}_2$  dan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  yang didapat, semakin tinggi konsentrasi maka semakin besar jumlah  $\text{TiO}_2$  dan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  yang didapat. Perlakuan banyaknya *leaching* mempengaruhi jumlah massa endapan yang didapat, semakin banyak dilakukan *leaching* maka massa endapan sisa *leaching* semakin berkurang.

**Kata kunci :** *leaching* asam, *ilmenite*,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang memiliki sumber daya mineral yang cukup berlimpah. Pemanfaatan sumber daya mineral tersebut bisa menjadi ladang yang cukup menguntungkan bagi Indonesia karena akan tercipta berbagai peluang industri baru dan mengurangi kebutuhan impor bahan kimia. Namun sampai saat ini kesempatan ini belum optimal dimanfaatkan Indonesia. Masih banyak dijumpai industri-industri di Indonesia yang mengimpor bahan baku kimia untuk memenuhi kebutuhannya karena bahan baku lokal masih terbatas. Fakta yang memprihatinkan juga terlihat yaitu terdapat oknum-oknum yang telah melakukan tindakan penjualan atau mengeksport sumber daya mineral Indonesia dengan harga murah tanpa melalui proses pengolahan lebih lanjut. Kondisi ini terjadi karena masih sulitnya melakukan proses pengolahan lebih lanjut mineral-mineral Indonesia sehingga mampu menaikkan nilai tambah mineral tersebut. Usaha-usaha telah dilakukan untuk menaikkan nilai tambah mineral Indonesia yaitu melalui kegiatan penelitian dan adanya kebijakan pemerintah terkait dengan peraturan tentang usaha pertambangan mineral Indonesia (Hanum, 2014).

Pemerintah telah berupaya dalam menjaga sumber daya mineral Indonesia melalui kebijakan yang dikeluarkan diantaranya peraturan presiden RI dan UU Minerba 2010. Peraturan Presiden Republik Indonesia nomor 4 tahun 2009, menjelaskan tentang kegiatan usaha pertambangan mineral dan batubara merupakan kegiatan usaha pertambangan yang mempunyai peranan penting dalam memberikan nilai tambah secara nyata kepada pertumbuhan ekonomi nasional dan pembangunan daerah secara berkelanjutan. Sedangkan kebijaksanaan industri Nasional menurut Perpres No. 28 Tahun 2008 menjelaskan bahwa arah kebijakan jangka menengah dan jangka panjang adalah pengembangan industri nasional dengan mengoptimalkan penggunaan bahan baku lokal diantaranya pemanfaatan *ilmenite*, biji besi, pasir besi, besi krom, besi nikel, dan lain-lain (Perpres, 2010).

Kasiterit ( $\text{SnO}_2$ ) sebagai mineral utama dari industri pengolahan timah memiliki kandungan beberapa komponen logam berat didalamnya yaitu pirit, kuarsa, zircon, *ilmenit*, plumbum, bismut, arsenik, stibnit, kalkopirit, kuprit, xenotime, dan monazite sebagai mineral ikutan hasil *tailing* pengolahan bijih timah (Fadhilah, 2008). Komposisi kimia kasiterit Indonesia sebagai berikut: 0,45% Si, 0,63% Ca, 1,45% Ti, 1,16% Fe, 57,82% Sn, 3,43% La, 0,63% Ce.

Kebutuhan Titanium dioksida ( $\text{TiO}_2$ ) di Indonesia semakin tinggi sehingga berdampak pada pertumbuhan ekonomi dalam negeri. Untuk itulah harus dicarikan jalan keluar agar jumlah impor  $\text{TiO}_2$  ini dapat kita kurangi dengan mencari alternatif lain yaitu memproduksi  $\text{TiO}_2$  dengan memanfaatkan pasir *ilmenite* ( $\text{FeTiO}_3$ ) yang ada di Indonesia. Mineral *ilmenite* banyak terdapat dalam hasil samping penambangan timah di Pulau Bangka dengan kandungan *ilmenite* hingga 90% dan juga dalam pasir besi di pantai selatan Jawa Tengah dengan kandungan *ilmenite* 6%. Kandungan Titanium pada *ilmenite* dapat direaksikan dengan beberapa bahan aditif lain dan dapat menghasilkan sifat baru yang sangat baik untuk aplikasi *ilmenite* (Hendratno, 1999).

Titanium dioksida ( $\text{TiO}_2$ ) merupakan material tidak berbahaya yang banyak digunakan sebagai pigmen, cat, kosmetik dan bahan baku industri kimia. Sebagai pigmen  $\text{TiO}_2$  mempunyai daya cat yang tinggi jika dibandingkan dengan pigmen biasa seperti  $\text{ZnO}$ . Penggunaan lainnya dari bahan  $\text{TiO}_2$  ini juga dapat diketahui dari penemuan Fujishima dan Honda pada tahun 1972 tentang fenomena  $\text{TiO}_2$  yang bersifat fotokatalitik yang mampu menguraikan  $\text{H}_2\text{O}$  (*Splitting of Water*) menggunakan elektoda  $\text{TiO}_2$  dibawah pengaruh sinar UV (Fujishima, 2008)

Metode peningkatan pemurnian titanium dioksida diantaranya *leaching* dengan sulfat yaitu proses *becher*, proses sulfat yang diperbaiki oleh BHP Biliton, proses termoklorida, proses *leaching* klorida, dan proses kaustik soda (Zhang, 2011). Proses *becher* sebagai salah satu proses yang sudah diterapkan di negara-negara maju seperti Australia, Amerika dan China. Oleh karena itu, pembuatan pabrik  $\text{TiO}_2$  sangat penting diterapkan di Indonesia untuk mengetahui kondisi proses yang potensial sesuai dengan bahan baku pasir *ilmenite* yang berasal dari Indonesia (Kalimantan Tengah), hal ini dikarenakan sumber bahan baku yang

melimpah dan industri cat yang sedang berkembang. Pemurnian *ilmenite* mempunyai keuntungan yang lebih karena selain menghasilkan pigmen  $\text{TiO}_2$ , hasil samping proses yang berupa  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  juga dapat menjadi pigmen berwarna merah.

Kemurnian kandungan  $\text{TiO}_2$  yang tinggi didapatkan dengan pemisahan besi dan  $\text{TiO}_2$  yang sempurna. Setelah proses pemisahan besi perlu dihilangkan dengan mengubah besi menjadi besi oksida lalu dihilangkan dengan proses *leaching* asam ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) untuk meningkatkan  $\text{TiO}_2$ . Penelitian pengolahan *ilmenite* dengan proses becher pernah dilakukan oleh Justin Mark Ward pada tahun 1999 dengan variasi katalis. Dari hasil penelitian disebutkan bahwa katalis  $\text{NH}_4\text{Cl}$  merupakan katalis yang paling baik untuk proses aerasi besi menjadi  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  sehingga terjadi peningkatan kemurnian  $\text{TiO}_2$  yang signifikan dalam proses aerasi.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dibahas sebelumnya, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh konsentrasi asam sulfat terhadap hasil persentase  $\text{TiO}_2$  dan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ?
2. Bagaimana pengaruh banyaknya *leaching* terhadap massa endapan *leaching* yang didapat?

## 1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, pembatasan masalah yang akan dibahas adalah sebagai berikut:

1. Bahan baku yang digunakan berupa *ilmenite* dari hasil samping pengolahan timah Bangka.
2. Menggunakan metode *leaching* asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).
3. Variasi konsentrasi asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), yaitu 20% dan 25%.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh konsentrasi asam sulfat terhadap hasil persentase  $\text{TiO}_2$  dan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ?

2. Mengetahui pengaruh banyaknya *leaching* terhadap massa endapan *leaching* yang didapat?

### 1.5 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini, maka diharapkan dapat mengembangkan dan memberi informasi untuk memperoleh persen  $\text{TiO}_2$  dan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  dengan metode *leaching* asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).

### 1.6 Sistematika Penelitian

#### BAB I: PENDAHULUAN

Bab ini berisi penjelasan mengenai latar belakang dilakukannya penelitian, rumusan masalah yang akan dibahas, batasan masalah dari penelitian yang akan dilakukan, tujuan dan manfaat dari dilakukannya penelitian ini.

#### BAB II: TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tinjauan umum mengenai *ilmenite*, proses *leaching* asam, titanium dioksida, dan besi (III) oksida.

#### BAB III: METODE PENELITIAN

Bab ini berisi penjelasan tentang waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan yang digunakan, variabel penelitian serta prosedur penelitian (persiapan penelitian dan metode penelitian).

#### BAB IV: HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi data hasil pengukuran, analisa data yang sudah diolah menjadi grafik, pembahasan terhadap hasil pengukuran dan analisa data.

#### BAB V: PENUTUP

Bab ini berisi dua bagian, kesimpulan dan saran yang telah dilakukan berdasarkan hasil yang telah didapat pada bab sebelumnya.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Biji Besi

Biji besi dibagi menjadi beberapa golongan oksida, sulfida, dan hidroksida. Golongan oksida meliputi hematit dan magnetit, sedangkan golongan sulfida meliputi pirit, kalkopirit, arsenopirit, dan pirotit. Limonit dan goetit termasuk ke dalam golongan hidroksida. Goetit merupakan mineral hidroksida besi memiliki kristal orthorhombik berwarna kuning kecoklatan. Goetit atau *iron ore* umumnya memiliki kadar Fe sebesar 63% dan sulit diolah secara komersial jika kadar pengotor (Mn) lebih dari 5%. Persebaran goetit terdapat di daerah deposit bagian bawah lapisan berlumpur diantaranya di Alsace-Lorraine, Wespalia, Bohemia, dan Danau Superior serta Gunung Apalachian di wilayah Amerika Serikat (Mottana, 1997).

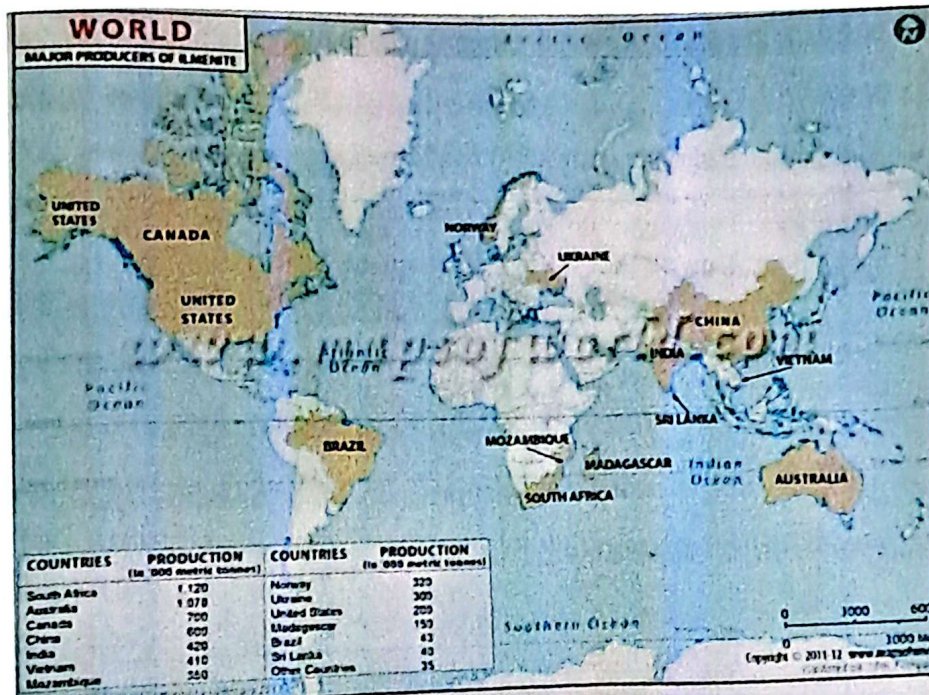
Limonit atau biji besi lumpur (*bog iron ore*) dengan rumus kimia  $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$  merupakan kumpulan mineral yang dihasilkan dari proses oksidasi dan hidrasi mineral besi primer. Limonit ini dapat berupa stalaktit yang berwarna coklat karat (*gossan*) dengan goresan coklat kekuningan. Di permukaan tanah limonit berupa lapisan kuning coklat atau top besi (*iron hat*) yang menutupi lapisan besi sulfida. Di alam limonit ditemukan pada urat-urat biji besi yang mengandung mineral besi primer. Di alam limonit juga berperan sebagai semen alami yang mengikat batuan sedimen (pasir) di batuan konglomerat. di lingkungan air seperti rawa-rawa dan tanah berlumpur, limonit terbentuk melalui proses penguapan pada mineral biji besi dibantu bakteri-bakteri (Mottana, 1997).

Hematit merupakan mineral besi golongan oksida dengan rumus kimia  $Fe_2O_3$ . Hematit biasanya berbentuk tipis dan pipih. Mineral ini memiliki permukaan yang dapat berubah warna jika sinar datang dari berbagai arah (*iridescent*). Hematit berwarna kemerahan atau merah tua, abu-abu gelap, dan hitam. Mineral ini memiliki tingkat kekerasan 5,5-6,5 dan massa jenisnya 4,2 sampai 5,25. Hematit memiliki sistem kristal rhombohedral formasi raksasa

(*massive formation*) berbentuk kelopak mawar (*iron rose*). Seringkali warna batuan dari mineralnya merah atau coklat kemerahan, bersifat *opaque* dengan kilap metalik. Hematit memiliki goresan merah cerry gelap yang mudah untuk dibedakan antara hematit, magnetit dan ilmenit. Hematit akan larut jika mineral ini dipanaskan dengan asam hidroklorik. Mineral ini terbentuk dari proses oksidasi yang banyak ditemukan pada batuan beku. daerah deposit terbesar terdapat di danau Superior (USA), Quebec (Kanada), Venezuela, Angola, dan Brazil. Hematit merupakan mineral utama dari logam besi dan biasanya digunakan juga sebagai zat warna (pigmen) dan *polishing powder* (Mottana, 1997).

