



**EKSTRAKSI DAN PENENTUAN KADAR ION ALUMINIUM
HASIL EKSTRAKSI DARI ABU TERBANG (*FLY ASH*)
BATUBARA**

SKRIPSI

Oleh :

**Nisa Tiara Dani Fitri
NIM : 081810301032**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2013**



**EKSTRAKSI DAN PENENTUAN KADAR ION ALUMINIUM HASIL
EKSTRAKSI DARI ABU TERBANG (*FLY ASH*) BATUBARA**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Kimia (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh :

**Nisa Tiara Dani Fitri
NIM : 081810301032**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2013**

PERSEMBAHAN

Dengan penuh ketulusan hati, skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ibunda Endang Susilowati, S.Pd dan Ayahanda Drs. Bani Suseno, M.Pd tercinta, yang telah mencurahkan seluruh tenaga, pikiran, doa, kasih sayang, bahkan hidupnya selama ini;
2. adik-adik Khalid Fatahillah dan M. Rayhan Yusuf Albani tersayang, yang menjadi inspirasi untuk selalu jadi teladan yang baik;
3. guru-guru TK Alfurqan Jember; SD Alfurqan Jember; SMP Negeri 2 Jember; SMA Negeri 2 Jember terhormat, yang telah memberikan ilmu dan membimbing dengan penuh kesabaran;
4. Almamater Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

MOTTO

Kebanggaan kita yang terbesar adalah bukan tidak pernah gagal, tetapi bangkit kembali setiap kita jatuh.

(Confusius)^{*)}

Jika sore tiba, janganlah tunggu waktu pagi, jika pagi tiba, janganlah tunggu waktu sore. Manfaatkan masa sehatmu sebelum tiba masa sakitmu dan manfaatkan masa hidupmu sebelum tiba ajalmu.

(Ibnu Umar, Putra Umar bin Khattab)^{**)}

^{*)} Anonim. 2011. Bangkit dari Kegagalan. <http://katakatabijak.com/tag/confusius/page/2>. [17 Mei 2013].

^{**)} Anonim. 2013. Kata Motivasi. <http://beningembunmotivationoflife.blogspot.com/2013/05/kata-motivasi.html>. [17 Mei 2013].

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nisa Tiara Dani Fitri

NIM : 081810301032

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: *Ekstraksi dan Penentuan Kadar Ion Aluminium Hasil Ekstraksi dari Abu Terbang (Fly Ash) Batubara* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi mana pun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 29 Mei 2013

Yang menyatakan,

Nisa Tiara Dani Fitri

NIM 081810301032

SKRIPSI

**EKSTRAKSI DAN PENENTUAN KADAR ION ALUMINIUM HASIL
EKSTRAKSI DARI ABU TERBANG (*FLY ASH*) BATUBARA**

Oleh

Nisa Tiara Dani Fitri
NIM 081810301032

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Tanti Haryati, S.Si, M.Si
Dosen Pembimbing Anggota : Novita Andarini, S.Si, M.Si.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul "*Ekstraksi dan Penentuan Kadar Ion Aluminium Hasil Ekstraksi dari Abu Terbang (Fly Ash) Batubara*" telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : ~~RAJU 05 JUN 2013.~~

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember

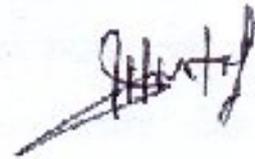
Tim Penguji

Dosen Pembimbing Utama,



Tanti Haryati, S.Si, M.Si
NIP 198010292005012002

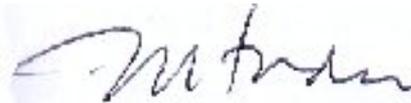
Dosen Pembimbing Anggota,



Novita Andarini, S.Si, M.Si
NIP 197211122000032001

Anggota Tim Penguji

Penguji I,



Drs. Mukh. Mintadi
NIP 196410261991031001

Penguji II,



Asnawati, S.Si, M.Si
NIP 196808141999032001

Mengesahkan
Dekan,



RINGKASAN

Ekstraksi dan Penentuan Kadar Ion Aluminium Hasil Ekstraksi dari Abu Terbang (*Fly Ash*) Batubara; Nisa Tiara Dani Fitri, 081810301032; 2013: 35 halaman; Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Abu terbang merupakan salah satu produk samping atau limbah padat sisa pembakaran batubara yang memiliki kandungan potensial SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 , CaO , MgO , K_2O , Na_2O , MnO , SO_3 , dan P_2O_3 yang dapat diolah kembali. Salah satu pemanfaatannya yakni dengan melakukan ekstraksi padat-cair terhadap kandungan alumina (Al_2O_3) yang ada pada abu terbang. Ekstraksi padat-cair dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu ukuran partikel, pelarut, temperatur dan agitasi fluida (Richardson, 2001). Pengaruh tersebut yang diterapkan dalam penelitian ini di mana pada penelitian menggunakan variasi asam serta variasi konsentrasi masing-masing asam saat proses ekstraksi untuk mengekstrak alumina dalam abu terbang menjadi ion aluminium (Al^{3+}). Tujuan penelitian untuk mengetahui : (1) pengaruh variasi asam saat proses ekstraksi padat-cair abu terbang batubara terhadap kadar ion aluminium yang dihasilkan; (2) pengaruh variasi konsentrasi masing-masing asam saat proses ekstraksi padat-cair abu terbang batubara terhadap kadar ion aluminium yang dihasilkan; (3) efektivitas dari hasil ekstraksi masing-masing asam yang dihasilkan.

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap secara berkesinambungan. Tahap pertama dengan melakukan ekstraksi padat-cair sampel abu terbang batubara PLTU Paiton-Probolinggo menggunakan variasi konsentrasi asam dan variasi masing-masing asam. Variasi asam yang digunakan yakni asam klorida (HCl), asam sulfat (H_2SO_4), dan asam nitrat (HNO_3), sedangkan variasi konsentrasi masing-masing asam yang digunakan yaitu 1, 3, 6, dan 9 M. Sebelum dilakukan ekstraksi padat cair tersebut, sampel dioven, diayak, serta dikalsinasi terlebih dahulu. Tahap kedua dilakukan analisa kualitatif serta kuantitatif terhadap hasil ekstraksi abu

terbang batubara tersebut. Analisa kualitatif dilakukan dengan menggunakan reagen spesifik alizarin, sedangkan analisa kuantitatif dilakukan dengan mengukur absorbansi sampel yang telah didestruksi menggunakan AAS.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua sampel hasil ekstraksi abu terbang batubara mengandung ion Al^{3+} serta kadar yang diperoleh dari masing-masing hasil ekstraksi dengan variasi asam dan variasi konsentrasi masing-masing asam berbeda. Adanya ion Al^{3+} pada sampel hasil ekstraksi selain ditunjukkan dengan reaksi positif antara alizarin dengan sampel juga dapat dilihat dari pergeseran panjang gelombang maksimum yang ditunjukkan oleh alizarin dan kompleks dari alizarin yang merupakan hasil analisa kualitatif sampel. Panjang gelombang maksimum yang ditunjukkan alizarin yakni pada 520 nm, sedangkan pada sampel hasil analisa kualitatif hasil ekstraksi HCl 3 M dan H_2SO_4 9 M memiliki λ_{max} masing-masing sebesar 490-495 nm dan 465-470 nm. Hal ini menunjukkan bahwa terbentuk kompleks antara ion Al^{3+} dalam sampel hasil ekstraksi dengan alizarin.

Analisa kuantitatif dilakukan dengan mengukur absorbansi masing-masing sampel menggunakan AAS pada panjang gelombang 309,3 nm. Sebelum melakukan pengukuran sampel, dibuat terlebih dahulu kurva kalibrasi larutan standar Al untuk menentukan persamaan regresinya. Persamaan regresi yang didapatkan dari pengukuran absorbansi larutan standar yakni $y = 0,194x + 0,000$ dengan $R^2 = 0,999$. Absorbansi sampel yang didapat dari pengukuran kemudian disubstitusikan ke persamaan tersebut. Hasil analisa menunjukkan bahwa asam yang paling berpengaruh dalam ekstraksi padat-cair abu terbang batubara ini yakni asam klorida dengan konsentrasi 3 M yang menunjukkan kadar ion Al^{3+} tertinggi sebesar 1,8 ppm. Efektivitas hasil ekstraksi tertinggi juga ditunjukkan oleh hasil ekstraksi menggunakan HCl 3 M tersebut dengan nilai efektivitas sebesar 83,33%.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *Ekstraksi dan Penentuan Kadar Ion Aluminium Hasil Ekstraksi dari Abu Terbang (Fly Ash) Batubara*. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
2. Ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
3. Ibu Tanti Haryati, S.Si., M.Si, selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ibu Novita Andarini, S.Si., M.Si, selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penyelesaian skripsi ini;
4. Bapak Drs. Mukh. Mintadi, selaku Dosen Pembimbing Akademik serta Dosen Penguji I, dan Ibu Asnawati, S.Si., M.Si., selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan kritik dan saran serta masukan yang berharga dalam penyempurnaan penyusunan skripsi ini;
5. sahabat sekaligus rekan penelitian, Agustin Retnosari, terima kasih telah menjadi tempat berbagi suka dan duka, memberi perhatian, bantuan, serta motivasinya selama ini;
6. Nanda Widayanti, Yola Lyliana H, Heny Yunita N, Wiwin Setiani, M. Shalahuddin Jauhari, Meirinda Hermiastuti, Widya Margayanti, Tim Kulma (Dodik Andinata, Ucik Gita P, dan Dany Cahyo H), yang tiada hentinya memberikan semangat, doa, perhatian, keceriaan selama penulis menjadi mahasiswa;
7. Ivo Ayu Permata Sari, Oryza Ardhiarisca, S.E., S.Si., Siti Aisyah, S.E., Ratih Ika

Maharani, S.K.M yang selalu setia menjaga kebersamaan dan dukungannya selama ini;

8. teman-teman seperjuangan kimia 2008 tanpa terkecuali, terima kasih atas segala dukungan, ilmu, cerita, keceriaan, kebersamaan selama ini;
9. adik-adik angkatan jurusan kimia yang telah banyak memberikan dukungan dan semangat;
10. teknisi di Jurusan Kimia (mas Syamsul, mas Maryono, mbak Sari, mas Darma, mas Dul dan) terimakasih atas bantuannya selama di laboratorium;
11. semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 29 Mei 2013

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Abu Terbang Batubara	5
2.2 Sifat Abu Terbang	6
2.2.1 Sifat fisik abu terbang.....	6
2.2.2 Sifat kimia abu terbang.....	7
2.2.3 Komposisi kimia abu terbang	7
2.3 Aluminium	8
2.4 Alumina (Al₂O₃)	9

2.5 Ekstraksi	10
2.6 Ekstraksi padat-cair (<i>leaching</i>)	10
2.7 Atomic Absorbtion Spectrofotometric (AAS)	12
2.8 Gangguan-Gangguan pada Spektrofotometri	
Serapan Atom	13
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	15
3.2 Alat dan Bahan	15
3.2.1 Alat Penelitian	15
3.2.2 Bahan Penelitian	15
3.3 Rancangan Penelitian	16
3.4 Desain Penelitian	17
3.5 Prosedur Kerja	17
3.5.1 Pembuatan Berbagai Larutan	17
a. Pembuatan Larutan HCl 9, 6, 3, dan 1 M.....	17
b. Pembuatan Larutan H ₂ SO ₄ 9, 6, 3, dan 1 M	17
c. Pembuatan Larutan HNO ₃ 9, 6, 3, dan 1 M	17
d. Pembuatan Larutan Baku Logam Aluminium (Al)	
100 mg/L	18
e. Pembuatan Larutan Baku Logam Aluminium (Al)	
10 mg/L	18
f. Pembuatan Larutan Standar Logam Aluminium	
(Al)	18
g. Pembuatan Larutan Alizarin 0,2 %	18
3.5.2 Penurunan Kadar Air dalam Abu Terbang Batubara	18
3.5.3 Proses Kalsinasi	19
3.5.4 Proses Ekstraksi Padat-Cair (<i>Leaching</i>)	19
3.5.5 Analisa Kualitatif Sampel	19
3.5.6 Analisa Kualitatif Sampel dengan AAS	19

3.5.7 Efektivitas Hasil Ekstraksi	20
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Proses Ekstraksi	21
4.2 Analisa Kualitatif	23
4.3 Analisa Kuantitatif	27
4.4 Efektivitas Hasil Ekstraksi	33
BAB 5. PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	35
5.2 Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN	38

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Komposisi Abu Terbang dari PLTU Paiton	7
4.1 Volume Filtrat Hasil Ekstraksi Abu Terbang	23
4.2 Hasil Identifikasi Hasil Ekstraksi Abu Terbang dengan Alizarin	25

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
4.1 Struktur Alizarin	23
4.2 Struktur Kompleks Alizarin dengan ion Al^{3+}	25
4.3 Grafik Perbandingan λ_{max} Alizarin dan Sampel	27
4.4 Kurva Kalibrasi Larutan Standar Al	28
4.5 Grafik Kadar Ion Al^{3+} Hasil Ekstraksi HCl	30
4.6 Grafik Kadar Ion Al^{3+} Hasil Ekstraksi H_2SO_4	31
4.7 Grafik Kadar Ion Al^{3+} Hasil Ekstraksi HNO_3	32
4.8 Grafik Kadar Ion Al^{3+} Hasil Ekstraksi Abu Terbang	33
4.9 Efektivitas Hasil Ekstraksi Abu Terbang Batubara	34

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Hasil Analisa Kualitatif	39
B. Data Absorbansi dan Panjang Gelombang Alizarin dan Sampel dengan Spektrofotometer UV-Vis	41
C. Tabel Kondisi Parameter AAS untuk Unsur Al	43
D. a. Data Absorbansi Larutan Standar Al	44
b. Data Absorbansi Sampel.....	44
c. Data Perhitungan Kadar Ion Aluminium Hasil Ekstraksi Abu Terbang Batubara	44
d. Tabel Konsentrasi Sampel Hasil Ekstraksi dengan Metode AAS	50
e. Perhitungan Kadar Sampel Abu Terbang.....	51
f. Efektivitas Masing-Masing Asam	52
g. Tabel Efektivitas Sampel Hasil Ekstraksi	53

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Manusia dan kebutuhan hidupnya tidak lepas dari sesuatu yang dinamakan energi. Mulai dari kebutuhan hidup yang primer hingga tersier sekalipun. Salah satu kebutuhan manusia modern yang vital saat ini yakni kebutuhan akan energi listrik. Energi listrik merupakan energi yang tersimpan dalam benda yang bermuatan listrik. Energi yang dihasilkan oleh arus listrik mampu menjalankan motor listrik. Contohnya lampu listrik, kipas angin, setrika listrik, pompa air listrik, komputer, dan lain sebagainya (Ridwan, 2012). Energi listrik yang dibutuhkan manusia bersumber dari berbagai macam energi kinetik, salah satunya yakni energi kinetik dari uap. Pembangkit yang mengandalkan energi kinetik dari uap untuk menghasilkan energi listrik disebut dengan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Bentuk utama dari pembangkit listrik jenis ini adalah generator yang dihubungkan ke turbin yang digerakkan oleh tenaga kinetik dari uap panas/kering. Pembangkit listrik tenaga uap menggunakan berbagai macam bahan bakar terutama batubara dan minyak bakar serta *Marine Fuel Oil* (MFO) untuk *start up* awal (Anonim, 2011). Batubara merupakan salah satu bahan bakar fosil atau batuan sedimen yang dapat terbakar, terbentuk dari endapan organik, utamanya adalah sisa-sisa tumbuhan dan terbentuk melalui proses pembatubaraan. Unsur-unsur utamanya terdiri dari karbon, hidrogen, dan oksigen (Anonim, 2012).

Proses pembakaran batubara terjadi dalam sistem boiler di mana selain menghasilkan uap, dalam sistem ini juga menimbulkan produk samping atau limbah padat yang dinamakan *fly ash* (abu terbang) dan *bottom ash* (abu dasar). Dalam dunia industri atau PLTU, penanganan abu terbang masih terbatas pada penimbunan di lahan kosong. Hal ini berbahaya bagi lingkungan dan masyarakat sekitar seperti

logam-logam dalam abu terbang terekstrak dan terbawa ke perairan, abu terbang tertiuip angin sehingga mengganggu pernafasan (Onny, 2011). Sudut pandang terhadap abu terbang harus dirubah, dengan asumsi bahwa abu terbang batubara merupakan bahan baku potensial yang memiliki kandungan SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 , CaO , MgO , K_2O , Na_2O , MnO , SO_3 , dan P_2O_3 ini dapat diolah kembali. Karena kandungan dari abu terbang yang beragam, salah satu pemanfaatannya yakni dapat diekstrak ion aluminium dari aluminanya (Al_2O_3).

Proses ekstraksi ion aluminium dapat dilakukan dengan beberapa cara, salah satunya dengan metode ekstraksi padat-cair (*leaching*) abu terbang batubara PLTU yang telah dikalsinasi. Ekstraksi padat-cair dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu ukuran partikel, pelarut, temperatur dan agitasi fluida (Richardson, 2001). Pengaruh tersebut telah diteliti oleh Al-Zahrani dan Abdul-Majid (2007) di mana dalam penelitian tersebut melibatkan ekstraksi padat-cair alumina terhadap tanah liat (lempung) lokal area Ryadh menggunakan asam klorida. Variasi yang digunakan dalam penelitian tersebut beragam yaitu variasi konsentrasi asam klorida, variasi waktu dan suhu saat ekstraksi, variasi ukuran partikel tanah liat, serta variasi waktu dan suhu saat kalsinasi. Hasil penelitian ini menyatakan bahwa pada saat kalsinasi menggunakan temperatur $600\text{ }^\circ\text{C}$ selama satu jam, diikuti dengan proses *leaching* menggunakan 3 M HCl selama satu jam ini menghasilkan ekstraksi alumina sebanyak 62,94%. Retno dan Winda (2010) juga telah meneliti pengaruh faktor-faktor tersebut terhadap hasil produk proses *recovery* alumina pada LPL PDAM di mana dalam penelitian tersebut menggunakan variasi perbandingan massa lumpur padat dengan massa CaCl_2 sebelum proses kalsinasi serta variasi konsentrasi HCl . Pada proses *recovery* alumina, sebelum dilakukan kalsinasi dilakukan penambahan CaCl_2 yang berfungsi sebagai pengikat alumina dari aluminosilikat ($\text{Al}_6\text{Si}_2\text{O}_{13}$). Pengaruh perbandingan antara CaCl_2 dengan bahan dasar (*raw material*) mempengaruhi kuantitas dan kualitas dari alumina yang dihasilkan. Umumnya rasio massa antara CaCl_2 dengan bahan dasar mencakup *range* 0,5:1-2:1 (Nehari dkk, 1997).

Berdasarkan kedua penelitian tersebut maka dilakukanlah penelitian ekstraksi

terhadap abu terbang batubara PLTU Paiton-Probolinggo menggunakan metode ekstraksi padat-cair dengan variasi asam dan variasi konsentrasi masing-masing asam. Hasil dari proses ekstraksi tersebut nantinya akan dianalisa secara kualitatif dengan reagen spesifik untuk ion aluminium yakni alizarin serta akan ditentukan kadarnya dengan menggunakan metode AAS. Keuntungan dari aplikasi proses ekstraksi ion aluminium pada abu terbang batubara PLTU Paiton-Probolinggo adalah mengurangi jumlah limbah padat yang berupa abu terbang batubara dan menaikkan nilai ekonomisnya. Selain itu, aluminium banyak digunakan untuk kebutuhan manusia, seperti untuk membuat alat-alat keperluan rumah tangga, membuat rangka dari mobil dan pesawat terbang, bahan cat aluminium, untuk kaleng minuman bersoda, bahan pembuat macam logam, dan sebagainya (Agus D.P, 2012).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka perumusan masalah untuk penelitian ini adalah:

- 1) Bagaimana pengaruh variasi asam saat proses ekstraksi padat-cair abu terbang batubara PLTU Paiton-Probolinggo terhadap kadar ion aluminium yang dihasilkan?
- 2) Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi masing-masing asam saat proses ekstraksi padat-cair abu terbang batubara PLTU Paiton-Probolinggo terhadap kadar ion aluminium yang dihasilkan?
- 3) Berapakah efektivitas hasil ekstraksi dari masing-masing asam tersebut?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Mengetahui pengaruh variasi asam saat proses ekstraksi padat-cair abu terbang batubara PLTU Paiton-Probolinggo terhadap kadar ion aluminium yang dihasilkan.
- 2) Mengetahui pengaruh variasi konsentrasi masing-masing asam saat proses

ekstraksi padat-cair abu terbang batubara PLTU Paiton-Probolinggo terhadap kadar ion aluminium yang dihasilkan.

- 3) Mengetahui efektivitas dari hasil ekstraksi masing-masing asam yang dihasilkan.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan nantinya dapat digunakan sebagai :

- 1) Sarana pembelajaran dalam pemanfaatan bahan terbuang dengan proses ekstraksi padat-cair yang diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari.
- 2) Memberikan kontribusi nyata dalam mempelajari proses pemisahan senyawa dari campuran dan proses ekstraksi ion aluminium dari abu terbang batubara PLTU Paiton-Probolinggo menjadi solusi alternatif untuk memanfaatkan limbah hasil pembakaran batubara.
- 3) Peran nyata kontribusi mahasiswa bagi lingkungan masyarakat sekitar, akademisi dan industri.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Abu terbang (*fly ash*) batubara yang digunakan berasal dari PLTU Paiton-Probolinggo.
- 2) Variasi asam yang digunakan dalam proses ekstraksi padat-cair yaitu asam klorida (HCl), asam sulfat (H₂SO₄), dan asam nitrat (HNO₃).
- 3) Variasi konsentrasi masing-masing larutan HCl, H₂SO₄, dan HNO₃ dalam proses ekstraksi padat-cair yaitu sebesar 1 M, 3 M, 6 M dan 9 M.
- 4) Analisa kualitatif yang dilakukan yakni menggunakan reagen spesifik alizarin.
- 5) Penentuan kadar ion aluminium yang dihasilkan dari proses ekstraksi menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrofotometric* (AAS).

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Abu Terbang Batubara

Abu terbang merupakan limbah padat hasil dari proses pembakaran di dalam *furnace* pada PLTU yang kemudian terbawa keluar oleh sisa-sisa pembakaran dan ditangkap dengan menggunakan elektrostatis presipitator. Abu terbang merupakan residu mineral dalam butir halus yang dihasilkan dari pembakaran batubara yang dihaluskan pada suatu pusat pembangkit listrik. Abu terbang terdiri dari bahan anorganik yang terdapat di dalam batubara yang telah mengalami fusi selama pembakarannya. Bahan ini memadat selama berada di dalam gas-gas buangan dan dikumpulkan menggunakan presipitator elektrostatis. Karena partikel-partikel ini memadat selama tersuspensi di dalam gas-gas buangan, partikel-partikel abu terbang umumnya berbentuk bulat. Partikel-partikel abu terbang yang terkumpul pada presipitator elektrostatis biasanya berukuran seperti debu (0.074 – 0.005 mm). Bahan ini terutama terdiri dari silikon dioksida (SiO_2), aluminium oksida (Al_2O_3), dan besi oksida (Fe_2O_3) (Dafi A, 2009).