## 2.2 Ilmenite

*Ilmenite* adalah pasir atau batu hitam yang mempunyai rumus kimia  $\text{FeTiO}_3$ . Umumnya di dalam pasir *ilmenite* terdapat *impurities* berupa besi oksida bervalensi tiga dan silika (Nugroho dkk, 2005). *Ilmenite* merupakan mineral titanium-besi oksida yang bersifat magnetik lemah dan berwarna hitam dan abu-abu. Pada tahun 1990, seorang peneliti bernama Gregor mampu memisahkan pasir hitam dari pasir magnetik yang dikenal sebagai *ilmenite* ( $\text{FeTiO}_3$ ) (Ikhwan, 2007). *Ilmenite* (mineral  $\text{FeTiO}_3$ ) merupakan mineral yang menarik dan cukup penting secara ekonomi. Indonesia adalah salah satu negara yang mempunyai cadangan *ilmenite* (Hendartno dan Sumardi, 1999).



Gambar II.1 Penghasil mineral *ilmenite* di dunia

(Sumber: <http://geology.com/minerals/ilmenite.shtml>)

Pada gambar II.1 terlihat bahwa mineral *ilmenite* cukup banyak ditemukan diberbagai negara dengan cadangan yang cukup berlimpah diantaranya Afrika Selatan, Australia, Kanada, Cina, India, dan Vietnam. Berbagai penelitian telah dilakukan untuk memanfaatkan mineral *ilmenite* sebagai bahan baku utama dalam pembuatan rutil ( $\text{TiO}_2$ ) sintesis. Rutil sintesis merupakan bahan pengganti rutil alam yang penyediaannya atau cadangannya di alam semakin menipis. Pada tahun 2008 karakterisasi pada *ilmenite* Eucla Basin, Australia selatan terdapat kandungan konsentrat  $\text{TiO}_2 > 60\%$  yang akan dimanfaatkan membentuk rutil sintesis menggunakan proses *Becher* (Mark, 2008).

Penelitian lain juga menerangkan bahwa kandungan konsentrat  $\text{TiO}_2$  dalam mineral *ilmenite* berbeda-beda tergantung pada proses pembentukan batuan beku basa *ilmenite* tersebut. Beberapa data terkait tentang konsentrat  $\text{TiO}_2$  dalam mineral *ilmenite* diantaranya *ilmenite* Cina mengandung konsentrat  $\text{TiO}_2$  berkisar 51% (Zhu, 2011), sedangkan *ilmenite* India mengandung konsentrat  $\text{TiO}_2$  berkisar 49-64% (Bernstein, 2008). Kandungan  $\text{TiO}_2$  yang tinggi menjadi potensi

tersendiri bagi negara penghasil *ilmenite* untuk dapat dimanfaatkan menjadi material yang bernilai tambah.

Pada gambar II.1 juga menunjukkan bahwa Indonesia masuk dalam negara lain-lain yang memiliki cadangan *ilmenite* yang relatif sedikit dibandingkan Australia dan Cina. Sebenarnya cadangan *ilmenite* Indonesia cukup berlimpah, namun keberadaan *ilmenite* tidak ditemukan dalam kondisi murni. *Ilmenite* Indonesia banyak ditemukan pada sedimen pasir besi titan sepanjang pantai selatan pulau Jawa ataupun mineral ikutan dalam bijih timah yang banyak tersebar di Pulau Bangka dan Pulau Belitung. Indonesia merupakan negara penghasil timah yang cukup besar di dunia, dengan produksi timah saat ini sekitar 40.000-50.000 ton logam timah per tahun.

Berdasarkan informasi yang diperoleh dari dinas pertambangan dan energi, provinsi Jawa Barat dapat diketahui bahwa sepanjang pantai selatan provinsi Jawa Barat yaitu kabupaten sukabumi, Cianjur, Tasikmalaya dan Ciamis banyak dijumpai deposit pasir besi titan yang mengandung  $TiO_2$  (rutil) kadar rendah dengan kadar besinya (Fe) berkisar 56,1-59% dan  $TiO_2$  10-14,9% (Al Naimi, 2011). Sifat-sifat fisik dari *ilmenite* dapat dilihat pada tabel II.1:

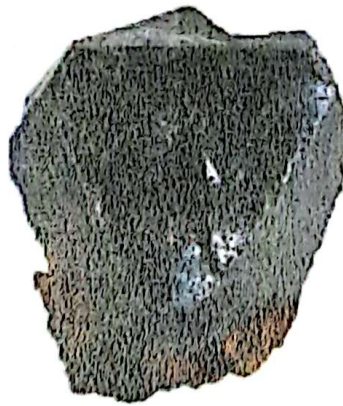
Tabel II.1 Sifat Fisik dari Mineral *Ilmenite*

Klasifikasi Kimia:	Oksida
Warna:	Hitam
Transparansi:	Buram
Kilau:	Metalik, sub-metalik
Belahan/Perpecahan:	Tidak ada satupun
Kekerasan ( <i>Mohs</i> ):	5,5-6
<i>Specific gravity</i> :	4,7-4,8
Sifat Diagnostik:	Beruntun, Lemah magnetik
Komposisi Kimia:	$FeTiO_3$ , terkadang juga berupa (Fe, Mg, Mn) $TiO_3$
Sistem Kristal:	Heksagonal

(Sumber: <http://geology.com/minerals/ilmenite.shtml>)

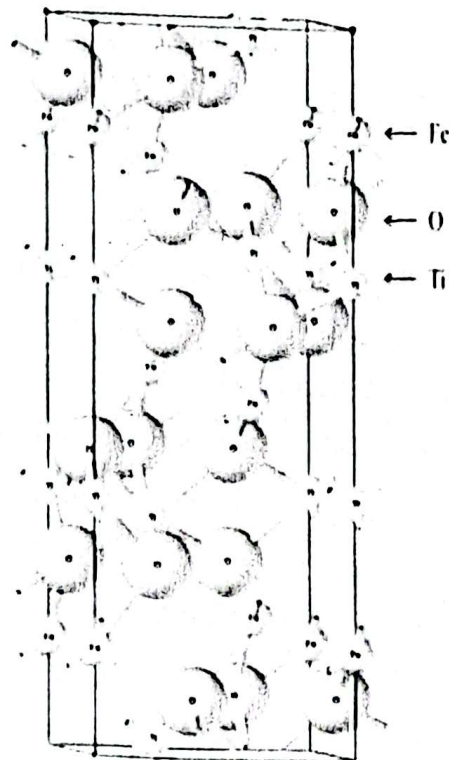
Sifat-sifat *ilmenite* diantaranya adalah memiliki sifat kemagnetan yang lemah, rapuh, berwarna gelap dan tidak tembus cahaya. *Ilmenite* memiliki densitas  $2400 \text{ kg/m}^3 - 2700 \text{ kg/m}^3$ , titik leleh  $1050^\circ\text{C}$  dan struktur kristal heksagonal (Chatterjee, 2007).

*Ilmenite* di Indonesia sangat melimpah sebagai hasil produk samping pengolahan biji timah di pulau Bangka serta mengandung mineral yang lebih kompleks daripada *ilmenite* Australia (Wahyuningsih, 2014). Kegunaan *ilmenite* yang paling berpotensi adalah untuk  $\text{TiO}_2$ , logam titanium dan produksi besi tetapi hampir 95% dari titanium di seluruh dunia digunakan untuk produksi titania atau  $\text{TiO}_2$  dan hanya 5% dari bahan baku titanium yang diubah menjadi logam titanium (Park, 2008).  $\text{TiO}_2$  yang terkandung dalam *ilmenite* alam sebesar 33% - 65% (Nindemona. 2006). Gambar *ilmenite* dan struktur kristal *ilmenite* dapat dilihat pada gambar II.2 dan II.3.



**Gambar II.2** *ilmenite*

(Sumber: Lavinsky, 2010)



**Gambar II.3** Struktur Kristal *ilmenite*  
(Sumber: Wilson, 2005)

### 2.3 Titanium Dioksida (TiO<sub>2</sub>)

TiO<sub>2</sub> adalah salah satu material yang banyak diteliti karena sifatnya yang menarik. Meskipun telah ditemukan lebih dari 200 tahun yang lalu dan telah diteliti sejak 85 tahun yang lalu namun hingga kini penelitian tentang TiO<sub>2</sub> masih aktif dan tetap dikembangkan (Hoffmann, 1995). TiO<sub>2</sub> ditemukan pertama kalinya pada tahun 1821, dan tahun 1916 telah dikomersialkan sebagai zat pewarna putih.

Secara kimia titanium dioksida dituliskan dengan lambang TiO<sub>2</sub>. Senyawa ini biasa digunakan sebagai pigmen pada cat tembok (Braun, 1992), tabir surya (Zallen dan Moret, 2006), pasta gigi (Yuan dan Chen, 2005), solar sel, sensor, perangkat memori serta sebagai fotokatalis. Titanium (Ti) merupakan kristal yang berwarna putih dan juga salah satu logam berlimpah nomor empat di dunia setelah aluminium, besi, dan magnesium. Selain itu, titanium juga merupakan elemen berlimpah kesembilan (mencakup 0,63% pada kerak bumi) 0,6% mineral

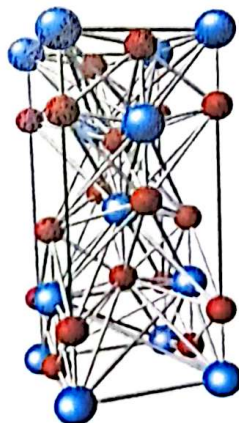
TiO<sub>2</sub> yang utama adalah FeTiO<sub>3</sub> (*ilmenite*), CaTiO<sub>3</sub> (*perovskite*). Titanium memiliki indeks bias (*n*) yang sangat tinggi yaitu 2,4 dalam bentuk bubuk dan 2,7 dalam bentuk lapisan tipis (Dongsun 2007). Titanium (Ti) juga tahan terhadap degradasi warna akibat sinar matahari dengan titik lebur 1885°C (Merck, 2000).

Secara fisika titanium memiliki sifat seperti yang ditunjukkan pada Tabel II.1. Titanium memiliki massa jenis yang rendah, tahan karat, memiliki biokompabilitas yang tinggi dengan tubuh (Supriyanto, 2007) sehingga dapat digunakan sebagai produk implan dalam tubuh. Kristal TiO<sub>2</sub> bersifat asam dan tidak larut dalam air, asam klorida, asam sulfat encer dan alkohol namun larut dalam asam sulfat pekat dan asam fluorida.

### 2.3.1 Struktur Kristal TiO<sub>2</sub>

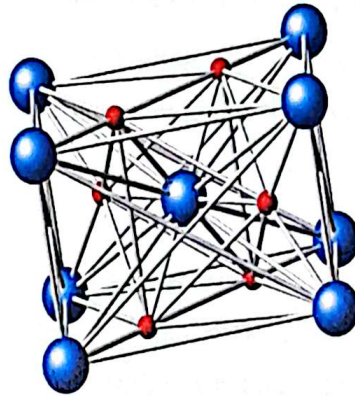
TiO<sub>2</sub> dibuat dari *ilmenite* dan rutil, yang menghasilkan dua bentuk alotropi atau bentuk struktur kristal yang berbeda dari unsur yang sama, yaitu *anatase* dan *rutile*. TiO<sub>2</sub> memiliki tiga fasa *polymorfik* yaitu *rutil* (tetragonal, 4,120 g/cm<sup>3</sup>), *anatase* (tetragonal, 3,894 g/cm<sup>3</sup>), dan *brookite* (4,120g/cm<sup>3</sup> *orthorombik*). Rutil dan anatase keduanya digunakan sebagai bahan pengikat pada cat, selain itu anatase juga bersifat lebih lembut dibandingkan rutil (Zhang, 1999).

Untuk menghasilkan titanium dioksida (TiO<sub>2</sub>), ada dua proses yang biasa dilakukan yaitu ekstraksi dengan menggunakan pelarut asam sulfat (*leaching*) atau biasa dikenal dengan proses sulfat, dan proses *leaching* lanjutan dengan menggunakan asam klorida.



**Gambar II.4** Struktur *Anatase* TiO<sub>2</sub>

(Sumber: Kang dan Ozawa, 2004)



**Gambar II.5** Struktur *rutile* TiO<sub>2</sub>

(Sumber: Kang dan Ozawa, 2004)

Untuk beberapa aplikasi struktur *rutile* lebih banyak digunakan daripada *anatase* karena memiliki sifat fisik yang unik misalnya berkilau, keras dan tahan terhadap korosi. Sel satuan pada *rutile* adalah tetragonal dengan atom-atom logam terletak pada sudut-sudutnya. Struktur *rutile* dari TiO<sub>2</sub> pada umumnya dapat digambarkan sebagai suatu distorsi barisan oksida heksagonal tertutup dengan setengah dari oktahedral diduduki oleh atom Ti. Struktur brookit dari TiO<sub>2</sub> mengkristal dalam struktur orthorombik, yang memiliki simetri yang polimorf (memiliki struktur kristal yang tidak teratur) dan akan berubah menjadi fasa rutil pada temperatur sekitar 750°C (Chen, 2008).