Abu terbang batubara umumnya dibuang di *landfill* atau ditumpuk begitu saja di dalam area industri. Penumpukkan abu terbang batubara ini menimbulkan masalah bagi lingkungan. Berbagai penelitian mengenai pemanfaatan abu terbang batubara sedang dilakukan untuk meningkatkan nilai ekonomisnya serta mengurangi dampak buruknya terhadap lingkungan. Saat ini umumnya abu terbang batubara digunakan dalam pabrik semen sebagai salah satu bahan campuran pembuat beton. Selain itu, sebenarnya abu terbang batubara memiliki berbagai kegunaan yang amat beragam :

1. Penyusun beton untuk jalan dan bendungan
2. Penimbun lahan bekas pertambangan

3. *Recovery* magnetit, *cenosphere*, dan karbon
4. Bahan baku keramik, gelas, batu bata, dan refraktori
5. Bahan penggosok (*polisher*)
6. *Filler* aspal, plastik, dan kertas
7. Pengganti dan bahan baku semen
8. Aditif dalam pengolahan limbah (*waste stabilization*)
9. Konversi menjadi zeolit dan adsorben

(Marinda, 2008).

ASTM C 618 dan Canadian Standard Association (CSA) A 23,5 memberikan 2 jenis abu terbang yaitu tipe F dan tipe C. Secara umum perbedaan kedua tipe ini adalah pada sumbernya, yaitu batubara. Perbedaan yang nyata secara khusus yakni pada komposisi kimia yang terkandung dalam abu terbang. Abu terbang tipe F memiliki komposisi kimia yaitu : $\text{SiO}_2.\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3 \geq 70 \%$, dan untuk kadar CaO rata-rata kurang dari 8%. Abu terbang tipe C untuk komposisi yang sama $\text{SiO}_2.\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$ memiliki kadar antara 50 – 70% (Aptika, 2010).

2.2 Sifat Abu Terbang

2.2.1 Sifat fisik abu terbang

Abu terbang merupakan material yang dihasilkan dari proses pembakaran batubara pada alat pembangkit listrik, sehingga semua sifat-sifatnya juga ditentukan oleh komposisi dan sifat-sifat mineral-mineral pengotor dalam batubara serta proses pembakarannya. Dalam proses pembakaran batubara ini titik leleh abu batubara lebih tinggi dari temperatur pembakarannya. Kondisi ini menghasilkan abu yang memiliki tekstur butiran yang sangat halus. Abu terbang batubara yang terdiri dari butiran halus umumnya berbentuk bola padat atau berongga. Ukuran partikel abu terbang hasil pembakaran batubara bituminous lebih kecil dari 0,075 mm. Kerapatan abu terbang berkisar antara 2100 sampai 3000 kg/m³ dan luas area spesifiknya (diukur berdasarkan metode permeabilitas udara *Blaine*) antara 170 sampai 1000 m²/kg. Adapun sifat-sifat fisiknya antara lain :

- a) Warna : abu-abu keputihan
- b) Ukuran butir : sangat halus yaitu sekitar 88 %

(Dafi A, 2009).

2.2.2 Sifat kimia abu terbang

Sifat kimia dari abu terbang batubara dipengaruhi oleh jenis batubara yang dibakar dan teknik penyimpanan serta penanganannya. Pembakaran batubara lignit dan sub/bituminous menghasilkan abu terbang dengan kalsium dan magnesium oksida lebih banyak daripada bituminus. Namun, memiliki kandungan silika, alumina, dan karbon yang lebih sedikit daripada bituminous. Komponen utama dari abu terbang batubara yang berasal dari pembangkit listrik adalah silikat (SiO_2), alumina (Al_2O_3), dan besi oksida (Fe_2O_3), sisanya adalah karbon, kalsium, magnesium, dan belerang (Dafi A, 2009).

2.2.3 Komposisi kimia abu terbang

Komposisi kimia abu terbang dari PLTU Paiton dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 2.1 komposisi abu terbang dari PLTU Paiton

No	Komposisi Penyusun	Kandungan (%W)
1.	SiO_2	30,25 – 36,83
2.	Al_2O_3	14,52 – 23,78
3.	Fe_2O_3	13,46 – 19,94
4.	CaO	11,40 – 16,57
5.	MgO	5,360 – 8,110
6.	Mn_3O_4	0.140 – 0,480
7.	Na_2O	0,250 – 0,740
8.	K_2O	0,630 – 1,320
9.	TiO_2	0,830 – 1,050
10.	P_2O_5	0,630 – 3,750
11.	SO_3	3,010 – 7,280

Sumber : PJB Paiton, 2002

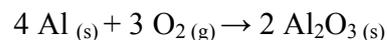
Dari tabel 2.1 di atas dapat diketahui bahwa kandungan tertinggi dari abu terbang batubara PLTU Paiton adalah silika sebesar 30,25 – 36,83 %, alumina sebesar 14,52 – 23,78 % dan besi (II) oksida sebesar 13,46 – 19,94 % serta oksida-oksida lainnya dalam jumlah yang kecil.

2.3 Aluminium

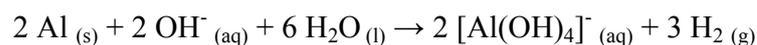
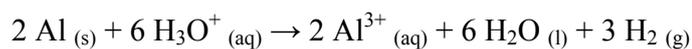
Logam aluminium berwarna putih, mengkilat, mempunyai titik leleh tinggi yaitu sekitar 660°C , moderat lunak dan lembek-lemah jika dalam keadaan murni, tetapi menjadi keras dan kuat jika dibuat paduan dengan logam-logam lain. Densitasnya sangat ringan yaitu sebesar $2,73 \text{ g cm}^{-3}$. Aluminium merupakan konduktor panas dan konduktor listrik yang baik, namun sifat ini lebih rendah dibandingkan dengan sifat konduktor tembaga.

Aluminium dengan konfigurasi elektronik $[\text{}_{10}\text{Ne}] 3s^2 3p^1$ mempunyai tingkat oksidasi +3 dalam senyawanya. Logam aluminium tahan terhadap korosi udara, karena reaksi antara logam aluminium dengan oksigen udara menghasilkan oksidanya, Al_2O_3 , yang merupakan lapisan nonpori dan membungkus permukaan logam tersebut sehingga tidak terjadi reaksi lanjut.

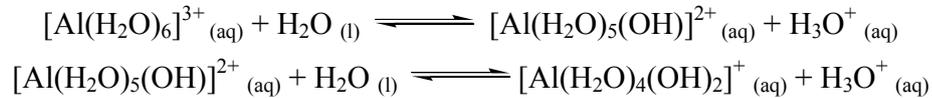
Serbuk aluminium terbakar dalam api menghasilkan debu awan aluminium oksida menurut persamaan reaksi :



Logam aluminium bersifat amfoterik, bereaksi dengan asam kuat membebaskan gas hidrogen, dan dengan basa kuat membentuk aluminat dan gas hidrogen menurut persamaan reaksi :



Dalam air, ion aluminium terdapat sebagai ion heksaakuaaluminium(III), $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$, tetapi mengalami hidrolisis secara bertahap hingga menjadi ion tetraakuadihidroksoaluminium(III) menurut reaksi :



(Kristian, 2010).

2.4 Alumina (Al_2O_3)

Alumina merupakan satu-satunya oksida dari aluminium yang banyak terdapat di kerak bumi. Umumnya ditemukan bergabung dengan silikon dan oksigen seperti dalam aluminosilikat, logam aluminium bersifat amfoter dapat larut dalam asam dan basa (Sukri, 1999).



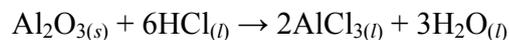
Alumina dapat diperoleh dari pemanasan hidroksidanya. Pemanasan hidroksida ini di atas 850°C menghasilkan oksida yang tak larut dalam asam maupun basa, tetapi pada pemanasan di bawah 600°C diperoleh oksida yang larut dalam asam maupun basa atau bersifat amfoterik (Kristian, 2010).

Reaksi dengan air

Alumina tidak dapat bereaksi secara sederhana dengan air dan tidak larut dalam air. Walaupun alumina masih mengandung ion oksida, tapi kisi padatnya terlalu kuat untuk bereaksi dengan air.

Reaksi dengan asam

Alumina mengandung ion oksida, sehingga dapat bereaksi dengan asam. Sebagai contoh, alumina akan bereaksi dengan asam klorida encer yang panas menghasilkan larutan aluminium klorida.

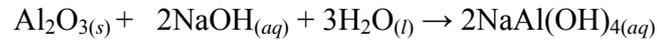


Dalam hal ini (dan sama dalam reaksi dengan asam yang lain), alumina menunjukkan sisi basa dari sifat amfoternya.

Reaksi dengan basa

Alumina juga dapat menunjukkan sifat asamnya, dapat dilihat dalam reaksi dengan basa seperti larutan natrium hidroksida. Larutan natrium hidroksida pekat yang panas dapat mereaksikan aluminium oksida menghasilkan larutan natrium

tetrahidroksoaluminat yang tidak berwarna.



(Jim Clark, 2007).

Terdapat dua bentuk anhidrat Al_2O_3 yaitu $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ dan $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$. $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ stabil pada suhu tinggi dan juga metastabil tidak terhingga pada suhu rendah. Ia terdapat di alam sebagai mineral korundum dan dapat dibuat dengan pemanasan $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ atau oksida anhidrat apapun di atas $1000\text{ }^\circ\text{C}$. $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ diperoleh dengan dehidrasi oksida terhidrat pada suhu rendah ($\sim 450\text{ }^\circ\text{C}$). $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ keras dan tahan terhadap hidrasi dan penyerangan asam. $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ mudah menyerap air dan larut dalam asam; alumina yang digunakan untuk kromatografi dan diatur kondisinya untuk berbagai kereaktifan adalah $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ (Cotton, 1989).

2.5 Ekstraksi

Ekstraksi merupakan proses pemisahan dua zat atau lebih dengan menggunakan pelarut yang tidak saling campur. Berdasarkan fase yang terlibat, terdapat dua jenis ekstraksi, yaitu ekstraksi cair-cair dan ekstraksi padat-cair. Pemandahan komponen dari padatan ke pelarut pada ekstraksi padat-cair melalui tiga tahapan, yaitu difusi pelarut ke pori-pori padatan atau ke dinding sel, di dalam dinding sel terjadi pelarutan padatan oleh pelarut, dan tahapan terakhir adalah pemindahan larutan dari pori-pori menjadi larutan ekstrak. Ekstraksi padat-cair dipengaruhi oleh waktu ekstraksi, suhu yang digunakan, pengadukan, dan banyaknya pelarut yang digunakan (Harborne, 1987). Tingkat ekstraksi bahan ditentukan oleh ukuran partikel bahan tersebut. Bahan yang diekstrak sebaiknya berukuran seragam untuk mempermudah kontak antara bahan dan pelarut sehingga ekstraksi berlangsung dengan baik (Sudarmadji & Suhardi, 1984).

Terdapat dua macam ekstraksi padat-cair, yaitu dengan cara sokhlet dan perkolasi dengan atau tanpa pemanasan. Metode lain yang lebih sederhana dalam mengekstrak padatan adalah dengan mencampurkan seluruh bahan dengan pelarut, lalu memisahkan larutan dengan padatan tak terlarut (Muchsony, 1997).

2.6 Ekstraksi padat-cair (*leaching*)

Ekstraksi padat-cair (*leaching*) adalah proses pemisahan zat padat yang terlarut dari campurannya dengan pelarut yang tidak saling larut. Pemisahan umumnya melibatkan pemutusan yang selektif, dengan atau tanpa difusi. Pada kasus yang ekstrim dari *simple washing* terdiri dari pertukaran (dengan pengadukan) dari satu cairan interstitial dengan yang lainnya, di mana terjadi pencampuran (Perry, 1997).

Leaching merupakan proses peluruhan bagian yang mudah terlarut (*solute*) dari suatu padatan dengan menggunakan suatu larutan (pelarut) pada temperatur dan proses alir tertentu. Proses ini dilakukan untuk mendapatkan bagian yang mudah terlarut karena lebih berharga dari padatannya, misalnya bahan tambang, minyak nabati, dan lain-lain, ataupun untuk menghilangkan bahan kontaminan yang mudah terlarut dari padatan yang lebih berharga, misalnya pigmen dari kontaminan kimiawi yang bisa atau mudah dilarutkan (Treybal, 1980).

Ada empat faktor penting yang secara dominan mempengaruhi laju ekstraksi :

1. Ukuran Partikel

Semakin kecil ukuran *solute*, akan semakin mudah mengekstraksinya selain itu hendaknya ukuran butiran partikel tidak memiliki *range* yang jauh satu sama lain, sehingga setiap partikel akan menghabiskan waktu ekstraksi yang sama.

2. Pelarut (*Solvent*)

Pelarut harus mempunyai selektivitas tinggi, artinya kelarutan zat yang ingin dipisahkan dalam pelarut harus besar, sedangkan kelarutan dari padatan pengotor kecil atau diabaikan. Dan viskositas pelarut sebaiknya cukup rendah sehingga dapat bersirkulasi dengan mudah.

3. Temperatur

Dalam banyak kasus, kelarutan material yang diekstraksi akan meningkat dengan naiknya temperatur, sehingga laju ekstraksi semakin besar. Koefisien difusi diharapkan meningkat dengan naiknya temperatur untuk memberikan laju ekstraksi yang lebih tinggi.

4. Agitasi fluida

Agitasi fluida (*solvent*) akan memperbesar transfer material dari permukaan padatan ke larutan. Selain itu agitasi dapat mencegah terjadinya sedimentasi. Metode operasi *leaching* dengan sistem bertahap tunggal, bekerja dengan cara mengontakkan antara padatan dan pelarut sekaligus, dan kemudian disusul dengan pemisahan larutan dari padatan sisa. Cara ini jarang ditemui dalam operasi industri, karena perolehan *solute* yang rendah (Richardson, 2001).

2.7 Atomic Absorbtion Spectrofotometric (AAS)

Teknik analisis spektrofotometri termasuk salah satu teknik analisis instrumental di samping teknik kromatografi dan elektrolisis kimia. Teknik tersebut memanfaatkan fenomena interaksi materi dengan gelombang elektromagnetik seperti sinar-X, ultraviolet, cahaya tampak, dan inframerah. Fenomena interaksi bersifat spesifik baik absorpsi maupun emisi. Interaksi tersebut menghasilkan signal-signal yang disadap sebagai alat analisis kualitatif dan kuantitatif. Contoh teknik absorpsi atom (AAS) yang merupakan alat ampuh dalam analisis logam (Alwin, 2009).

Atomic Absorbtion Spectrofotometric adalah metoda analisis yang berdasarkan pada pengukuran radiasi cahaya yang diserap atom bebas. Analisis menggunakan alat *Atomic Absorbtion Spectrofotometric* ini memiliki keuntungan dari hasil analisisnya yang sangat peka, teliti dan cepat, pengerjaannya relatif sederhana serta tidak perlu dilakukan pemisahan unsur logam dalam pelaksanaannya.

Analisis *Atomic Absorbtion Spectrofotometric* yang berdasarkan pada proses penyerapan energi radiasi dari sumber nyala atom-atom yang berada pada tingkat energi dasar. Komponen-komponen utama yang menyusun *Atomic Absorbtion Spectrofotometric* adalah sumber cahaya, atomizer, monokromator, detector, dan penampilan data (Anderson, 1987). Penggunaan *Atomic Absorbtion Spectrofotometric* dalam menganalisa kandungan logam-logam, dikarenakan dengan metode *Atomic Absorbtion Spectrofotometric* unsur-unsur dengan energi eksitasi rendah.

SAA kegunaannya lebih ditentukan untuk analisa kuantitatif logam-logam

alkali dan alkali tanah. Untuk maksud ini ada beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain :

Larutan sampel diusahakan seencer mungkin kadar unsur yang dianalisis tidak lebih dari 5% dalam pelarut yang sesuai. Larutan yang dianalisis lebih disukai diasamkan atau kalau dilebur dengan alkali tanah terakhir harus diasamkan lagi.

Hindari pemakaian pelarut aromatik atau halogenida. Pelarut organik yang umum dipakai adalah keton, ester, dan etil asetat. Hendaklah dipakai pelarut-pelarut untuk analisis (p.a) (Muhammad Mulja, 1995).

2.8 Gangguan-Gangguan pada Spektrofotometri Serapan Atom

Gangguan-gangguan (*interference*) yang dimaksud pada SSA adalah peristiwa-peristiwa yang menyebabkan pembacaan absorbansi unsur yang dianalisis menjadi lebih kecil atau lebih besar dari nilai yang sesuai konsentrasinya dalam sampel. Gangguan-gangguan yang dapat terjadi dalam SSA adalah sebagai berikut:

1. Gangguan yang berasal dari matriks sampel yang mana dapat mempengaruhi banyaknya sampel yang mencapai nyala.

Sifat-sifat tertentu matriks sampel dapat mengganggu analisis yakni matriks tersebut dapat berpengaruh terhadap laju aliran bahan bakar / gas pengoksidasi. Sifat-sifat tersebut adalah: viskositas, tegangan permukaan, berat jenis, dan tekanan uap. Gangguan matriks yang lain adalah pengendapan unsur yang dianalisis sehingga jumlah atom yang mencapai nyala menjadi lebih sedikit dari konsentrasi yang seharusnya terdapat dalam sampel.

2. Gangguan kimia yang dapat mempengaruhi jumlah / banyaknya atom yang terjadi di dalam nyala.

Terbentuknya atom-atom netral yang masih dalam keadaan azas di dalam nyala sering terganggu oleh dua peristiwa kimia yaitu :

- (a) disosiasi senyawa-senyawa yang tidak sempurna, dan
- (b) ionisasi atom-atom di dalam nyala.

Terjadinya disosiasi yang tidak sempurna disebabkan oleh terbentuknya

senyawa-senyawa yang bersifat refraktorik (sukar diuraikan di dalam nyala api). Contoh senyawa-senyawa refraktorik adalah: oksida-oksida dan garam-garam fosfat, silikat, aluminat dari logam alkali tanah, dan juga garam kalium flourotantalat. Dengan terbentuknya senyawa yang bersifat refraktorik ini, maka akan mengurangi jumlah atom netral yang ada di dalam nyala.

Ionisasi atom-atom dalam nyala dapat terjadi jika suhu yang digunakan untuk atomisasi terlalu tinggi. Prinsip analisis dengan SSA adalah mengukur absorbansi atom-atom netral karena spektrum absorbansi atom-atom yang mengalami ionisasi tidak sama dengan spektrum atom dalam keadaan netral.

3. Gangguan oleh absorbansi yang disebabkan bukan oleh absorbansi atom yang dianalisis; yakni absorbansi molekul-molekul yang tidak terdisosiasi di dalam nyala (Ibnu Gholib, 2007).

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kimia Anorganik dan Laboratorium Kimia Dasar Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember. Penelitian dilakukan mulai 1 Oktober 2012 sampai 11 Februari 2013.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

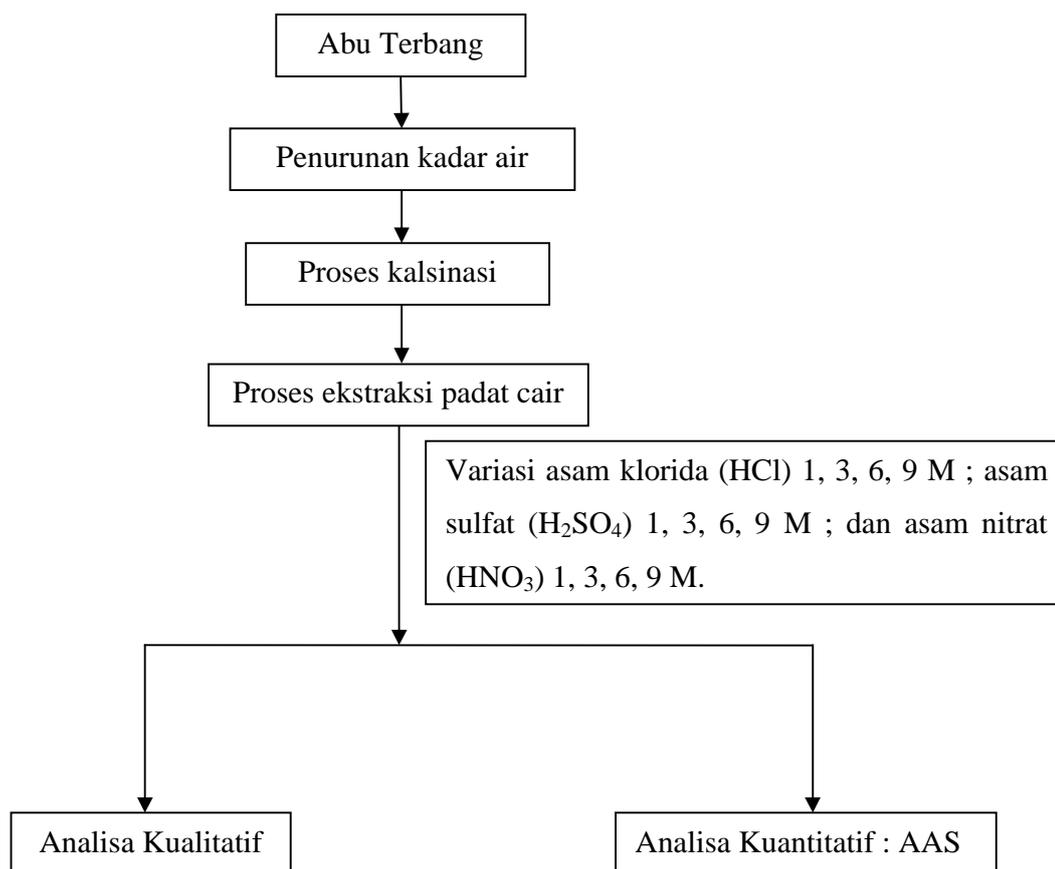
3.2.1 Alat Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu *furnace*, *screen* (ayakan) ukuran 120 mesh, cawan nikel, oven MMM Medcenter, pipet volume Pyrex ukuran 10 dan 25 mL, pipet tetes, labu ukur Pyrex ukuran 50, 100, dan 250 mL, *beaker glass* Pyrex ukuran 100, 250, dan 400 mL, gelas arloji, gelas ukur Pyrex ukuran 50 mL, corong, pengaduk gelas, neraca analitik OHAUS, mortar, erlenmeyer Pyrex 250 mL, *hot plate stirrer* HP 3000, AAS.