Fasa *brookite* sangat jarang terjadi dalam fasa TiO<sub>2</sub>, fasa *brookite* terjadi pada temperatur 200°C dengan densitas sebesar 4,133 gram/cm<sup>3</sup> dan memiliki empat molekul titania dengan unsur titanium memiliki empat ion positif serta dua ion negatif dari oksigen. Fasa *brookite* memiliki kesetabilan pada temperatur 200 °C sampai 400 °C, dan fasa ini tidak terbentuk sama sekali pada selang temperatur 600 °C sampai 800 °C (Bakardjieva, 2006).

Titanium dioksida atau titanium (IV) oksida merupakan bahan semikonduktor yang bersifat *inert*, stabil terhadap fotokorosi dan korosi oleh bahan kimia. Titanium dioksida (TiO<sub>2</sub>) diproduksi pertama kali pada tahun 1923.

Titanium dioksida ( $\text{TiO}_2$ ) merupakan material padat yang mempunyai banyak kegunaan. Kegunaan dari  $\text{TiO}_2$  diantaranya sebagai pigmen putih dalam kertas, cat, plastik, fiber sintetik, dan kosmetik. Titanium dioksida pada umumnya digunakan sebagai pigmen putih, selain itu titania dapat diterapkan dalam katalisis (McColm, 1983).

Bahan baku pembuatan titanium dioksida banyak tersedia di alam (Turney, 1995). Sumber utama titanium (IV) oksida adalah bijih *rutile* (matrik  $\text{TiO}_2$ ) dan *ilmenite* ( $\text{FeTiO}_3$ ) (Sunarya, 2007). Titanium dioksida merupakan *polimorph* yang terdiri dari *anatase*, *brookite* dan *rutile* (Chekina, 2013). *Anatase* dan *rutile* memiliki struktur kristal tetragonal, sedangkan *brookite* memiliki struktur kristal ortorhombik (Carp, 2004). Struktur kristal  $\text{TiO}_2$  dibagi menjadi tiga jenis (Fujishima, 1999) yaitu :

1. *Rutile*, stabil pada suhu tinggi, memiliki bentuk kristal tetragonal, dan terdapat pada batuan beku. Fase *anatase* dan *brookite* akan mengalami transformasi ke fasa *rutile* setelah mencapai ukuran partikel tertentu (Zhang, 2000).
2. *Anatase*, stabil pada suhu rendah dan memiliki bentuk kristal tetragonal. Pada suhu 0 K, fase *anatase* lebih stabil jika dibandingkan dengan fase *rutile* (Muscat, 2002).
3. *Brookite*, memiliki struktur kristal orthorombik, dan biasanya hanya terdapat pada mineral. Fase *brookite* memiliki volume sel yang lebih besar dan yang paling padat dari tiga fase dan fase ini sangat jarang digunakan dalam penelitian (Thompson, 2006).

Kristal *rutile* memiliki struktur yang lebih padat dibandingkan dengan *anatase* karena memiliki densitas yang lebih tinggi daripada *anatase* dimana densitas *rutile* sebesar  $4.250 \text{ gr/cm}^3$  dan *anatase* sebesar  $3.894 \text{ gr/cm}^3$  (Gunlauardi, 2001). Bentuk mikroskopis dari  $\text{TiO}_2$  yaitu kristal dan *amorf*. Bentuk *amorf* artinya bahan tidak memiliki keteraturan susunan atom sehingga tidak memiliki keteraturan pita konduksi dan pita valensi, akan tetapi  $\text{TiO}_2$  *amorf* juga dikenal memiliki kemampuan untuk mendegradasi polutan dalam waktu yang tidak singkat. Hal ini disebabkan  $\text{TiO}_2$  *amorf* tidak bersifat semikonduktor, sehingga tidak mempunyai kemampuan fotokatalisis (Gunlauardi, 2001).

Kelebihan dari  $\text{TiO}_2$  adalah stabilitas kimia yang tinggi bila terkena senyawa asam dan basa, tidak beracun, biaya yang relatif rendah, dan daya pengoksidasi yang tinggi dan stabil (Castellote dan Bengtsson. 2011).

Aplikasi  $\text{TiO}_2$  pada umumnya digunakan dalam produk tabir surya karena kemampuannya mengabsorpsi sinar ultra violet (UV), kemampuannya untuk menyerap sinar UV juga dimanfaatkan untuk aplikasi fotokatalis yang dapat digunakan untuk menyingkirkan polutan dari udara dan air (Li dan Ishigaki, 2004).  $\text{TiO}_2$  juga dapat diaplikasikan pada DSSC,  $\text{TiO}_2$  yang digunakan umumnya berfase *anatase* karena mempunyai luas permukaan yang lebih besar sehingga memiliki kemampuan fotoaktif yang tinggi. Selain itu  $\text{TiO}_2$  dengan struktur nanopori yaitu ukuran pori dalam skala nano akan menaikkan kinerja sistem karena struktur nanopori mempunyai karakteristik luas permukaan yang tinggi sehingga akan menaikkan jumlah *dye* yang teradsorpsi yang implikasinya akan menaikkan jumlah cahaya yang terabsorpsi (Zhang, 2000). Aktivitas fotokatalisis  $\text{TiO}_2$  dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor yang menentukan aktivitas fotokatalisis  $\text{TiO}_2$  adalah morfologi permukaan, luas permukaan, fasa kristal, kristalinitas (Sutrisno, 2005).

### 2.3.2 Titanium Dioksida Sebagai Pigmen Putih Dalam Cat

Karakteristik putih (*Whiteness*) yang terlihat oleh mata merupakan hasil pantulan dan hamburan cahaya oleh sejumlah besar partikel halus yang tidak menyerap cahaya tampak secara selektif di setiap panjang gelombangnya. Di bawah cahaya merah akan tampak berwarna merah, dibawah cahaya biru akan tampak berwarna biru pula, hanya ketika cahaya mengiluminasinya mengandung seluruh panjang gelombang dari spektrum sinar tampak maka terlihat warna putih (Blankey dan Hall, 1988).

Dibandingkan dengan berbagai pigmen putih, antara lain zink oksida, antimon oksida, zink sulfat dan *lithopone*, maka titanium dioksida merupakan jenis yang terbaru dan terpenting dalam industri cat. Hal ini disebabkan oleh sifat yang dimiliki titanium dioksida, sehingga dapat menghasilkan daya tutup yang lebih tinggi dibandingkan pigmen lainnya. Pada awal perkembangan awal pemakaiannya sebagai pigmen, jenis *anatase* yang banyak digunakan,

perkembangan selanjutnya *rutile* yang banyak disukai. Kedua jenis kristal  $\text{TiO}_2$  meskipun mempunyai sifat kimia yang sama, namun memiliki berat jenis dan indeks bias yang berbeda. Berat jenis *anatase* adalah  $3,9 \text{ g/cm}^3$  dan *rutile*  $4,2 \text{ g/cm}^3$  sedangkan indeks bias *anatase* 2,55 dan *rutil* 2,70. Perbedaan sifat fisik tersebut membuat daya tutup *rutile* lebih tinggi sehingga lebih disukai untuk pembuatan cat. Penggunaan  $\text{TiO}_2$  *anatase* biasanya karena warnanya yang sedikit lebih putih dibandingkan *rutile* yang agak kekuningan (Stieg, 1968).

### 2.3.3 Pengaruh Titanium Dioksida Dalam Cat

Menurut Stoye (1993), kualitas suatu cat dipengaruhi oleh jenis dan jumlah polimer yang dipergunakannya. Diebold (1999) menuturkan bahwa persoalan menyangkut kualitas cat, selanjutnya disebut durabilitas yang secara umum berarti ketahanan sebuah objek terhadap perubahan untuk jangka waktu yang lama, sangat kompleks dan sering membingungkan. Hal ini disebabkan oleh rumitnya reaksi-reaksi kimia yang terlibat.

Sejumlah reaksi yang tergantung satu sama lain terjadi ketika film cat terpapar berbagai elemen (cahaya, cuaca, kelembaban, dll). Reaksi-reaksi ini sangat tergantung pada kondisi paparan dan komposisi kimiawi dari *binder* cat itu sendiri. Perubahan akibat degradasi *binder* dapat terlihat dari penampilannya (*Yellowing*, pudarnya warna, menurunnya tingkat kilap) atau sifat fisiknya (*chalking*, *adhesion failure*, *brittleness*). Pengaruh Titanium dioksida pada durabilitas cat tidak sederhana. Pengaruh yang terbesar adalah adanya aktivitas fotokatalitik dari pigment tersebut. Titanium dioksida merupakan fotokatalis yang sangat baik dan dapat mengubah energi cahaya menjadi energi kimia dengan sangat efisien, hal ini disebabkan oleh kuatnya absorpsi  $\text{TiO}_2$  pada daerah UV. Istilah *durabel* lebih ditunjukkan pada efek  $\text{TiO}_2$  terhadap durabilitas cat, karena  $\text{TiO}_2$  sendiri stabil untuk jangka waktu yang sangat panjang (Diebold, 1999).

### 2.3.4 Penggolongan Zat Warna

Zat warna dapat digolongkan menurut sumber diperolehnya yaitu zat warna alam dan zat warna sintetik. Van Croft menggolongkan zat warna berdasarkan pemakaiannya, misalnya zat warna yang langsung dapat mewarnai serat disebutnya sebagai zat warna substantif dan zat warna yang memerlukan zat-

zat pembantu supaya dapat mewarnai serat disebut zat reaktif. Kemudian Henneck membagi zat warna menjadi dua bagian menurut warna yang ditimbulkannya, yakni zat warna monogenetik apabila memberikan hanya satu warna dan zat warna poligenetik apabila dapat memberikan beberapa warna. Penggolongan zat warna yang lebih umum dikenal adalah berdasarkan konstitusi (struktur molekul) dan berdasarkan aplikasi (cara pewarnaannya) pada bahan, misalnya di dalam pencelupan dan pencapan bahan tekstil, kulit, kertas dan bahan-bahan lain. Penggolongan lain yang biasa digunakan terutama pada proses pencelupan dan pencapan pada industri tekstil adalah penggolongan berdasarkan aplikasi (cara pewarnaan). Zat warna tersebut dapat digolongkan sebagai zat warna asam, basa, direk, dispersi, pigmen, reaktif, solven, belerang, bejana dan lain-lain (Christie, 2001). Menurut Budiyono (2008) jenis zat warna ada dua, yaitu:

- Zat Warna Alam

Zat warna alam adalah zat warna yang berasal dari alam, baik yang berasal dari tanaman, hewan, maupun bahan metal. Zat warna yang berasal dari tumbuhan. Tumbuhan-tumbuhan penghasil zat pewarna alami yang tumbuh di Indonesia kurang lebih sebanyak 150 jenis tanaman, tetapi yang paling efektif untuk dapat digunakan dan dapat diproduksi menjadi *powder* maupun dalam bentuk pasta hanya beberapa jenis saja. Zat warna dari tumbuhan yang biasanya digunakan antara lain: *indigofera* (warna biru), *Sp Bixa orrellana* (warna orange purple), *Morinda citrifolia* (warna kuning). Zat warna yang berasal dari hewan adalah Kerang (*Tyran purple*), Insekta (*Ceochikal*), dan Insekta warna merah (*Loe*).

- Zat Warna Sintesis

Zat warna sintesis adalah zat warna buatan dengan bahan dasar buatan, misalnya yaitu Hirokarbon Aromatik dan Naftalena yang berasal dari batubara. Hampir semua zat warna yang digunakan dalam industri batik merupakan zat warna sintetik, karena zat warna jenis ini mudah diperoleh dengan komposisi yang tetap, mempunyai aneka warna yang banyak, mudah cara pemakaiannya dan harganya relatif tidak tinggi. Zat pewarna kimia tersebut dapat diklasifikasikan menjadi tujuh bahan warna yaitu: *Napthol*, *Indigosol*, *Rapide*, *Ergan Soga*, *Kopel Soga*, *Chroom Soga*, dan *Proesion*.

## 2.4 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dari Pasir Besi

Besi merupakan salah satu unsur logam transisi periode keempat golongan VIIIB yang mudah ditempa, mudah dibentuk, berwarna putih perak, dan mudah dimagnetisasi pada suhu normal. Dalam sistem periodik unsur, besi mempunyai nomor atom 26 dan massa atomnya 55,847 sma. Dalam bentuk senyawa, besi mempunyai bilangan oksidasi +2 dan +3. Logam besi terdapat dalam tiga bentuk, yaitu  $\alpha$ -iron (*alpha iron*),  $\gamma$ -iron (*gamma iron*) dan  $\delta$ -iron (*delta iron*). Perbedaan dari tiap bentuk besi tersebut adalah susunan atom-atom pada kisi kristalnya. Secara kimia, besi merupakan logam yang cukup aktif karena dapat bersenyawa dengan unsur-unsur lain, seperti unsur-unsur halogen (fluorin, klorin, bromin, iodin dan astatin), belerang, fosfor, karbon, oksigen dan silikon. Di alam, besi terdapat dalam bentuk senyawa-senyawa antara lain sebagai hematit (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), magnetit (Fe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>), pirit (FeS<sub>2</sub>), siderit (FeCO<sub>3</sub>).

Besi murni diperoleh dari proses elektroforesis dari larutan besi sulfat (Sunardi, 2006) Besi membentuk dua deret garam-garam yang penting, yaitu garam-garam besi (II) atau (*ferro*) yang diturunkan dari besi (II) oksida (FeO) dan garam-garam besi (III) atau (*ferri*). Garam besi (II) mengandung kation Fe<sup>2+</sup> dan berwarna sedikit hijau dalam larutan. Ion besi (II) merupakan zat pereduksi yang kuat dan mudah dioksidasikan menjadi besi (III) pada suasana netral atau basa, sedangkan garam besi (II) diturunkan dari besi (III) oksida (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Garam ini lebih stabil dibandingkan garam besi (II). Garam besi (III) mengandung kation Fe<sup>3+</sup> dan berwarna kuning muda, jika tereduksi ion besi (III) akan berubah menjadi besi (II). (Svehla, 1979)

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dari Pasir Besi Partikel nano magnetik Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> merupakan salah satu material nano yang telah banyak dikembangkan. Untuk berbagai aplikasi seperti *ferrogel*, penyerap gelombang radar, *shielding electromagnetic interference*, atau perangkat medis dalam *accupressure*. Dalam aplikasinya seringkali partikel nano magnetik berinteraksi dengan pemanasan baik yang langsung atau oleh lingkungan. Efek panas terhadap partikel ini akan mempengaruhi sifat magnetiknya, di sisi lain pemanasan pada suhu tinggi mengakibatkan terjadinya perubahan perilaku magnetik. Perubahan yang terjadi diakibatkan oleh perubahan

struktur pada susunan kristal ataupun fasanya. Tujuan pemanasan ini adalah untuk meneliti pembentukan fasa lain selain *magnetite*, yaitu *maghemite* ( $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ) dan *hematite* ( $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ). (Mashuri, 2007)

Pasir Besi merupakan salah satu sumber daya alam yang dapat dimanfaatkan agar memiliki nilai jual yang optimal. Pasir besi memiliki mineral-mineral magnetik seperti *magnetite* ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), *hematite* ( $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ) dan *maghemite* ( $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ). Ketiga mineral tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan magnet permanen. Pasir tersebut mengandung mineral magnetik berupa magnetit. Magnet ferit mempunyai sifat mekanik yang kuat dan tidak mudah terkorosi dengan tingkat kestabilan terhadap pengaruh medan luar serta temperatur yang cukup baik. Penelitian magnet permanen ferit yang telah banyak dikaji contohnya yaitu *barium hexaferrite* yang termasuk dalam ferit keras. (Afifah, 2014)

Mineral magnetik yang dikandung pasir besi diantaranya *magnetite* ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), *hematite* ( $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ), dan *maghemite* ( $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ) berpotensi untuk bahan industri, diantaranya sebagai pewarna serta campuran (*filler*) untuk cat, juga sebagai bahan dasar untuk magnet permanen. *Magnetite* digunakan sebagai bahan dasar tinta kering (*toner*) pada mesin *photocopy* dan *printer laser*. *Maghemite* adalah bahan utama untuk pita kaset. Setiap mineral magnetik mempunyai karakteristik atau sifat-sifat magnetik tertentu. Perbedaan sifat magnetik bergantung pada jenis mineral magnetik, bentuk dan ukuran bulirnya, serta dipengaruhi oleh keadaan domain bulir mineral magnetik tersebut. Mineral yang paling menonjol sifat magnetiknya dan paling banyak kelimpahannya adalah oksida besi-titanium (*Fe-Ti-Oxide*). Jenis mineral magnetik ini tersebar hampir di segala jenis batuan, terutama batuan beku sebagai batuan induk dari pasir besi (Fatni, 2013).

#### 2.4.5 Penggunaan Pigment $\text{TiO}_2$

Sebagian besar pigmen  $\text{TiO}_2$  digunakan untuk *paint* dan *coating* (43,9%), plastik (25%), *paper* (15,6%), sedang yang lainnya digunakan seperti katalis, keramik, tekstil, pelindung rantai, tinta, dll. Industri pelapis (*coating*) dan cat, kehadiran pigmen memungkinkan untuk melindungi material dengan adanya pelapis (*coating*). Dengan ketebalan yang sangat tipis, hanya beberap mikrometer

sehingga dapat melapisi keseluruhan substrat. Disamping itu pemakaian pigmen, khususnya digunakan sebagai formula warna, tidak hanya untuk menghasilkan warna putih tetapi juga sebagai penambahan pada warna lain untuk menghasilkan cakupan warna yang lebih besar. Pada industri ini, pigmen  $\text{TiO}_2$  *rutile* banyak digunakan untuk cat luar (*outdoor paint*) karena bersifat lebih reaktif dengan bahan pengikat pada cat yang terkena cahaya matahari daripada *anatase*. Dengan demikian *anatase* digunakan untuk pembuatan cat dalam (*indoor paint*).

Industri plastik, pigmen  $\text{TiO}_2$  *rutile* digunakan untuk berbagai aplikasi plastik, seperti pewarnaan lapisan plastik pembungkus dengan ketebalan lebih kecil dari 100  $\mu\text{m}$ . Karena sifatnya yang tak tembus cahaya, pigmen ini mampu menyerap radiasi ultraviolet dengan panjang gelombang 415 nm, sehingga dapat melindungi barang-barang yang dibungkus. Kandungan  $\text{TiO}_2$  untuk plastik biasanya sekitar 3-25 wt% dari hasil produksi. Industri kertas, pigmen  $\text{TiO}_2$  digunakan pada industri kertas karena bersifat tak tembus cahaya, juga dapat digunakan sebagai *filler* dan *coating*. Untuk keperluan ini pigmen  $\text{TiO}_2$  *anatase* lebih disukai karena lebih lembut dibanding *rutile* sehingga merusak terhadap mesin pembuatan kertas (Barbara, 1996).

## 2.5 Proses Peremukan

Proses peremukan (*crushing*) merupakan proses reduksi atau pengecilan ukuran biji material yang berukuran besar sekitar 50 mm-3 mm. Proses ini dilakukan dengan menggunakan alat peremuk (*crusher*). Dalam proses peremukan ini dikenal dua proses utama, yaitu proses peremukan tahap pertama dan peremukan tahap kedua. Dengan proses peremukan tahap pertama, ukuran mineral dapat direduksi hingga menjadi 25 mm. Alat yang digunakan pada proses ini diantara lain *jaw crusher* atau *gyratory crusher*. Proses selanjutnya adalah proses peremukan tahap kedua, dimana reduksi ukuran dilakukan dari 25 mm hingga mencapai 3 mm. Alat untuk proses ini antara lain *cone crusher*, *roll crusher*, dan *impact crusher* (Gaudin, 1989)

## 2.6 Proses Penggerusan

Proses penggerusan (*grinding*) merupakan proses reduksi atau pengecilan ukuran bijih atau material yang berukuran lebih halus. Proses penggerusan merupakan kelanjutan dari proses peremukan. Berdasarkan media penggerusannya proses ini dapat dibagi sebagai berikut:

1. *Ball mill*, media penggerus berupa bola baja atau keramik,
2. *Rod mill*, media penggerus berupa batang-batang baja,
3. *Pebble mill*, media penggerus berupa batuan yang keras,
4. *Autogeneous mill*, tanpa media penggerus atau media penggerusnya adalah biji itu sendiri,
5. *Semi-autogeneous mill*, media penggerusnya adalah biji itu sendiri ditambah bola-bola baja.

Dari kelima jenis alat di atas, *ball mill* lebih sering digunakan pada proses kominusi akhir hingga diperoleh ukuran partikel yang lebih halus. Hal ini disebabkan karena media penggerus yang berbentuk bola memiliki luas permukaan persatuan berat yang lebih besar daripada media batang pada *rod mill*. Tiga mekanisme proses penggerusan yaitu:

1. Tumbukan (*impact*) atau kompresi (*compression*), yaitu proses penggerusan dimana melibatkan gaya yang tegak lurus permukaan partikel,
2. *Chipping*, yaitu proses penggerusan dimana melibatkan gaya yang membentuk sudut dengan permukaan partikel,
3. Abrasi, yaitu proses penggerusan akibat adanya gaya gesekan pada permukaan partikel

Proses peremukan selalu digunakan dengan cara kering sedangkan proses penggerusan dilakukan dengan cara basah dan kering. Ada beberapa faktor penentuan dengan cara basah atau dengan cara kering (Kelly dan Spottiswood, 1982), yaitu:

1. Penggerusan dengan cara basah membutuhkan energi yang lebih rendah dibandingkan dengan cara kering.
2. Proses pengklasifikasian dengan cara basah lebih relatif lebih mudah dan memerlukan ruang/tempat yang lebih kecil dibandingkan dengan cara kering.

3. Proses penggerusan dengan cara basah lebih ekonomis karena tidak memerlukan dust collector dan tidak adanya proses pengeringan terlebih dahulu.
4. Korosi sering terjadi untuk penggerusan dengan cara basah sehingga proses ini diperlukan konsumsi media gerus dan bahan pelapis yang lebih banyak.

## 2.7 Proses Pengayakan

Pengayakan merupakan pemisahan berbagai campuran partikel padatan yang mempunyai berbagai ukuran bahan dengan menggunakan ayakan. Proses pengayakan juga digunakan sebagai alat pembersih, pemisah kontaminan yang ukurannya berbeda dengan bahan baku. Pengayakan memudahkan kita untuk mendapatkan pasir dengan ukuran yang seragam. Pengayakan dapat didefinisikan sebagai suatu metode pemisahan berbagai campuran partikel padat sehingga didapat ukuran partikel yang seragam serta terbebas dari kontaminan yang memiliki ukuran yang berbeda dengan menggunakan alat pengayakan. Pengayakan yaitu pemisahan bahan berdasarkan ukuran mesin kawat ayakan, bahan yang mempunyai ukuran lebih kecil dari diameter mesin akan lolos dan bahan yang mempunyai ukuran lebih besar akan tertahan pada permukaan kawat ayakan. Bahan-bahan yang lolos melewati lubang ayakan mempunyai ukuran yang seragam dan bahan yang tertahan akan melewati ayakan selanjutnya untuk dilakukan pengayakan ulang. (Suharto, 1998).

## 2.8 Proses *Leaching*

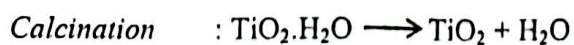
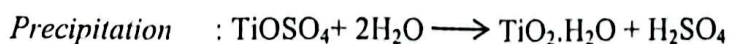
*Leaching* atau ekstraksi padat cair merupakan proses pemisahan zat yang dapat melarut (solut) dari suatu campurannya dengan padatan yang tidak dapat larut (*inert*) dengan menggunakan pelarut cair. *Leaching* merupakan suatu proses pencucian material dengan menggunakan asam kuat yaitu asam sulfat (Zulfalina dan Manaf, 2004) maupun asam klorida (Rayhana dan Manaf, 2012). *Leaching* merupakan proses ekstraksi padat/cair untuk memisahkan suatu senyawa kimia yang diinginkan dari senyawa kimia lain atau pengotor dari padatan ke dalam cairan (Natziger dan Gupta, 1987). Menurut Zhang (2011), metode yang

digunakan untuk meningkatkan kemurnian titanium dioksida diantaranya adalah proses *leaching* dengan sulfat atau proses Becher, proses *leaching* klorida. Proses *leaching* pada umumnya memerlukan suhu yang tinggi karena daya larut akan naik seiring dengan naiknya suhu (Sediawan, 1998). Proses *leaching ilmenite* dilakukan dengan metode *hydrometallurgy*. *Hydrometallurgy* adalah suatu proses pengolahan logam dari bijinya menggunakan pelarut kimia untuk melarutkan partikel tertentu. Proses ini terdiri dari *leaching*, pemurnian dan *recovery* logam (Kamberovic, 2009).

Pemurnian *ilmenite* mempunyai keuntungan yang lebih karena menghasilkan pigmen  $\text{TiO}_2$  dan hasil samping proses yang berupa  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  dapat menjadi pigmen warna merah. Proses pelarutan dengan menggunakan asam dilakukan karena dapat dengan mudah melarutkan zat dalam *ilmenite*. Asam yang dapat digunakan untuk pelarutan *ilmenite* adalah HCl (proses klorida) (Rayhana dan Manaf, 2012) dan menggunakan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (proses sulfat) (Zulfalina dan Manaf, 2004). Beberapa peneliti telah menggunakan konsentrasi asam yang lebih rendah dalam upaya yang dapat meningkatkan penggunaan kembali limbah asam (Sasikumar, 2004).