3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah abu terbang dari PLTU Paiton-Probolinggo, HCl Merck 37%, H₂SO₄ Merck 96%, HNO₃ Merck 65%, *aquades*, Alizarin, NH₄OH Merck, asam asetat, kertas saring, kertas saring Whatman 41.

3.3 Rancangan Penelitian



Gambar 3.1 Diagram alir Penelitian

3.4 Desain Penelitian

Jenis Asam	Konsentrasi (M)	Kadar Ion Al
HCl	1	
	3	
	6	
	9	
H ₂ SO ₄	1	
	3	
	6	
	9	
HNO ₃	1	
	3	
	6	
	9	

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Pembuatan Berbagai Larutan

a. Pembuatan Larutan HCl 9, 6, 3, dan 1 M

Pembuatan larutan HCl 9 M dilakukan dengan mengencerkan 187,5 mL larutan HCl 37% dalam labu ukur 250 mL dengan aquades hingga tanda batas, sedangkan untuk pembuatan larutan HCl 6, 3, dan 1 M dilakukan dengan mengencerkan masing-masing 125; 62,5; dan 20,8 mL larutan HCl 37% dalam labu ukur 250 mL dengan aquades hingga tanda batas.

b. Pembuatan Larutan H₂SO₄ 9, 6, 3, dan 1 M

Pembuatan larutan H₂SO₄ 9 M dilakukan dengan mengencerkan 125 mL larutan H₂SO₄ 96% dalam labu ukur 250 mL dengan aquades hingga tanda batas, sedangkan untuk pembuatan larutan H₂SO₄ 6, 3 dan 1 M dilakukan dengan mengencerkan masing-masing 83,3; 41,7; dan 13,9 mL larutan H₂SO₄ 96% dalam labu ukur 250 mL dengan aquades hingga tanda batas.

c. Pembuatan Larutan HNO₃ 9, 6, 3, dan 1 M

Pembuatan larutan HNO₃ 9 M dilakukan dengan mengencerkan 155,2 mL

larutan HNO_3 65% dalam labu ukur 250 mL dengan aquades hingga tanda batas, sedangkan untuk pembuatan larutan HNO_3 6, 3, dan 1 M dilakukan dengan mengencerkan masing-masing 103,4; 51,7; dan 17,2 mL larutan HNO_3 65% dalam labu ukur 250 mL dengan aquades hingga tanda batas.

d. Pembuatan Larutan Baku Logam Aluminium (Al) 100 mg/L

Pembuatan larutan baku logam Al dilakukan dengan mengencerkan 10 mL larutan induk logam Al (1000 mg/L) ke dalam labu ukur 100 mL dengan aquades hingga tanda batas.

e. Pembuatan Larutan Baku Logam Aluminium (Al) 10 mg/L

Pembuatan larutan baku logam Al dilakukan dengan mengencerkan 10 mL larutan induk logam Al (100 mg/L) ke dalam labu ukur 100 mL dengan aquades hingga tanda batas.

f. Pembuatan Larutan Standar Logam Aluminium (Al)

Pembuatan larutan standar logam Al dilakukan dengan mengencerkan 0 mL; 0,5 mL; 1 mL; 1,5 mL; 2 mL ; 2,5 mL larutan baku Al 10 mg/L ke dalam labu ukur 100 mL dan diencerkan menggunakan aquades hingga tanda batas sehingga diperoleh konsentrasi logam Al 0,0 mg/L; 0,05 mg/L; 0,1 mg/L; 0,15 mg/L; 0,2 mg/L; dan 0,25 mg/L. Kemudian masing-masing larutan standar diukur nilai absorbansinya menggunakan alat *Atomic Absorbtion Spectrofotometric* pada panjang gelombang 309,3 nm. Setelah nilai absorbansinya dibaca maka dibuat kurva kalibrasi untuk mendapatkan persamaan garis regresi.

g. Pembuatan larutan alizarin 0,2 %

Pembuatan larutan alizarin 0,2 % dilakukan dengan melarutkan 0,2 gram alizarin padat dengan aquades dalam labu ukur 100 mL hingga tanda batas.

3.5.2 Penurunan Kadar Air dalam Abu Terbang Batubara

Perlakuan awal adalah mengeringkan abu terbang dari PLTU Paiton-Probolinggo dengan cara dioven hingga berat abu terbang konstan, kemudian dilakukan penggerusan dengan mortar dan pengayakan dengan *screen* hingga lolos 120 mesh.

3.5.3 Proses Kalsinasi

Proses kalsinasi dilakukan dengan memanaskan abu terbang kering 120 mesh tersebut ke dalam *furnace* pada suhu 700°C selama 1 jam.

3.5.4 Proses ekstraksi padat-cair (*leaching*)

Proses ekstraksi dilakukan dengan melarutkan 40 gram sampel abu terbang kering 120 mesh yang telah dikalsinasi ke dalam asam kuat sebanyak 200 mL dengan variasi asam kuat yakni asam klorida, asam sulfat, dan asam nitrat serta variasi konsentrasi asam 1 M, 3 M, 6 M, dan 9 M. Kemudian dilakukan pengadukan selama 60 menit dengan menggunakan *stirrer*. Setelah itu, dilakukan penyaringan untuk memisahkan bahan-bahan yang larut dan dicuci sebanyak tiga kali dengan 10 mL aquades. Filtrat hasil dari penyaringan ini selanjutnya dianalisa secara kualitatif dan kuantitatif dengan AAS.

3.5.5 Analisa Kualitatif Sampel

Analisa kualitatif sampel hasil ekstraksi yaitu dengan melakukan penambahan 2 tetes larutan 0,2% alizarin yang dilanjutkan dengan penambahan tetes demi tetes NH_4OH sampai warna biru ungu. Selanjutnya dilakukan penambahan asam asetat encer sampai larutan berubah menjadi warna bening. Reaksi positif dari uji ini akan menghasilkan endapan merah pada larutan. Hasil analisa ini diukur pula absorbansinya dengan menggunakan spektrometer UV-Vis.

3.5.6 Analisa Kuantitatif Sampel dengan AAS

Penentuan kadar ion aluminium dari hasil ekstraksi abu terbang PLTU Paiton-Probolinggo dianalisis dengan menggunakan alat *Atomic Absorbtion*

Spectrofotometric (AAS). Sebelumnya dimasukkan 50 mL sampel ke dalam erlenmeyer 100 mL, kemudian ditambahkan 5 mL HNO₃ pekat dan dipanaskan sampai sisanya 20 mL. Kemudian sampel dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL, lalu ditambahkan aquades hingga tanda batas. Sampel tersebut kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang 309,3 nm. Setelah nilai absorbansinya dibaca maka disubstitusikan ke persamaan garis regresi dari larutan standar.

3.5.7 Efektivitas Hasil Ekstraksi

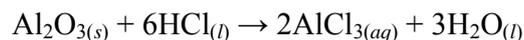
Sampel abu terbang ditimbang sebanyak 5 gram dan dilarutkan dalam 50 mL aquades. Setelah itu, ditambahkan 10 mL HNO₃ p.a dan dipanaskan hingga sisanya 20 mL. Selanjutnya sampel disaring dan filtratnya dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL, lalu ditambahkan aquades hingga tanda batas. Sampel tersebut kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang 309,3 nm dengan AAS. Setelah nilai absorbansinya dibaca maka disubstitusikan ke persamaan garis regresi dari larutan standar. Sampel hasil ekstraksi tersebut ditentukan efektivitasnya dengan membandingkan kadar ion Al³⁺ dari abu terbang dengan sampel hasil ekstraksi.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Proses Ekstraksi

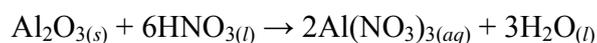
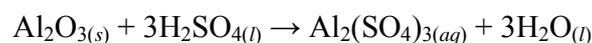
Ekstraksi ion aluminium (Al^{3+}) dari abu terbang batubara dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan tiga jenis pelarut dengan masing-masing memiliki variasi konsentrasi 1, 3, 6, dan 9 M. Abu terbang sebanyak 40 gram ini diekstrak dengan 200 mL pelarut yang berbeda jenis asamnya. Pelarut yang digunakan yakni asam klorida (HCl), asam sulfat (H_2SO_4), dan asam nitrat (HNO_3). Berdasarkan tingkat kereaktifannya terhadap alumina yang terkandung dalam abu terbang batubara, urutan tingkat kereaktifannya dari yang tertinggi yakni $\text{HCl} > \text{H}_2\text{SO}_4 > \text{HNO}_3$.

Asam klorida (HCl) memiliki tingkat kereaktifan yang paling tinggi dibanding asam lainnya dalam penelitian dikarenakan alumina dalam abu terbang ini akan mudah larut dalam HCl baik dalam konsentrasi tinggi (pekat) maupun konsentrasi rendah (encer). Reaksi yang terjadi ialah:



Reaksi yang terjadi antara oksida aluminium (alumina) ini dengan HCl akan menghasilkan garam AlCl_3 yang cenderung bersifat asam. Dalam reaksi ini, alumina yang sifatnya amfoter menunjukkan sifat basanya karena bereaksi dengan asam kuat, yakni HCl .

Alumina tersebut juga dapat bereaksi dengan asam lainnya, yaitu H_2SO_4 dalam konsentrasi yang tinggi (pekat), sedangkan dalam asam nitrat (HNO_3) alumina tersebut hanya dapat bereaksi pada konsentrasi tinggi dengan suhu 90°C . Berikut merupakan reaksi yang terjadi antara alumina dengan asam-asam tersebut:



Dalam reaksi ini pun, alumina juga menunjukkan sifat basanya sehingga garam-garam yang dihasilkan, baik garam $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ maupun garam $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ cenderung bersifat asam.

Sebelum melakukan proses ekstraksi, sampel abu terbang batubara yang berasal dari PLTU Paiton ini diberi perlakuan khusus terlebih dahulu, yakni dioven, diayak, dan dikalsinasi. Sampel dioven hingga memiliki berat yang konstan. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk mengurangi kadar air abu terbang batubara tersebut. Kadar air dalam sampel tersebut diminimalkan atau bahkan dihilangkan untuk melepas ikatan kimia dari air dalam kristal. Adanya panas saat dioven akan mengakibatkan ikatan kimia menjadi renggang dan pada temperatur tertentu atom-atom yang berikatan akan bergerak sangat bebas menyebabkan terputusnya ikatan kimia yang nantinya terjadi pada saat proses kalsinasi.

Proses dilanjutkan dengan pengayakan sampel abu terbang batubara yang telah dioven. Proses ini dilakukan dengan menumbuk sampel terlebih dahulu yang selanjutnya mengayak sampel untuk memperkecil ukuran abu terbang di mana semakin kecil ukuran partikel dari abu terbang maka reaksi yang terjadi antara alumina dalam abu terbang dengan asam menjadi semakin cepat pula. Kalsinasi dilakukan setelah proses pengayakan dengan suhu 700°C . Proses kalsinasi ini dilakukan untuk menghilangkan kandungan selain mineral-mineral dalam abu terbang, serta pengotor-pengotor organik yang terkandung di dalamnya. Proses ini juga dimaksudkan untuk menjaga stabilitas termal dari abu terbang itu sendiri dan untuk memperbesar pori-pori permukaannya (Retno dan Winda, 2010).