## 2.9 Proses Sulfat

Pada tahun 1918, proses sulfat ini dikembangkan oleh Jebsen di Norway (Simon dan Alex, 2007). *Ilmenite* dilarutkan dalam larutan asam sulfat dan kemudian nantinya akan membentuk larutan titanium sulfat. Larutan titanium sulfat dimurnikan lebih lanjut dan dilakukan hidrolisis untuk menghasilkan  $\text{TiO}_2$  (Liang, 2005). Penggunaan asam sulfat dapat memutuskan ikatan  $\text{FeTiO}_3$  membentuk  $\text{FeSO}_4$  (Zulfalina dan Manaf, 2004). Pada proses sulfat, berikut merupakan prediksi reaksi-reaksinya :



*Digestion* adalah proses pemecahan suatu substansi dengan perlakuan pemanasan dan pelarutan dengan air secara kimiawi. Larutan dengan asam sulfat

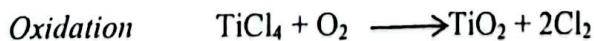
dilakukan pada suhu 110°C-120°C, namun agar proses *digestion* dapat berlangsung maka perlu ditambahkan serbuk besi dalam larutan. Hal ini karena  $\text{Fe}^{3+}$  dalam *ilmenite* ( $\text{FeTiO}_3$ ) bisa menjadi  $\text{Fe}^{2+}$  sehingga mudah larut dalam asam sulfat membentuk *iron sulphate* ( $\text{FeSO}_4$ ). Jika keadaan proses *digestion* dapat berlangsung, maka akan didapat fasa *slurry*. Fasa ini merupakan hasil reaksi dari proses *digestion* dan dipengaruhi oleh penggunaan asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) dengan konsentrasi yang tepat.

*Precipitation* adalah proses pembentukan endapan dari suspensi yang terjadi sangat cepat sebagai hasil reaksi kimia. Ekstrak berupa  $\text{TiO} \cdot \text{SO}_4$  dipisahkan dari larutan, lalu diendapkan melalui proses *precipitation* pada suhu 90-110 °C. Endapan yang dihasilkan dari proses ini berupa  $\text{TiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ .

*Calcination* adalah proses pemanasan dibawah titik lebur suatu material dengan maksud untuk memindahkan komponen material dari material induknya. Endapan berupa  $\text{TiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  selanjutnya dikalsinasi pada temperatur 1000 °C untuk mendapatkan pigmen  $\text{TiO}_2$ . Titanium dioksida ( $\text{TiO}_2$ ) yang dihasilkan setelah proses kalsinasi bisa terdapat dalam bentuk *anatase* atau *rutile*. Beberapa literatur menyatakan  $\text{TiO}_2$  yang dihasilkan oleh proses ini umumnya pigmen  $\text{TiO}_2$  *anatase*.

## 2.10 Proses Klorida

Proses klorida dikembangkan untuk menghasilkan pigmen  $\text{TiO}_2$  pada tahun 1954 oleh DuPont. Proses ini menghasilkan  $\text{TiO}_2$  rutil. Reaksi yang terjadi pada proses klorida adalah:



Proses klorida memerlukan *raw material* (bahan baku) dengan kandungan titanium yang tinggi dan *iron* yang rendah. Terutama mineral *rutile* (95%  $\text{TiO}_2$ ). *Ilmenite* (55-70%  $\text{TiO}_2$ ) juga dapat digunakan, akan tetapi sebelumnya kandungan  $\text{TiO}_2$  harus ditingkatkan menjadi rutil sintetik (Welham, 1998).

Biji dicampur dengan arang (*coke*), diklorinasi pada temperatur 900°C. Produk utama adalah *titanium tetrachloride*,  $\text{TiCl}_4$  (bentuk gas),  $\text{TiCl}_4$  dikondensasi dan distilasi. Dengan demikian hampir seluruh pengotornya dipisahkan sebagai padatan.  $\text{TiCl}_4$  dicampur dengan oksigen pada temperatur

diatas 1000°C. Produk titanium dioksida dinetralkan dengan pencucian dalam larutan asam atau alkali. Proses ini akan menghasilkan pigmen TiO<sub>2</sub> rutil (Douglas, 1974). Proses klorida menghasilkan produk akhir TiO<sub>2</sub> dengan kemurnian yang tinggi dan tidak ada produk buangan utama yang dihasilkan. Kekurangannya adalah membutuhkan *raw material* dengan impuritas dibawah 5%, sedangkan proses sulfat dapat diproses dengan impuritas pada *raw material* antara 30-50%.

## 2.11 Perlengkapan Penelitian

### 2.11.1 Asam Sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)

Asam Sulfat atau H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, merupakan asam mineral (anorganik) yang kuat. Zat ini larut dalam air pada semua perbandingan. Asam sulfat mempunyai banyak kegunaan dan merupakan salah satu produk utama industri kimia. Produksi dunia asam sulfat pada tahun 2001 adalah 165 juta ton, dengan nilai perdagangan seharga US\$8 juta. Kegunaan utamanya termasuk pemrosesan bijih mineral, sintesis kimia, pemrosesan air limbah dan pengilangan minyak.

Sifat-sifat asam sulfat yang korosif diperburuk oleh reaksi eksotermiknya dengan air. Luka bakar akibat asam sulfat berpotensi lebih buruk daripada luka bakar akibat asam kuat lainnya, hal ini dikarenakan adanya tambahan kerusakan jaringan dikarenakan dehidrasi dan kerusakan termal sekunder akibat pelepasan panas oleh reaksi asam sulfat dengan air.

Bahaya akan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi asam sulfat. Namun, bahkan asam sulfat encer (sekitar 1 M, 10%) akan dapat mendehidrasi kertas apabila tetesan asam sulfat tersebut dibiarkan dalam waktu yang lama. Oleh karenanya, larutan asam sulfat yang sama atau lebih dari 1,5 M diberi label "corrosive" (korosif), manakala larutan lebih besar dari 0,5 M dan lebih kecil dari 1,5 M diberi label "irritant" (iritan). Asam sulfat berasap (oleum) tidaklah dianjurkan untuk digunakan dalam sekolah oleh karena bahaya keselamatannya yang sangat tinggi.

Sifat Kimia dari asam sulfat antara lain:

Rumus : H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

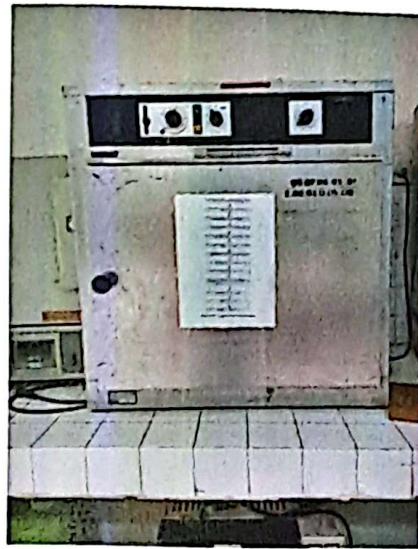
Massa molar : 98,079 g/mol  
Kepadatan : 1,84 g/cm<sup>3</sup>  
Nama IUPAC : *Sulfuric acid*  
Titik didih : 638,6°F (337°C)  
Titik lebur : 50°F (10°C)  
Klasifikasi : Asam-asam sulfat (Wikipedia, 2016).

### 2.11.2 Akuades

Aquades adalah air hasil destilasi / penyulingan sama dengan air murni atau H<sub>2</sub>O, karena H<sub>2</sub>O hampir tidak mengandung mineral. Sedangkan air mineral adalah pelarut yang universal. Oleh karena itu air dengan mudah menyerap atau melarutkan berbagai partikel yang ditemuinya dan dengan mudah menjadi tercemar. Dalam siklusnya di dalam tanah, air terus bertemu dan melarutkan berbagaimineral anorganik, logam berat dan mikroorganisme. Jadi, air mineral bukan aquades (H<sub>2</sub>O) karena mengandung banyak mineral.

### 2.11.3 Oven

Oven adalah suatu peralatan yang berfungsi untuk memanaskan ataupun mengeringkan. Biasanya digunakan untuk mengeringkan peralatan gelas laboratorium, zat-zat kimia maupun pelarut organik. Dapat pula digunakan untuk mengukur kadar air. Tidak semua alat gelas dapat dikeringkan di dalam oven, hanya alat gelas dengan spesifikasi tertentu saja yang dapat dikeringkan dengan oven yaitu alat gelas dengan ketelitian rendah. Oven juga merupakan alat sterilisasi menggunakan udara kering bertemperatur tinggi. Oven termasuk alat sterilisasi secara fisik karena menggunakan suhu dan tekanan



**Gambar II.6 Oven**

(Sumber: Balai Besar Kimia dan Kemasan, 2017)

### 2.11.3 *Ball Mill*

*Ball Mill* adalah suatu jenis mesin yang penggiling atau mesin gerinding yang berfungsi dan digunakan untuk menggiling suatu bahan material keras menjadi bubuk yang sangat halus. Mesin ini biasanya digunakan dalam proses pembuatan cat, keramik, semen, kembang api, batu bara, pigmen, felspar untuk tembikar, dan serbuk laser untuk mesin cetak 3D. Cara kerjanya dengan berputarnya grinding bola pada mesin yang berfungsi untuk menghancurkan material yang berada dalam wadah *ball mill*. Material yang dimasukkan ke dalam mesin ini akan ditumbuk berkali-kali oleh putaran mesin yang keras oleh bola-bola pada mesin tersebut. Di ball mill inilah material keras dihancurkan menjadi bubuk halus.



**Gambar II.7 Ball Mill**

(Sumber: Balai Besar Kimia dan Kemasan, 2017)

#### 2.11.4 Ayakan

Ayakan atau saringan adalah suatu alat yang digunakan untuk memisahkan bagian yang tidak diinginkan berdasarkan ukurannya, dari dalam bahan curah dan bubuk yang memiliki ukuran partikel kecil dan bahan adonan atau campuran lainnya. Pada pemilihan ayakan yang akan digunakan, perlu diperhatikan ukuran dan bentuk lubang ayakan yang harus lebih kecil daripada ukuran partikel yang akan di pisahkan.



**Gambar II.8 Ayakan**

(Sumber: Balai Besar Kimia dan Kemasan, 2017)

Tujuan dari proses pengayakan ini adalah:

1. Mempersiapkan produk umpan (feed) yang ukurannya sesuai untuk beberapa proses berikutnya.
2. Mencegah masuknya mineral yang tidak sempurna dalam peremukan (*Primary crushing*) atau *oversize* ke dalam proses pengolahan berikutnya, sehingga dapat dilakukan kembali proses peremukan tahap berikutnya (*secondary crushing*).
3. Untuk meningkatkan spesifikasi suatu material sebagai produk akhir.
4. Mencegah masuknya undersize ke permukaan. Pengayakan biasanya dilakukan dalam keadaan kering untuk material kasar, dapat optimal sampai dengan ukuran (10 mesh). (Taggart,1927)

Analisis hasil ayakan berupa fraksi sampel yang lolos dari bidang ayakan terhadap sampel yang diayak. Analisis tersebut diberikan dalam bentuk basis kumulatif dari setiap persentase sampel yang tidak lolos pada masing-masing *screen*. Ukuran ayakan sudah tertentu dan dinyatakan dalam satu mesh. Mesh adalah satuan untuk menyatakan banyaknya lubang ayakan dalam satu inchi panjang linier. Misalnya ukuran ayakan 100 mesh, artinya terdapat 100 lubang ayakan dalam satu inchi panjang linier. Konversi ukuran mesh pada ayakan- $\mu\text{m}$  pada ayakan ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

**Tabel II.2** Konversi Ukuran Ayakan Mesh- $\mu\text{m}$

Ukuran Ayakan			
Standar ASTM			Standar Tyler
(mm)	( $\mu\text{m}$ )	(mesh)	(mesh)
0,850	850	20	20
0,710	710	25	24
0,500	500	35	32
0,425	425	40	35
0,300	300	50	48
0,212	212	70	65
0,150	150	100	100
0,106	106	140	150
0,075	75	200	200
0,045	45	325	325

(Sumber: Kelly dan Spotiswood,1982)

### 2.11.5 Furnace

*Furnace* atau juga sering disebut dengan tungku pembakaran adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk pemanasan. Nama itu berasal dari bahasa latin Fornax, oven. Kadang-kadang orang juga menyebutnya dengan kiln. *Furnace* sendiri sering di analogikan dengan furnace sebagai keperluan industri yang digunakan untuk banyak hal, seperti pembuatan keramik, ekstraksi logam dari bijih (*smelting*) atau di kilang minyak dan pabrik kimia lainnya, misalnya sebagai sumber panas untuk kolom distilasi fraksional.

*Furnace* yang digunakan pada penelitian ini menggunakan jenis *muffle furnace*. *Muffle furnace* adalah tungku dimana bahan subyek dan semua produk pembakaran termasuk gas dan abu terisolasi dari bahan bakar. Setelah pengembangan pemanas listrik temperatur tinggi dengan elemen dan elektrifikasi yang berkembang di negara-negara maju, *muffle furnace* dengan cepat berubah ke listrik. Saat ini, *muffle furnace* biasanya berupa sebuah front-loading kotak-jenis oven atau kiln untuk aplikasi suhu tinggi seperti kaca sekering, menciptakan lapisan enamel, keramik dan barang solder dan mematri. *Muffle furnace* juga digunakan dalam banyak penelitian, misalnya oleh ahli kimia untuk menentukan berapa proporsi sampel yang mudah terbakar dan non-volatile. jenis Vecstar, sekarang bisa menghasilkan kerja suhu sampai 1800 derajat Celcius, yang memfasilitasi aplikasi metalurgi lebih canggih. *Muffle furnace* yang panjang juga dapat digunakan untuk memanaskan benda yang dibangun di banyak prinsip yang sama dengan jenis kiln kotak tersebut, bentuk tabung hampa panjang, lebar, dan tipis yang digunakan dalam *roll* untuk menggulung proses manufaktur. Kedua *furnace* yang disebutkan di atas biasanya dipanaskan sampai suhu yang diinginkan untuk konduksi, konveksi, atau radiasi dan hambatan listrik dari elemen pemanas. Oleh karena itu biasanya tidak ada pembakaran yang terlibat dalam kontrol suhu sistem, yang memungkinkan untuk kontrol jauh lebih besar keseragaman suhu dan menjamin isolasi bahan yang dipanaskan dari produk sampingan pembakaran bahan bakar.

Sebuah *muffle furnace*, digunakan untuk anil, pengerasan, dan tempering; panas yang diperoleh dengan minyak, yang terkandung dalam tangki A, dan

disimpan di bawah tekanan oleh pemompaan pada suatu interval dengan gagang kayu, sehingga bila katup B dibuka minyak yang menguap dengan lewat melalui kumparan pemanas di pintu masuk tungku, dan ketika dinyalakan akan membakar api gas. Kemudian masuk ke dalam tungku C melalui dua lubang, dan memutar di bawah D dan di meredam D, berdiri di slab clay tahan api. Pintu ini ditutup oleh dua blok clay tahan api di E. A suhu lebih dari 2000 °F dapat diperoleh dalam tungku dari ruang ini, dan panas yang memang di bawah kendali yang sempurna (Wikipedia, 2017).



**Gambar II.9** *Furnace*

(Sumber: Balai Besar Kimia dan Kemasan, 2017)

#### 2.11.6 Spektrofotometer

Spektrofotometri sesuai dengan namanya adalah alat yang terdiri dari spektrometer dan fotometer. Spektrofotometer menghasilkan sinar dari spectrum dengan panjang gelombang tertentu dan fotometer adalah alat pengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan atau diabsorpsi. Jadi spektrofotometer digunakan untuk mengukur energy relatif jika energy tersebut ditransmisikan, direfleksikan atau diemisikan sebagai fungsi panjang gelombang. Kelebihan spektrofotometer dengan fotometer adalah panjang gelombang dari sinar putih dapat lebih di deteksi dan cara ini diperoleh dengan alat pengurai seperti prisma, grating atau

celah optis. Pada fotometer filter dari berbagai warna yang mempunyai spesifikasi melewati trayek pada panjang gelombang tertentu (Gandjar, 2007)

Spektrum elektromagnetik dibagi dalam beberapa daerah cahaya. Suatu daerah akan diabsorpsi oleh atom atau molekul dan panjang gelombang cahaya yang diabsorpsi dapat menunjukkan struktur senyawa yang diteliti. Spektrum elektromagnetik meliputi suatu daerah panjang gelombang yang luas dari sinar gamma gelombang pendek berenergi tinggi sampai pada panjang gelombang mikro (Marzuki Asnah, 2012)

Spektrum absorpsi dalam daerah-daerah ultra ungu dan sinar tampak umumnya terdiri dari satu atau beberapa pita absorpsi yang lebar, semua molekul dapat menyerap radiasi dalam daerah UV-tampak. Oleh karena itu mereka mengandung electron, baik yang dipakai bersama atau tidak, yang dapat dieksitasi ke tingkat yang lebih tinggi. Panjang gelombang pada waktu absorpsi terjadi tergantung pada bagaimana erat elektron terikat di dalam molekul. Elektron dalam satu ikatan kovalen tunggal erat ikatannya dan radiasi dengan energy tinggi, atau panjang gelombang pendek, diperlukan eksitasinya (Wunas, 2011)

Keuntungan utama metode spektrofotometri adalah bahwa metode ini memberikan cara sederhana untuk menetapkan kuantitas zat yang sangat kecil. Selain itu, hasil yang diperoleh cukup akurat, dimana angka yang terbaca langsung dicatat oleh detector dan tercetak dalam bentuk angka digital ataupun grafik yang sudah diregresikan (Yahya S, 2013). Secara sederhana instrument spektrofotometri yang disebut spektrofotometer terdiri dari :

**Sumber cahaya – monokromatis – sel sampel – detector- read out**

**Fungsi masing-masing bagian :**

1. Sumber sinar polikromatis berfungsi sebagai sumber sinar polikromatis dengan berbagai macam rentang panjang gelombang.
2. Monokromator berfungsi sebagai penyeleksi panjang gelombang yaitu mengubah cahaya yang berasal dari sumber sinar polikromatis menjadi cahaya monokromatis. Pada gambar di atas disebut sebagai pendispersi atau penyebar cahaya. dengan adanya pendispersi hanya satu jenis cahaya atau cahaya dengan

panjang gelombang tunggal yang mengenai sel sampel. Pada gambar di atas hanya cahaya hijau yang melewati pintu keluar.

3. Sel sampel berfungsi sebagai tempat meletakkan sampel

- UV, VIS dan UV-VIS menggunakan kuvet sebagai tempat sampel. Kuvet biasanya terbuat dari kuarsa atau gelas, namun kuvet dari kuarsa yang terbuat dari silika memiliki kualitas yang lebih baik. Hal ini disebabkan yang terbuat dari kaca dan plastik dapat menyerap UV sehingga penggunaannya hanya pada spektrofotometer sinar tampak (VIS). Kuvet biasanya berbentuk persegi panjang dengan lebar 1 cm.
- IR, untuk sampel cair dan padat (dalam bentuk pasta) biasanya dioleskan pada dua lempeng natrium klorida. Untuk sampel dalam bentuk larutan dimasukkan ke dalam sel natrium klorida. Sel ini akan dipecahkan untuk mengambil kembali larutan yang dianalisis, jika sampel yang dimiliki sangat sedikit dan harganya mahal.

4. Detektor berfungsi menangkap cahaya yang diteruskan dari sampel dan mengubahnya menjadi arus listrik. Macam-macam detector yaitu Detektor foto (*Photo detector*), Photocell, misalnya CdS, Phototube, Hantaran foto, Dioda foto, Detektor panas

5. *Read out* merupakan suatu sistem baca yang menangkap besarnya isyarat listrik yang berasal dari detector. Adapun hal-hal yang harus diperhatikan dalam spektrofotometri adalah :

- a. Pada saat pengenceran alat alat pengenceran harus betul-betul bersih tanpa adanya zat pengotor
- b. Dalam penggunaan alat-alat harus betul-betul steril
- c. Jumlah zat yang dipakai harus sesuai dengan yang telah ditentukan
- d. Dalam penggunaan spektrofotometri uv, sampel harus jernih dan tidak keruh
- e. Dalam penggunaan spektrofotometri uv-vis, sampel harus berwarna.

Faktor-faktor yang sering menyebabkan kesalahan dalam menggunakan spektrofotometer dalam mengukur konsentrasi suatu analit:

1. Adanya serapan oleh pelarut. Hal ini dapat diatasi dengan penggunaan blangko, yaitu larutan yang berisi selain komponen yang akan dianalisis termasuk zat pembentuk warna.
2. Serapan oleh kuvet. Kuvet yang ada biasanya dari bahan gelas atau kuarsa, namun kuvet dari kuarsa memiliki kualitas yang lebih baik.
3. Kesalahan fotometrik normal pada pengukuran dengan absorbansi sangat rendah atau sangat tinggi, hal ini dapat diatur dengan pengaturan konsentrasi, sesuai dengan kisaran sensitivitas dari alat yang digunakan (melalui pengenceran atau pemekatan).(Sri Suyono, 2013).

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

#### 3.1.1. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2016/2017 yaitu pada tanggal 1 Maret sampai 18 Agustus 2017.

#### 3.1.2. Tempat Penelitian

Penelitian ini bertempat di Balai Besar Kimia dan Kemasan yang berlokasi di Jalan Balai Kimia No.1, RT.7/RW.9, Pekayon, Pasar Rebo, Kota Jakarta Timur, DKI Jakarta 13710, Indonesia. Lokasi tersebut dipilih karena memiliki semua aspek pendukung agar penelitian berlangsung dengan baik.

### 3.2 Alat dan Bahan

Untuk mendukung proses penelitian dapat berjalan dengan baik diperlukan alat dan bahan sebagai berikut:

#### 3.1.1. Alat

- |                        |                                       |
|------------------------|---------------------------------------|
| 1. <i>Furnace</i>      | 12. Spatula                           |
| 2. <i>Oven</i>         | 13. Statif & Klem                     |
| 3. <i>Sieve shaker</i> | 14. Gelas Ukur                        |
| 4. <i>Ball mill</i>    | 15. Corong kaca                       |
| 5. Reaktor gelas       | 16. Cawan petri                       |
| 6. Erlenmeyer          | 17. Pipet gondok & <i>bulb filler</i> |
| 7. Gelas kimia         | 18. Neraca analitik                   |
| 8. Labu ukur           | 19. <i>Mortar pastle</i>              |
| 9. Labu leher tiga     | 20. Botol semprot                     |
| 10. Buret              | 21. Kertas saring whatman             |
| 11. Spektrofotometer   |                                       |

#### 3.1.2. Bahan

- |                    |                |
|--------------------|----------------|
| 1. <i>Ilmenite</i> | 2. Asam sulfat |
|--------------------|----------------|

3. *Aquadest*
4. KI
5. TiO
6. NH<sub>4</sub>OH
7. (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO
8. NaHCO<sub>3</sub>
9. HCl

### 3.3 Variabel

Variabel dalam penelitian *leaching* asam ini meliputi variabel tetap dan variabel bebas

#### 3.3.1 Variabel Tetap

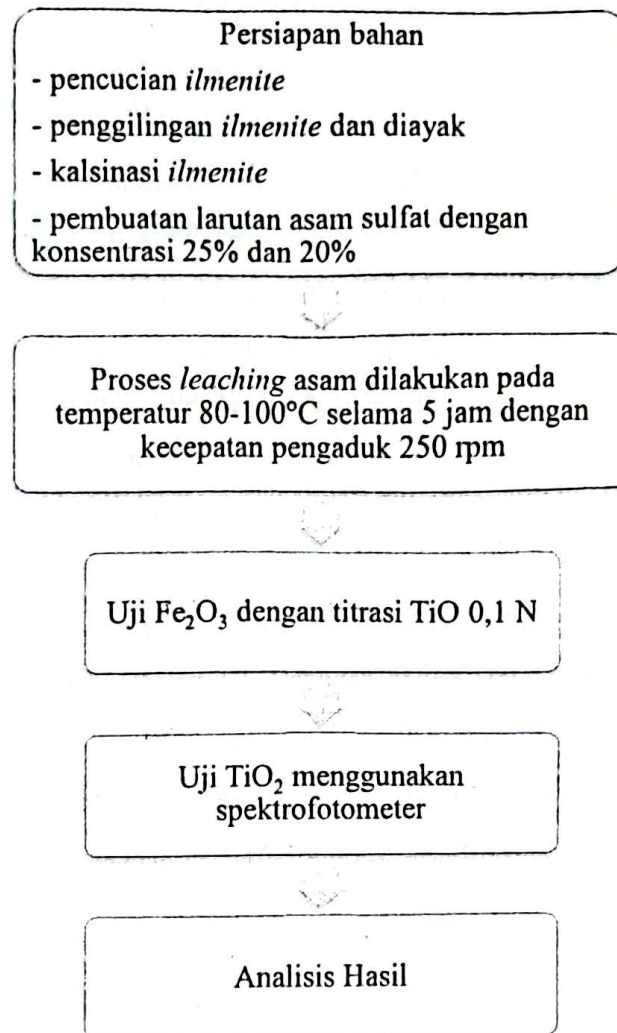
Variabel Tetap adalah variabel yang dibuat tidak berubah selama penelitian berlangsung. Variabel tetap dalam penelitian ini adalah waktu *leaching* (5 jam), kecepatan pengaduk (250 rpm) dan temperatur *leaching* (80±5°C).

#### 3.3.2 Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang menyebabkan atau mempengaruhi, yaitu faktor-faktor yang diukur, dimanipulasi, atau dipilih oleh peneliti untuk menentukan hubungan antara fenomena yang diobservasi atau diamati. Variabel bebas yang digunakan yaitu konsentrasi asam sulfat (20% dan 25%) dan jumlah *leaching* (5 kali).