Volume ekstrak yang dihasilkan dari masing-masing proses ekstraksi dengan variasi asam dan variasi konsentrasi masing-masing asam tersebut juga beragam. Perbedaan volume hasil ekstraksi tiap-tiap asam ini dikarenakan tingkat kereaktifan dari alumina dalam abu terbang batubara dengan pelarut asamnya. Selain itu, faktor proses filtrasi juga mempengaruhi. Hal ini dikarenakan proses filtrasi menggunakan kertas saring whatman 41 di mana kertas saring ini memiliki pori-pori yang lebih kecil daripada kertas saring biasa (ukuran pori 20-25 μm). Sehingga hanya partikel-

partikel halus saja yang bisa lolos, sedangkan partikel kasar akan tertahan di atas permukaan kertas saring tersebut. Berikut merupakan volume filtrat hasil ekstraksi masing-masing asam tiap konsentrasi :

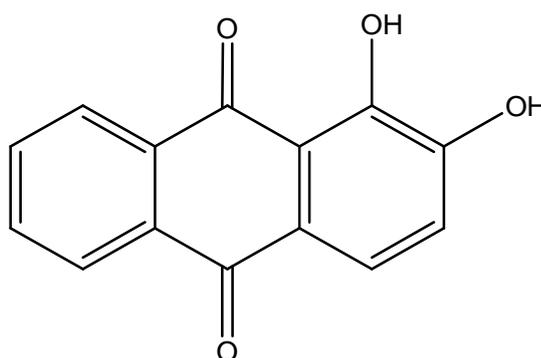
Tabel 4.1 Volume Filtrat Hasil Ekstraksi Abu Terbang

Jenis Asam	Konsentrasi Asam (M)			
	1	3	6	9
HCl	123 mL	140 mL	150 mL	175 mL
H ₂ SO ₄	114 mL	90 mL	140 mL	115,5 mL
HNO ₃	125 mL	109,5 mL	110 mL	122 mL

Filtrat hasil ekstraksi tersebut menghasilkan persenyawaan aluminium dalam larutan berair sehingga senyawa hasil ekstraksi tersebut membentuk ion Al³⁺. Ion Al³⁺ hasil dari ekstraksi tersebut yang kemudian dianalisa secara kualitatif dan kuantitatif.

4.2 Analisa Kualitatif

Analisa kualitatif dilakukan dengan menggunakan reagen spesifik untuk ion aluminium yakni alizarin. Alizarin atau 1,2-dihidroxy-9,10-antraquinone atau 1,2-dihidroxyanthracene-9,10-dione merupakan zat padat yang berwarna merah. Reagen ini memiliki rumus molekul C₁₄H₈O₄. Struktur dari alizarin ialah :



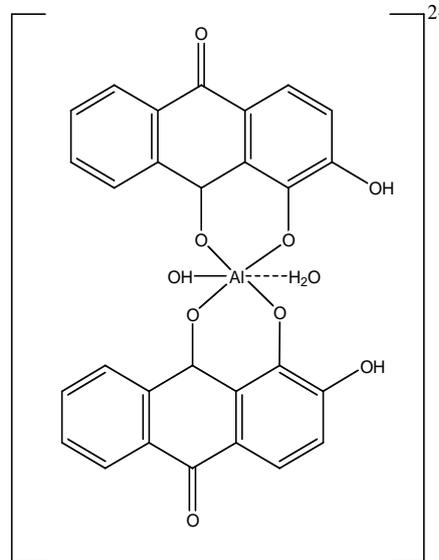
Gambar 4.1 Struktur Alizarin

Sampel yang mengandung ion aluminium akan membentuk kompleks dengan

alizarin sehingga menyebabkan warna merah pada larutan dan mengindikasikan reaksi positif terhadap uji ini yang disimbolkan dengan tanda + pada tabel 4.2. Warna merah yang dihasilkan oleh kompleks ion aluminium dengan alizarin merupakan warna komplementer dari warna yang diserap oleh kompleks tersebut yakni warna hijau kebiruan yang memiliki panjang gelombang 500 nm dengan frekuensi sebesar 20000 cm^{-1} (Effendy, 2007).

Suatu senyawa kompleks dapat menunjukkan salah satu warna komplementer apabila atom pusatnya memiliki orbital d yang belum terisi penuh elektron. Adanya orbital d yang belum terisi penuh elektron memungkinkan untuk terjadinya transisi elektron dari satu orbital d dengan tingkat energi terendah (keadaan dasar) ke orbital d lain yang tingkat energinya lebih tinggi (Effendy, 2007). Namun hal ini berbeda dengan senyawa kompleks dari ion aluminium dan alizarin. Warna merah yang dihasilkan oleh kompleks ini bukan disebabkan oleh ion Al^{3+} yang merupakan atom pusatnya karena ion tersebut tidak memiliki elektron yang menempati orbital d dan hanya memiliki orbital s dan p yang terisi elektron. Warna merah dari kompleks tersebut disebabkan oleh ligan yang terikat pada ion Al^{3+} yakni ligan alizarin itu sendiri yang keadaan fisiknya berwarna merah.

Alizarin merupakan ligan bidentat di mana ligan ini akan mendonorkan dua atomnya untuk berikatan dengan atom pusat dari kompleksnya yaitu aluminium. Aluminium yang memiliki nomor atom 13 dan dalam bentuk ionnya (Al^{3+}) memiliki konfigurasi elektron $1s^2 2s^2 2p^6$ ini akan membentuk struktur kompleks oktahedral saat mengalami hibridisasi dengan ligan alizarin tersebut. Hibridisasi yang terbentuk yakni sp^3d^2 . Kompleks tersebut tidak hanya terbentuk dari ligan alizarin saja tetapi juga dari ligan OH^- dan H_2O yang berikatan dengan atom pusat Al^{3+} . Pada kompleks oktahedral ini, logam berada di pusat oktahedron dengan ligan di setiap sudutnya. Struktur kompleks yang terbentuk antara ion Al^{3+} dengan alizarin seperti dalam gambar 4.2 (Anonim, 2008).



Gambar 4.2 Struktur Kompleks Alizarin dengan ion Al^{3+}

Berikut merupakan hasil analisa kualitatif sampel hasil ekstraksi abu terbang dengan reagen spesifik alizarin yang diberi tanda + jika bereaksi sampel bereaksi positif dengan alizarin:

Tabel 4.2 Hasil Identifikasi Hasil Ekstraksi Abu Terbang dengan Alizarin

Jenis Asam	Konsentrasi Asam (M)			
	1	3	6	9
HCl	+	+	+	+
H ₂ SO ₄	+	+	+	+
HNO ₃	+	+	+	+

Gambar dari hasil identifikasi ini dilampirkan dalam lampiran A.

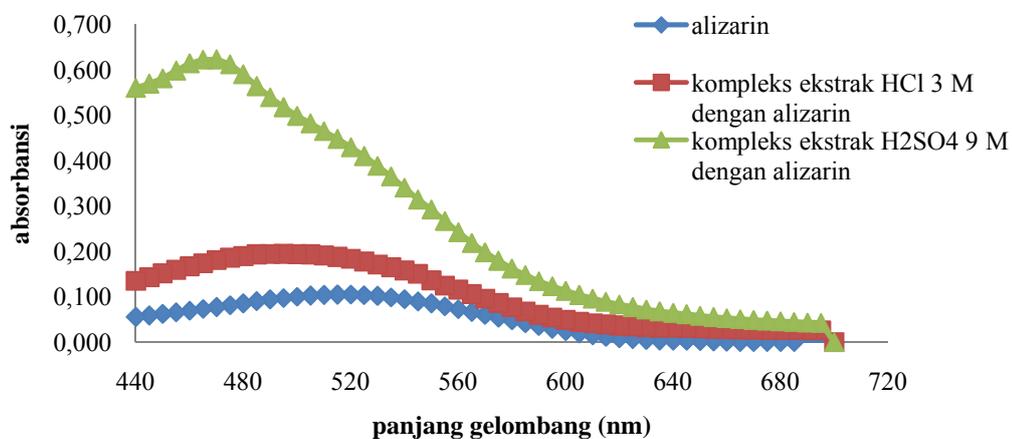
Analisa kualitatif dilanjutkan dengan mengukur absorbansi dari alizarin dengan kompleks yang terbentuk dari hasil analisa kualitatif tersebut menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Spektrofotometer ini digunakan untuk mengukur energi secara relatif jika energi tersebut ditransmisikan, direfleksikan atau diemisikan sebagai fungsi dari panjang gelombang. Area panjang gelombang yang digunakan

dalam analisa ini dari 440 - 700 nm dengan interval 5. Dari analisa tersebut dapat diketahui perbandingan panjang gelombang maksimum dari masing-masing larutan dan dapat diketahui pergeseran panjang gelombang dari alizarin dengan sampel hasil analisa kualitatif yang merupakan kompleks antara alizarin itu sendiri dengan ion Al^{3+} hasil dari ekstraksi.

Gambar 4.3 menunjukkan perbandingan panjang gelombang maksimum dari reagen alizarin yang merupakan ligan dari kompleks dalam sampel hasil analisa kualitatif dengan sampel itu sendiri menggunakan spektrofotometer UV-Vis. pada alizarin, absorbansi yang diukur dari panjang gelombang (λ) 440 - 700 nm tersebut memiliki nilai tertinggi pada panjang gelombang 520 nm sebesar 0,105. Nilai absorbansi yang tinggi pada panjang gelombang tersebut menyatakan bahwa atom-atom dari alizarin mengalami penyerapan paling banyak untuk mengalami transisi elektronik ke tingkat energi yang lebih tinggi pada panjang gelombang tersebut. Sehingga dapat dikatakan bahwa λ_{max} dari alizarin itu sendiri adalah 520 nm. Sedangkan absorbansi sampel hasil analisa kualitatif hasil ekstraksi HCl 3 M yang diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis memiliki absorbansi tertinggi sebesar 0,195 pada panjang gelombang 490 - 495 nm. Sehingga dapat dikatakan bahwa λ_{max} dari sampel ini yakni pada 490 - 495 nm. Dari pengukuran tersebut dapat dikatakan terjadi pergeseran panjang gelombang antara alizarin terhadap sampel ini. Hal ini menunjukkan bahwa sampel hasil analisa kualitatif hasil ekstraksi HCl 3 M memiliki kompleks antara ion Al^{3+} dalam sampel dengan alizarin yang juga ditunjukkan dengan nilai panjang gelombang maksimum yang hampir sesuai dengan literatur di mana kompleks dari ion aluminium dengan alizarin ini memiliki panjang gelombang maksimum sebesar 500 nm.

Nilai absorbansi yang ditunjukkan oleh hasil analisa kualitatif hasil ekstraksi H_2SO_4 9 M berbeda dengan nilai absorbansi dari sampel hasil ekstraksi HCl 3 M. Gambar 4.6 menunjukkan nilai absorbansi dan panjang gelombang dari pengukuran ini. Pada pengukuran ini nilai absorbansi tertinggi ditunjukkan pada panjang gelombang 465 - 470 nm sebesar 0,623. Dari nilai absorbansi tersebut dapat

dikatakan bahwa panjang gelombang maksimum (λ_{\max}) dari sampel hasil analisa kualitatif hasil ekstraksi H_2SO_4 9 M ini yakni 465 - 470 nm. Hal ini juga menunjukkan bahwa pada sampel terdapat kompleks antara alizarin dengan ion Al^{3+} dalam sampel hasil ekstraksi H_2SO_4 9 M. Panjang gelombang maksimum yang dihasilkan dari kompleks ini tidak sesuai dengan literatur dimungkinkan karena adanya pengotor yang ikut terukur saat pengukuran menggunakan spektrometer UV-Vis.



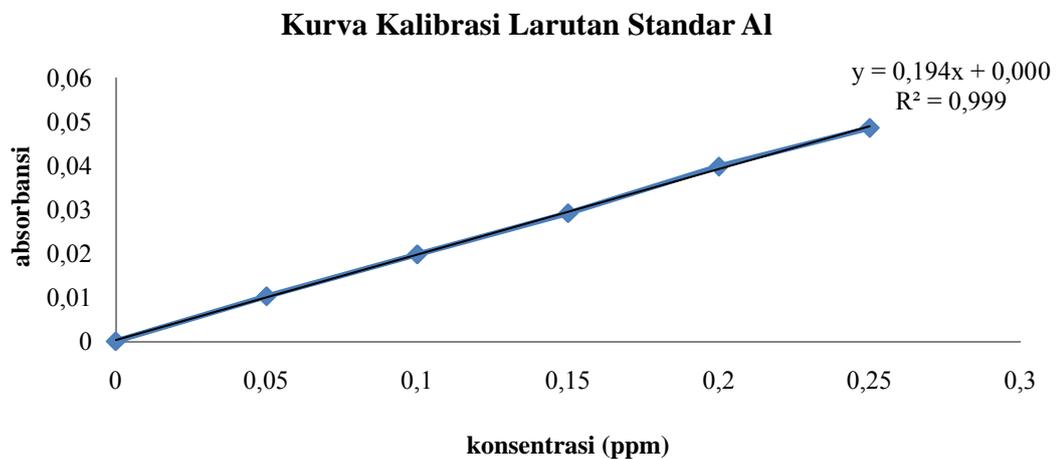
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan λ_{\max} Alizarin dan Sampel

4.3 Analisa Kuantitatif

Analisa kuantitatif yang dilakukan dalam penelitian ini dengan metode *Atomic Absorbtion Spectrofotometric* (AAS). Metode AAS ini mendasarkan pada prinsip absorpsi cahaya oleh atom. Atom-atom akan menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu, tergantung pada sifat unsurnya (Ibnu Gholib, 2007). Larutan sampel yang dilewatkan pada suatu nyala maka unsur-unsur dalam sampel tersebut akan diubah menjadi uap atom sehingga nyala mengandung atom unsur yang dianalisis. Atom-atom tersebut di antaranya akan tereksitasi secara termal oleh nyala, namun kebanyakan atom tersebut tetap tinggal sebagai atom netral dalam keadaan dasar (*ground state*). Atom-atom *ground state* ini kemudian menyerap radiasi oleh sumber radiasi yang terbuat dari unsur yang dianalisa. Dalam analisa ini digunakan

hallow cathode khusus untuk Al sebagai sumber radiasi dengan kondisi parameter seperti dalam lampiran C.

Pengukuran kadar ion Al^{3+} dalam hasil ekstraksi abu terbang batubara PLTU Paiton ini dilakukan dengan dua tahap. Tahap pertama yakni pengukuran absorbansi larutan standar Al dengan konsentrasi 0 ppm; 0,05 ppm; 0,1 ppm; 0,15 ppm; 0,2 ppm; dan 0,25 ppm dengan panjang gelombang 309,3 nm yang selanjutnya dibuat kurva kalibrasinya. Berikut merupakan kurva kalibrasi larutan standar Al berdasarkan data absorbansinya seperti yang tertera dalam lampiran.



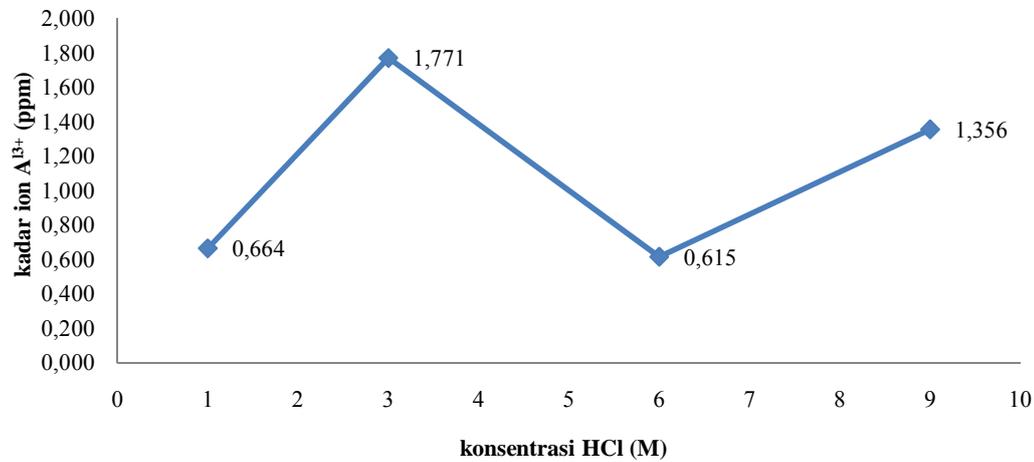
Gambar 4.4 Kurva Kalibrasi Larutan Standar Al

Berdasarkan gambar 4.4 didapatkan persamaan regresi linier dari kurva kalibrasi larutan standar Al yakni $y = 0,194x + 0,000$ dengan koefisien korelasi sebesar 0,999. Hal ini berarti $\pm 99\%$ perubahan absorbansi dipengaruhi oleh perubahan konsentrasi Al sedangkan $\pm 1\%$ dipengaruhi oleh faktor lain. Persamaan regresi linier kurva kalibrasi tersebut dapat digunakan untuk mengetahui konsentrasi sampel hasil ekstraksi abu terbang batubara PLTU Paiton di mana y merupakan nilai absorbansi sampel hasil pengukuran AAS dan x adalah konsentrasi yang dicari.

Sebelum melakukan pengukuran sampel dengan menggunakan metode AAS, dilakukan preparasi terhadap sampel di mana sampel hasil ekstraksi abu terbang batubara tersebut diberi penambahan HNO_3 pekat. Hal ini bertujuan untuk

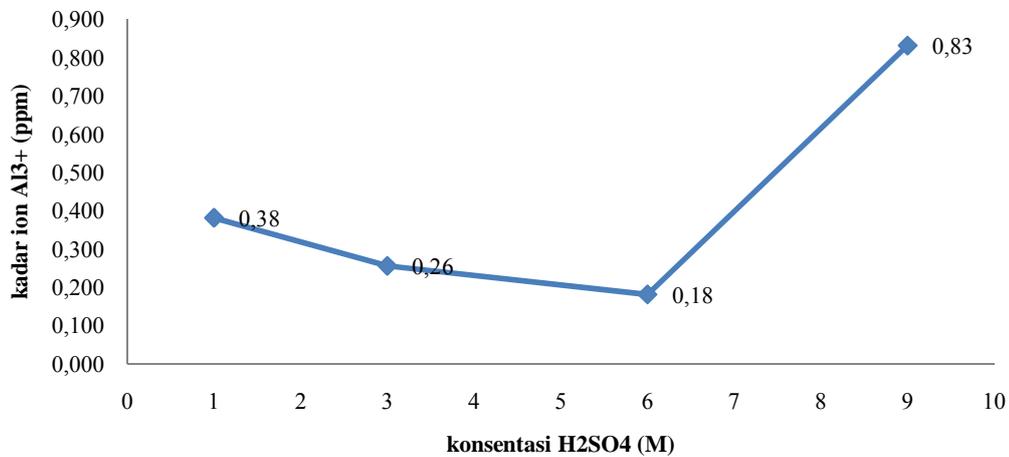
mendestruksi zat-zat organik yang nantinya akan mengganggu proses analisis dalam *Atomic Absorbtion Spectrofotometric* (AAS) karena atom-atom selain ion aluminium (zat yang akan dianalisa) yang terionisasi dalam nyala dapat mengakibatkan sinyal yang ditangkap detektor menjadi berkurang. Gangguan dari zat-zat organik yang terionisasi dalam nyala tersebut akan mengganggu sensitivitas dan linearitas dalam analisa ini. Proses ini yang dinamakan destruksi basah (*wet ashing*). Setelah proses destruksi basah tersebut kemudian dilakukan pengenceran sampel ke dalam labu ukur 50 mL dengan aquades hingga tanda batas yang selanjutnya disaring. Penyaringan dilakukan agar pipa kapiler dari AAS tidak tersumbat sehingga tidak mengganggu proses analisis.

Kadar ion Al^{3+} hasil ekstraksi dari abu terbang batubara menggunakan asam klorida (HCl) dengan variasi konsentrasi 1 M, 3 M, 6 M, dan 9 M ditunjukkan oleh gambar 4.5. Kadar ion Al^{3+} pada konsentrasi 1 M yakni 0,66 ppm kemudian mengalami peningkatan pada konsentrasi 3 M yakni sebesar 1,8 ppm. Selanjutnya kadar ion Al^{3+} turun pada konsentrasi HCl 6 M yaitu 0,62 ppm. Namun pada konsentrasi HCl 9 M kadar ion aluminium meningkat lagi yaitu 1,4 ppm. Naiknya konsentrasi ion Al^{3+} pada konsentrasi 1 M dan 3 M dipengaruhi oleh banyaknya ion H^+ dari HCl yang terdifusi sehingga alumina dari abu terbang tersebut dapat bereaksi dengan ion Cl^- di mana pada HCl konsentrasi 3 M ion H^+ lebih banyak daripada ion H^+ pada HCl 1M sehingga kadar ion Al^{3+} yang dihasilkan dari ekstraksi juga lebih banyak. Sedangkan pada konsentrasi 6 M kadar ion Al^{3+} mengalami penurunan dan pada konsentrasi 9 M, kadar ion Al^{3+} kembali naik. Hal ini dikarenakan kemampuan ion H^+ dari HCl yang tidak terdisosiasi sempurna sehingga tidak mampu menguraikan alumina menjadi ion Al^{3+} secara sempurna pula yang seharusnya semakin tinggi konsentrasi HCl maka kemampuannya dalam bereaksi dengan alumina juga semakin besar. Jadi dapat dikatakan bahwa kondisi optimum ekstraksi abu terbang menggunakan HCl dicapai pada konsentrasi 3 M atau dengan kata lain kadar ion aluminium hasil ekstraksi dari abu terbang batubara tertinggi yakni pada konsentrasi 3 M.