### 3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur dalam pengambilan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan TiO<sub>2</sub> dalam *ilmenite* dapat dijabarkan seperti tahap-tahap berikut ini:



Gambar III.1 Diagram Alir Pengambilan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan TiO<sub>2</sub>

#### 3.4.1 Persiapan Bahan Utama *Ilmenite*

Cara kerja persiapan bahan utama *ilmenite*

1. Ditimbang *ilmenite* sebanyak 400 gram
2. Dilakukan pencucian *ilmenite* dengan *aquadest* sebanyak 3 kali.
3. Dikeringkan *ilmenite* di *oven* (100 °C selama 3 jam)
4. Dilakukan penggilingan *ilmenite* di *ballmill* dengan kecepatan 350 rpm.
5. Diayak di *sieve shaker*
6. Dikalsinasi *ilmenite* di *furnace* (900 °C selama 2 jam)

### 3.4.2 Pembuatan $\text{H}_2\text{SO}_4$ 25% 1000 ml

$\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat = 98%

Cara kerja pembuatan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  20% 1000 ml adalah sebagai berikut:

1. Disiapkan labu ukur 1000 ml, diisikan dengan *aquadest* secukupnya
2. Diambil secara teliti 255 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat dari ruang asam
3. Dituangkan secara perlahan ke dalam labu ukur sedikit demi sedikit
4. Ditepatkan dengan *aquadest* sampai tanda tera 1000 ml
5. Ditutup dan dihomogenkan

### 3.4.3 Pembuatan $\text{H}_2\text{SO}_4$ 20% 1000 ml

$\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat = 98%

Cara kerja pembuatan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  20% 1000 ml adalah sebagai berikut:

1. Disiapkan labu ukur 1000 ml, diisikan dengan *aquadest* secukupnya
2. Diambil secara teliti 204 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat dari ruang asam
3. Dituangkan secara perlahan ke dalam labu ukur sedikit demi sedikit
4. Ditepatkan dengan *aquadest* sampai tanda tera 1000 ml
5. Ditutup dan dihomogenkan

### 3.4.4 Proses *Leaching* Asam Sulfat

Prosedur *leaching* asam sulfat yang dilakukan pada penelitian ini adalah:

1. Disiapkan 2 buah labu leher tiga bervolume 1000 ml, diisikan dengan larutan asam sulfat 20% dan 25%
2. Dipanaskan diatas *hotplate* yang dilengkapi dengan kondensor dan *stirrer* hingga mencapai suhu  $80^\circ\text{C}$
3. Dimasukkan *ilmenite* secara perlahan dan sedikit demi sedikit. Sebanyak masing-masing 200 gram
4. Dilakukan *leaching* asam selama 4 jam
5. Dilakukan proses *leaching* 4-5 kali
6. Dilakukan perlakuan penyaringan
7. Dimasukkan ke dalam erlenmeyer untuk dilakukan pengujian  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  dan  $\text{TiO}_2$

Langkah pengujian  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  adalah sebagai berikut:

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Penelitian

Data yang didapatkan pada penelitian ini berupa hasil pengujian  $\text{TiO}_2$  dan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  pada pasir *ilmenite* melalui proses *leaching* asam. Pengujian telah dilakukan pada pasir *ilmenite* dengan variasi konsentrasi pada proses *leaching* asam, yaitu 25% asam sulfat dan 20% asam sulfat. *Leaching* asam dilakukan pada labu leher tiga yang dipanaskan menggunakan *hotplate* dan stirrer selama 4 jam dengan suhu yang dijaga  $80^\circ\text{C}$ . Perlakuan *leaching* asam 25% dan 20% pada pasir *ilmenite* tersebut, kemudian uji  $\text{TiO}_2$  dengan spektrofotometer dan uji  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  dengan titrasi  $\text{TiO}$  0,1N.

Tabel V.1 Deret Standar Absorben

No	Konsentrasi ( $\frac{\text{mg}}{\text{l}}$ )	Absorben
1.	0	0,010
2.	20	0,027
3.	40	0,031
4.	50	0,046
5.	60	0,054
6.	80	0,088

Panjang gelombang yang digunakan untuk melakukan analisis adalah panjang gelombang dimana suatu zat memberikan penyerapan paling tinggi yang disebut  $\lambda_{\text{maks}}$ . Hal ini disebabkan jika pengukuran dilakukan pada panjang gelombang yang sama, maka data yang diperoleh makin akurat atau kesalahan yang muncul makin kecil.

Berdasarkan hukum Beer absorbansi akan berbanding lurus dengan konsentrasi, karena  $b$  atau  $l$  harganya 1 cm dapat diabaikan dan  $\epsilon$  merupakan suatu tetapan. Artinya konsentrasi makin tinggi maka absorbansi yang dihasilkan makin tinggi, begitupun sebaliknya konsentrasi makin rendah absorbansi yang dihasilkan makin rendah. Dalam penelitian kali ini sesuai dengan hukum Lambert Beer, larutan standar memiliki nilai absorben tinggi dengan semakin tingginya

kosentrasi larutan standar. Dalam penelitian ini juga semakin tinggi kosentrasi larutan standar, maka semakin tinggi nilai absorben.

**Tabel IV.2** Absorban *Leaching* Asam Sulfat 25% dan 20% Pada Spektrofotometer

No.	Sampel	Absorban
1.	<i>Leaching</i> 25% 1x	0,066
2.	<i>Leaching</i> 25% 2x	0,043
3.	<i>Leaching</i> 25% 3x	0,051
4.	<i>Leaching</i> 25% 4x	0,038
5.	<i>Leaching</i> 25% 5x	0,029
6.	<i>Leaching</i> 20% 1x	0,061
7.	<i>Leaching</i> 20% 2x	0,048
8.	<i>Leaching</i> 20% 3x	0,039
9.	<i>Leaching</i> 20% 4x	0,029

Prinsip kerja spektrofotometri uv-vis adalah interaksi yang terjadi antara energi yang berupa sinar monokromatis dari sumber sinar dengan materi yang berupa molekul. Besar energi yang diserap tertentu dan menyebabkan elektron tereksitasi dari tingkat energi dasar ke tingkat energi yang lebih tinggi. Warna kontras komplementer yang diserap oleh spektrofotometer dalam bentuk cahaya monokromatik, yakni dua warna yang saling bersebrangan (memiliki sudut 180) dengan kontras yang paling kuat (Goethe 1995). Prinsip kerja spektrofotometri berdasarkan hukum Lambert Beer, bila cahaya monokromatik ( $I_0$ ) melalui suatu media maka sebagian cahaya tersebut diserap ( $I_a$ ) sebagian dipantulkan ( $I_r$ ) dan sebagian lagi dipancarkan ( $I_t$ ). Selain itu, spektrofotometer UV-Vis didasarkan pada fenomena penyerapan sinar oleh spesi kimia tertentu didaerah sinar ultra violet (UV) dan sinar tampak (*visible*) (Huda 2001).

Pengukuran panjang gelombang dari larutan standar pada penelitian kali ini menunjukkan bahwa panjang maksimum larutan standar sebesar 80 ppm dan nilai absorben 0,088. Sedangkan dari literatur yang didapatkan, menurut Widihati (2011) panjang gelombang maksimum dari larutan standar 2 ppm adalah 664 nm dengan absorben sebesar 0,388. Perbedaan tersebut bisa saja disebabkan oleh adanya kotoran atau lemak minyak yang terdapat pada kuvet maupun larutan yang

digunakan. Kurva standar merupakan standar dari sampel yang dapat digunakan sebagai acuan untuk sampel tersebut pada percobaan. Pembuatan kurva standar bertujuan mengetahui hubungan antara konsentrasi larutan dengan nilai absorbansinya sehingga konsentrasi sampel dapat diketahui. Terdapat dua metode untuk membuat kurva standar yaitu metode grafik dan metode *least square* (Day dan Underwood 2002). Larutan standar adalah larutan yang mempunyai nilai yang sudah disertifikasi, jika ingin menganalisa larutan standar maka hasilnya harus sesuai atau mendekati nilai yang tertera di sertifikat pada larutan standar tersebut. Sedangkan blanko adalah metode untuk mengetahui nilai kosong suatu media atau vessel sebelum dilakukan analisa sampel, dan nantinya dalam metode analisa sampel hasilnya akan dikurangi dengan nilai blanko (Basset 1994).

Semakin banyak jumlah zat terlarut dalam larutan maka akan mengakibatkan konsentrasi dan absorbansinya semakin besar. Penentuan konsentrasi larutan standar dapat dilakukan melalui fungsi absorbansi dan persamaan kurva standar. Larutan sampel yang kotor dan kuvet yang dilekati lemak minyak akan menghasilkan hasil pengukuran yang kurang tepat. Jika hasil persamaan jauh berbeda dengan konsentrasi kurva standar, maka akan menyebabkan kemiringan grafik hubungan antara konsentrasi dan absorbansi pada kurva standar akan sangat curam.

Penggunaan spektrofotometer haruslah sesuai dengan prosedur yang ada. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penggunaan spektrofotometer yakni Pembentukan molekul yang dapat menyerap sinar UV-Vis, cara ini biasa digunakan untuk pengukuran hasil reaksi atau pembentukan warna. Tujuannya adalah mengetahui waktu pengukuran yang stabil. Waktu operasional ditentukan dengan mengukur hubungan antara waktu pengukuran dengan absorbansi larutan. Kemudian *pemilihan panjang gelombang*. Panjang gelombang yang digunakan untuk analisis kuantitatif adalah panjang gelombang yang mempunyai absorbansi maksimal (Silalahi 2010).

**Tabel IV.3** Volume Titration *Leaching* Asam Sulfat 25% Dan 20%  
Menggunakan TiO 0,1N

No.	Sampel	Volume Titration (ml)
1.	<i>Leaching</i> 25% 1x	3,7
2.	<i>Leaching</i> 25% 2x	1,2
3.	<i>Leaching</i> 25% 3x	3,8
4.	<i>Leaching</i> 25% 4x	1,7
5.	<i>Leaching</i> 25% 5x	1,3
6.	<i>Leaching</i> 20% 1x	4,5
7.	<i>Leaching</i> 20% 2x	5,6
8.	<i>Leaching</i> 20% 3x	1,6
9.	<i>Leaching</i> 20% 4x	1,1

Larutan TiO sebelum digunakan sebagai larutan standar dalam proses iodometri ini harus distandarkan terlebih dahulu oleh kalium dikromat yang merupakan standar primer. Larutan HCl ditambahkan dengan 5 ml dan Kalium iodida 15 ml, warna larutan menjadi kuning bening. Setelah itu ditambahkan dengan serbuk  $\text{NaHCO}_3$  sekitar 2 gram, larutan berubah menjadi coklat tua. Fungsi penambahan asam klorida pekat dalam larutan tersebut adalah memberikan suasana asam, sebab larutan yang terdiri dari kalium dikromat dan kalium iodida berada dalam kondisi netral atau memiliki keasaman rendah.

Indikator yang digunakan dalam proses standarisasi ini adalah indikator amilum 1%. Penambahan amilum yang dilakukan saat mendekati titik akhir titrasi dimaksudkan agar amilum tidak membungkus iod karena akan menyebabkan amilum sukar dititrasi untuk kembali ke senyawa semula. Proses titrasi harus dilakukan sesegera mungkin, hal ini disebabkan sifat  $\text{I}_2$  yang mudah menuap. Pada titik akhir titrasi iod yang terikat juga hilang bereaksi dengan titran sehingga warna biru mendadak hilang dan perubahannya sangat jelas. Penggunaan indikator ini untuk memperjelas perubahan warna larutan yang terjadi pada saat titik akhir titrasi. Sensitivitas warnanya tergantung pada pelarut yang digunakan. Kompleks iodium-amilum memiliki kelarutan yang kecil dalam air, sehingga umumnya ditambahkan pada titik akhir titrasi.

## 4.2 Pembahasan

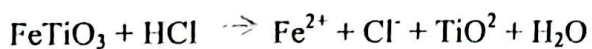
### Kemampuan *leaching* asam sulfat melarutkan *ilmenite*

Tabel IV.4 Sisa *Ilmenite* yang Tidak Larut

Sampel	Massa awal (gram)	Massa akhir (gram)	Persen (%)
<i>Leaching</i> 20% 1x	200	140	30
<i>Leaching</i> 20% 2x	100	58,41	40
<i>Leaching</i> 20% 3x	56	48,75	20
<i>Leaching</i> 20% 4x	45	40,4	20
<i>Leaching</i> 25% 1x	200	117,4	40
<i>Leaching</i> 25% 2x	100	85,36	15
<i>Leaching</i> 25% 3x	50	24,83	50
<i>Leaching</i> 25% 4x	20	15	25
<i>Leaching</i> 25% 5x	12	8	30

Tabel IV.4 ditunjukkan bahwa dengan proses *leaching* asam sulfat mampu melarutkan *ilmenite* untuk mendapatkan  $\text{TiO}_2$  dan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Semakin banyak dilakukan *leaching* asam maka semakin berkurang jumlah *ilmenite*. Sampai pada *leaching* yang terakhir yaitu *leaching* ke-5 hanya mampu melarutkan 4 gram *ilmenite*. Pada kondisi tersebut sudah tidak efisien lagi melakukan proses *leaching*. Kelarutan besi juga meningkat seiring dengan kenaikan konsentrasi asam klorida. Pada konsentrasi asam sulfat 20 % dan 25 % persentase besi yang terlarut masing-masing adalah 25 dan 30 %. Sedangkan kelarutan titanium dalam media larutan rendah (kurang dari 20 %) . Hal ini mengindikasikan bahwa reaksi pelarutan besi dari *ilmenite* adalah

sebagai berikut:

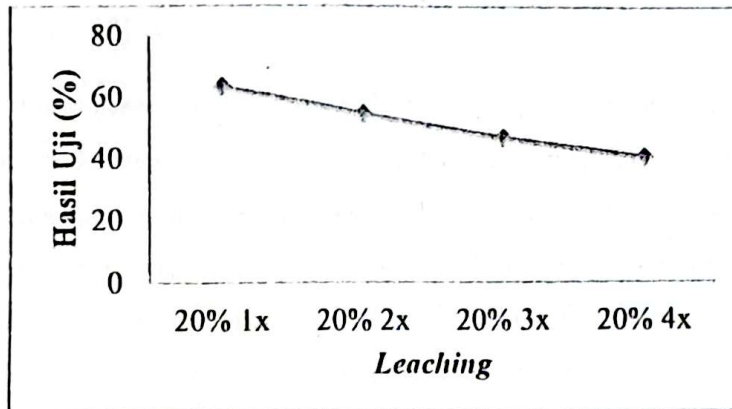


Kenaikan besi terlarut seiring dengan kenaikan konsentrasi asam sesuai dengan azas Le Chatelier, yang dalam hal ini kenaikan konsentrasi asam akan menaikkan perolehan besi. Pengaruh kenaikan konsentrasi asam terhadap perolehan besi juga dilaporkan oleh peneliti lain

Dalam penelitian ini didapatkan hasil uji  $\text{TiO}_2$  pada proses leaching asam 20% dan 25% menggunakan spektrofotometer tertera dalam tabel IV.5 dan tabel IV.6.

**Tabel IV.5** Hasil Uji  $\text{TiO}_2$  Pada Proses *Leaching* Asam 20%

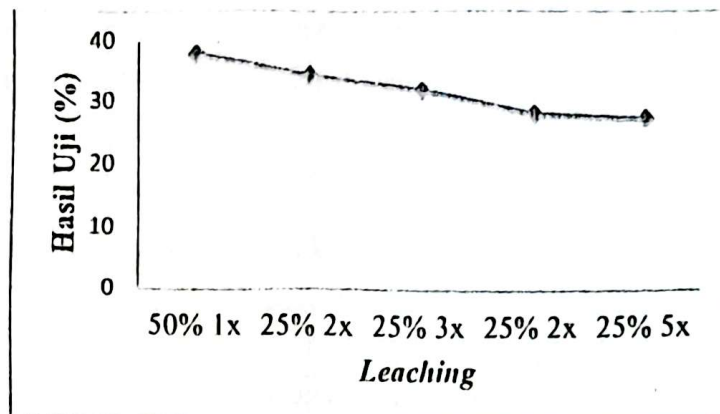
No.	Sampel <i>Leaching</i> 20%	Hasil Uji (%)
1.	<i>Leaching</i> 20% 1x	35,87
2.	<i>Leaching</i> 20% 2x	20,98
3.	<i>Leaching</i> 20% 3x	11,86
4.	<i>Leaching</i> 20% 4x	2,80



**Gambar IV.1** Grafik Hasil Uji  $\text{TiO}_2$  20%

**Tabel IV.6** Hasil Uji  $\text{TiO}_2$  Pada Proses *Leaching* Asam 25%

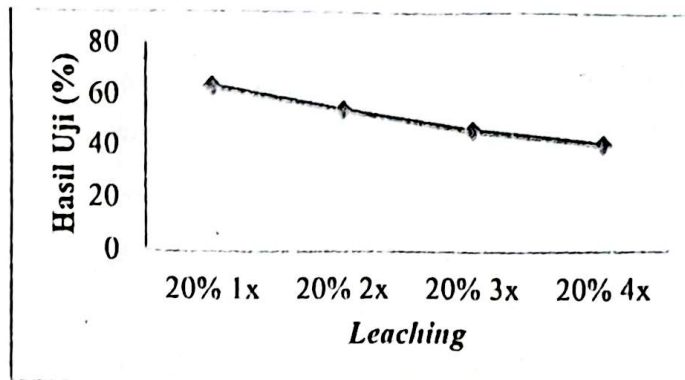
No.	Sampel <i>Leaching</i> 25%	Hasil Uji (%)
1.	<i>Leaching</i> 25% 1x	48,71
2.	<i>Leaching</i> 25% 2x	24,33
3.	<i>Leaching</i> 25% 3x	18,77
4.	<i>Leaching</i> 25% 4x	6,53
5.	<i>Leaching</i> 25% 5x	2,32



Gambar IV.2 Grafik Hasil Uji  $\text{TiO}_2$  25%

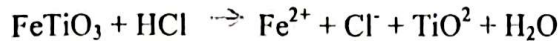
Pelindian atau *leaching* adalah ekstraksi padat-cair yang merupakan proses ekstraksi suatu konstituen yang dapat larut (solute) pada suatu campuran padat dengan mempergunakan pelarut. Reaksi pelindian yang terjadi bisa antara oksida basa dengan asam atau basa dengan asam. Oksida basa akan bereaksi dengan larutan asam membentuk garam dan air atau reaksi antara basa dengan asam (8). Laju reaksi dinyatakan sebagai molaritas. Faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi: suhu, katalis, molaritas dan konsentrasi reaktan dan faktor yang mempengaruhi tetapan laju reaksi adalah suhu. Persamaan laju reaksi didefinisikan dalam bentuk konsentrasi reaktan maka dengan naiknya konsentrasi maka naik pula laju reaksinya. Semakin tinggi konsentrasi reaktan semakin banyak molekul reaktan yang tersedia dengan demikian kemungkinan bertumbukan akan semakin banyak juga sehingga laju reaksi meningkat. Oleh karena itulah semakin besar konsentrasi asam sulfat maka hasil  $\text{TiO}_2$  semakin besar. Dan semakin banyak dilakukan proses *leaching*, maka hasil uji  $\text{TiO}_2$

Gambar IV.1 dan IV.2 ditunjukkan bahwa konsentrasi asam sulfat mempengaruhi hasil uji  $\text{TiO}_2$ . *Leaching* dengan konsentrasi asam sulfat 20% lebih banyak menghasilkan  $\text{TiO}_2$  dibanding menggunakan asam sulfat dengan konsentrasi 20%. Hal ini terjadi dikarenakan salah satu faktor yang mempercepat reaksi adalah selain waktu *leaching* dan temperatur *leaching* ialah konsentrasi *leaching*. Banyaknya perlakuan *leaching* pada *ilmenite* maka didapatkan persen  $\text{TiO}_2$  yang semakin sedikit. Hal ini dikarenakan kandungan  $\text{TiO}_2$  sudah terlarut



Gambar IV.4 Grafik Hasil Uji  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  25%

Kelarutan besi juga meningkat seiring dengan kenaikan konsentrasi asam klorida. Pada konsentrasi asam sulfat 20 % dan 25 % persentase besi yang terlarut masing-masing adalah 25 dan 30 %. Sedangkan kelarutan titanium dalam media larutan rendah (kurang dari 20 %). Hal ini mengindikasikan bahwa reaksi pelarutan besi dari ilmenit adalah sebagai berikut:



Kenaikan besi terlarut seiring dengan kenaikan konsentrasi asam sesuai dengan azas Le Chatelier, yang dalam hal ini kenaikan konsentrasi asam akan menaikkan perolehan besi. Pengaruh kenaikan konsentrasi asam terhadap perolehan besi juga dilaporkan oleh peneliti lain

Pada reaksi di reaktor, Fe bereaksi menjadi  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  lalu di *leaching* dengan asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) sehingga  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  akan hilang karena bereaksi menghasilkan senyawa  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ . Pada akhir proses, Fe yang masih belum berubah menjadi  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  masih berada pada padatan yang basah (padatan hasil *leaching*) yang kemudian dicuci dengan akuades untuk menghilangkan sisa asam yang masih tersisa pada  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  akan kembali terbentuk ketika proses kalsinasi pada suhu 900 °C dilakukan. Sehingga hasil akhir  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  merupakan Fe sisa yang tidak bereaksi dalam reaktor.

Gambar IV.3 dan IV.4 ditunjukkan bahwa persen  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  yang didapat semakin menurun dengan perlakuan beberapa kali *leaching*. Dan semakin besar konsentrasi asam sulfat untuk melarutkan *ilmenite*, maka semakin kecil persen

$\text{Fe}_2\text{O}_3$  yang didapat. Hal ini dikarenakan Fe bereaksi menjadi  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  lalu di *leaching* dengan asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) sehingga  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  akan hilang karena bereaksi menghasilkan senyawa  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ . Untuk itulah semakin besar konsentrasi asam sulfat justru akan lebih mempercepat  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  berubah menjadi  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ .

Proses awal pengolahan ilmenit adalah *leaching* atau pelindian memakai  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Pada penelitian ini akan dipelajari kinetika reaksi atau laju reaksi, orde reaksi dan tetapan laju reaksi pelindian Ti dari ilmenit. Orde reaksi dan nilai konstanta laju reaksi sangat penting untuk perancangan reaktor gelas. Dengan mengetahui orde reaksi dan nilai konstanta.

Pelindian atau *leaching* adalah ekstraksi padat-cair yang merupakan proses ekstraksi suatu konstituen yang dapat larut (solute) pada suatu campuran padat dengan mempergunakan pelarut. Reaksi pelindian yang terjadi bisa antara oksida basa dengan asam atau basa dengan asam. Oksida basa akan bereaksi dengan larutan asam membentuk garam dan air atau reaksi antara basa dengan asam (8). Laju reaksi dinyatakan sebagai molaritas. Faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi: suhu, katalis, molaritas dan konsentrasi reaktan dan faktor yang mempengaruhi tetapan laju reaksi adalah suhu. Persamaan laju reaksi didefinisikan dalam bentuk konsentrasi reaktan maka dengan naiknya konsentrasi maka naik pula laju reaksinya. Semakin tinggi konsentrasi reaktan semakin banyak molekul reaktan yang tersedia dengan demikian kemungkinan bertumbukan akan semakin banyak juga sehingga laju reaksi meningkat.

Oleh karena itulah semakin besar konsentrasi asam sulfat maka hasil  $\text{TiO}_2$  semakin besar. Dan semakin banyak dilakukan proses *leaching*, maka hasil uji  $\text{TiO}_2$  dan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  semakin kecil. Hal ini disebabkan bahwa  $\text{TiO}_2$  dan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  sudah terlarut pada proses *leaching* sebelumnya. Adanya perbedaan hasil uji  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  dengan teori dikarenakan kesalahan dalam pembacaan spektrofotometer atau kesalahan dalam pengambilan larutan uji.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Konsentrasi asam sulfat mempengaruhi hasil uji  $\text{TiO}_2$  dan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  yang didapat. Untuk hasil uji  $\text{TiO}_2$  konsentrasi asam sulfat 25% lebih banyak menghasilkan  $\text{TiO}_2$  daripada konsentrasi asam sulfat 20%. Sedangkan hasil uji  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , konsentrasi asam sulfat yang semakin besar menghasilkan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  semakin kecil, dikarenakan semakin besar konsentrasi asam sulfat justru akan lebih mempercepat  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  berubah menjadi  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ .
2. Banyaknya *leaching* mempengaruhi jumlah massa endapan *leaching*. Dikarenakan endapan *leaching* sudah banyak terlarut pada proses *leaching* pertama kali

#### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat diberikan saran sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan pemisahan  $\text{TiO}_2$  dan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  dengan logam-logam lain untuk penelitian selanjutnya.
2. Perlu dilakukan ekstraksi lebih lanjut untuk meningkatkan konsentrasi  $\text{TiO}_2$  dan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  hingga menjadi serbuk.

## DAFTAR PUSTAKA

- A. Fujishima, X. Zhang, and D. Tryk, "TiO<sub>2</sub> Photocatalysis and Related Surface Phenomena," *Surf. Sci. Rep.*, vol. 63, no.12, pp. 515-582, Dec.2008
- Basset, J. "Buku Ajar Vogel Kimia Analisa Kuantitatif Anorganik". Jakarta: 1994.
- Budi. S, "Studi Preparasi Senyawa Titanium Dioksida Pasir Besi Cilacap dan Pemandangan", Jakarta, 2007.
- Bernstein. S, D. Frei, R. K. McLimans, C. Knudsen, and V. N. Vasudev, "Application of CCSEM to Heavy Mineral Deposits: Source of High-Ti Ilmenite Sand Deposits of South Kerala Beaches, SW India, "J. Geochemical Explor., vol. 96, no. 1, pp. 25-42, Jan.2008.
- Dalimah, R.A., 1986. "Analisa Kimia Kuantitatif". Jakarta: Erlangga.
- Fuad, A., dan Azmi T. 2007. "Pemanfaatan Limbah Pertambangan Emas Kasongan untuk Menghasilkan Titanium Dioksida", *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*, 41 (15).
- M. I. Pownceby, G. J. Sparrow, and M. J. Fisher-White, "Mineralogical Characterisation of Eucla Basin Ilmenite Concentrates-First Results from a New Global Resource," *Miner. Eng.*, vol. 21, no. 8, pp. 587-597, Jul.2008
- Republik Indonesia. 2010. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2010 Tentang Pelaksanaan Kegiatan Usaha Pertambangan Mineral dan Batu Bara. Jakarta.
- Ristina, Maria. 2006. "Petunjuk Praktikum Instrumen Kimia". Yogyakarta: STTN – Batan
- Stefchev P., Blaskov V., Machkova M., Vitanov P., Kozhukharov V. 2001. "Synthesis and Characterization of High Dispersed TiO<sub>2</sub>", *International Journal Inorganic Materials* (3) : 531-536.
- T. Group and M. Al Naimi, "Trimex Sands & Pemerintah Teken MoU Proyek Titanium-Myzone", Kalimantan, 2011.

... ..

... ..

... ..

... ..