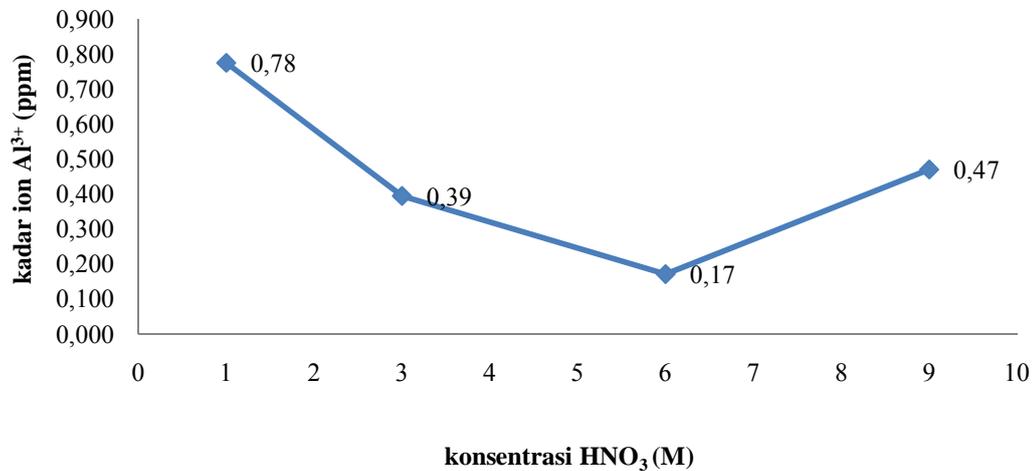
Gambar 4.5 Grafik Kadar Ion Al^{3+} Hasil Ekstraksi HCl

Fenomena pada ekstraksi menggunakan asam klorida (HCl) berbeda pada ekstraksi dengan asam sulfat (H_2SO_4). Pada ekstraksi menggunakan asam sulfat ini, kadar ion Al^{3+} pada konsentrasi 1 M yang mulanya sebesar 0,38 ppm mengalami penurunan pada saat ekstraksi asam sulfat 3 M yakni 0,26 ppm. Penurunan juga terjadi pada konsentrasi asam sulfat 6 M yaitu 0,18 ppm. Penurunan yang terus terjadi dari konsentrasi 1 M hingga 6 M ini terjadi karena reaksi yang tidak berlangsung sempurna pada saat proses ekstraksi sehingga alumina yang terdapat dalam abu terbang batubara tersebut tidak dapat bereaksi sempurna dengan H_2SO_4 pada konsentrasi tersebut dan mengakibatkan kadar ion Al^{3+} yang terekstrak juga belum seluruhnya. Namun saat konsentrasi asam sulfat 9 M kadar ion aluminium mengalami peningkatan yaitu 0,83 ppm. Hal ini terjadi karena sifat kereaktifan dari alumina itu sendiri di mana saat bereaksi dengan asam sulfat hanya dapat bereaksi pada konsentrasi yang tinggi dan dalam hal ini alumina tersebut lebih banyak bereaksi pada konsentrasi 9 M. Grafik kadar ion aluminium hasil ekstraksi abu terbang batubara dengan pelarut asam sulfat dapat dilihat pada gambar 4.6. Berdasarkan data tersebut, dapat dikatakan bahwa kadar ion Al^{3+} tertinggi yaitu pada ekstraksi H_2SO_4 9 M.



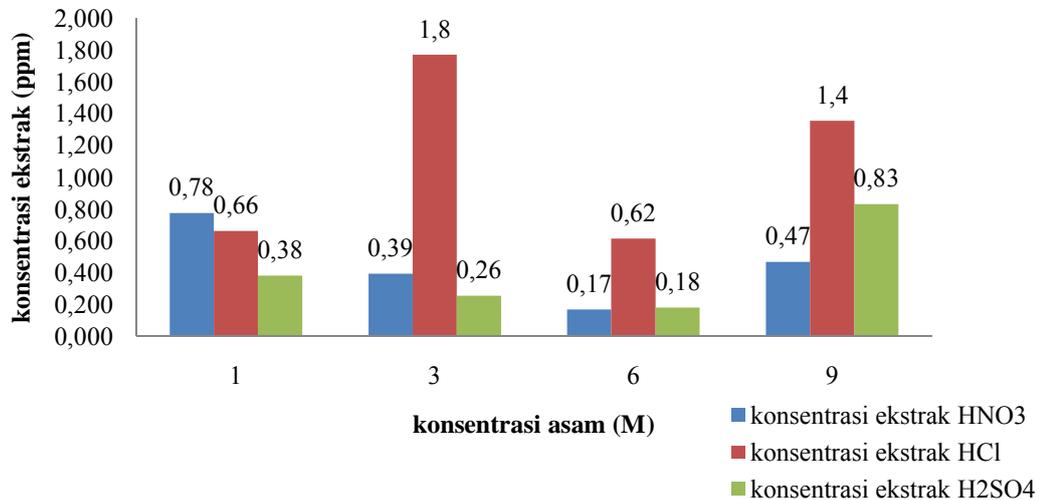
Gambar 4.6 Grafik Kadar Ion Al³⁺ Hasil Ekstraksi H₂SO₄

Berbeda pula yang terjadi pada hasil ekstraksi asam nitrat (HNO₃). Pada ekstraksi menggunakan asam nitrat dengan variasi konsentrasi 1 M, 3 M, 6 M, dan 9 M, kadar ion aluminium yang pada konsentrasi 1 M sebesar 0,78 ppm mengalami penurunan hingga konsentrasi 6 M, yakni 0,39 ppm pada konsentrasi asam nitrat 3 M dan 0,17 ppm pada konsentrasi 6 M. Namun kadar ion aluminium ini mengalami peningkatan pada konsentrasi 9 M yaitu 0,47 ppm. Penurunan kadar ion Al³⁺ yang terjadi hingga konsentrasi 6 M disebabkan karena ion H⁺ dari HNO₃ yang tidak terdisosiasi sempurna sehingga tidak mampu menguraikan alumina menjadi ion Al³⁺ secara sempurna pula yang seharusnya kondisi optimum dari reaksi alumina dengan HNO₃ yakni pada konsentrasi tinggi dengan disertai proses pemanasan pada suhu 90⁰C. Dimungkinkan pula adanya zat pengotor yang ikut terukur pada saat pengukuran dengan AAS sehingga mempengaruhi kadar ion Al³⁺ pada ekstraksi ini. Grafik kadar ion aluminium hasil ekstraksi menggunakan asam nitrat dapat dilihat pada gambar 4.7. Berdasarkan grafik di bawah, kadar ion aluminium tertinggi yaitu pada ekstraksi HNO₃ 1M.



Gambar 4.7 Grafik Kadar Ion Al³⁺ Hasil Ekstraksi HNO₃

Gambar 4.8 merupakan grafik yang menggambarkan keseluruhan kadar ion Al³⁺ hasil ekstraksi menggunakan pelarut asam klorida (HCl), asam sulfat (H₂SO₄), dan asam nitrat (HNO₃) dengan variasi konsentrasi masing-masing asam yakni 1 M, 3 M, 6 M, dan 9 M. Berdasarkan grafik di atas, kadar ion Al³⁺ paling tinggi yaitu pada ekstraksi HCl 3 M yaitu sebesar 1,8 ppm. Kadar ion Al³⁺ tinggi juga dapat dilihat pada ekstraksi HCl 9 M sebesar 1,4 ppm dan selanjutnya hasil ekstraksi menggunakan H₂SO₄ 9 M yaitu sebesar 0,83 ppm. Oleh karena itu dapat dikatakan bahwa asam yang paling berpengaruh terhadap tingginya kadar ion aluminium hasil ekstraksi abu terbang batubara berturut-turut yaitu HCl > H₂SO₄ > HNO₃. Hal ini dikarenakan sifat kereaktifan aluminium dengan masing-masing asam, di mana asam klorida (HCl) yang memiliki tingkat kereaktifan lebih tinggi dibandingkan asam-asam kuat lainnya dalam penelitian ini. Selain itu, asam klorida merupakan asam biner di mana asam ini protonnya langsung terikat pada atom pusat sehingga lebih mudah terionisasi dibandingkan asam-asam lainnya yang tergolong asam okso.



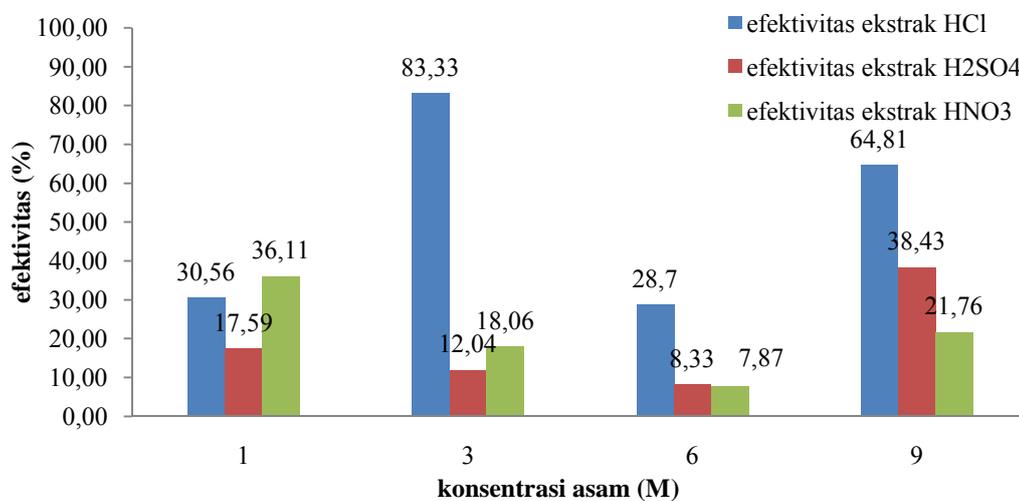
Gambar 4.8 Grafik Kadar Ion Al³⁺ Hasil Ekstraksi Abu Terbang Batubara

4.4 Efektivitas Hasil Ekstraksi

Pengukuran efektivitas ini dilakukan mula-mula dengan melarutkan 5 gram sampel abu terbang dalam 50 mL aquades. Setelah itu, ditambahkan 10 mL HNO₃ p.a dan dipanaskan hingga sisanya 20 mL. Proses dilanjutkan dengan penyaringan sampel. Filtrat kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL dan ditambahkan aquades hingga tanda batas. Sampel tersebut diukur absorbansinya pada panjang gelombang 309,3 nm dengan menggunakan *Atomic Absorbtion Spectrofotometric* (AAS). Setelah nilai absorbansinya dibaca maka disubstitusikan ke persamaan garis regresi dari larutan standar yang didapat yakni $y = 0,194x + 0,000$. Sampel hasil ekstraksi tersebut ditentukan efektivitasnya dengan membandingkan kadar ion Al³⁺ dari abu terbang dengan sampel hasil ekstraksi.

Kadar ion Al³⁺ dari sampel abu terbang awal sebelum proses ekstraksi yang didapat dari hasil pengukuran menggunakan AAS yaitu sebesar 2,16 ppm. Nilai efektivitas tertinggi dari semua variasi asam dan variasi masing-masing asam ditunjukkan pada hasil ekstraksi menggunakan HCl 3 M yaitu sebesar 83,33 %. Nilai efektivitas ini digunakan untuk mengetahui seberapa banyak ion Al³⁺ yang dapat

terekstrak dengan menggunakan metode ekstraksi padat-cair dalam penelitian ini. Semakin tinggi kadar ion Al^{3+} yang terekstrak dengan masing-masing pelarutnya, maka semakin tinggi pula nilai efektivitasnya. Tingginya nilai efektivitas ini dipengaruhi juga oleh tingkat kereaktifan masing-masing pelarut terhadap alumina. Nilai efektivitas dari masing-masing asam dengan masing-masing konsentrasi 1 M, 3 M, 6 M, dan 9 M dapat dilihat pada gambar 4.9.



Gambar 4.9 Efektivitas Hasil Ekstraksi Abu Terbang Batubara

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Asam yang paling berpengaruh terhadap kadar ion aluminium yang dihasilkan dalam proses ekstraksi padat-cair abu terbang batubara PLTU Paiton-Probolinggo yakni asam klorida (HCl).
2. Konsentrasi masing-masing asam yang paling berpengaruh terhadap kadar ion aluminium yang dihasilkan saat proses ekstraksi padat-cair abu terbang batubara PLTU Paiton-Probolinggo beragam di tiap jenisnya. Pada HCl, konsentrasi yang paling berpengaruh terhadap tingginya kadar ion Al^{3+} hasil ekstraksi yakni pada konsentrasi 3 M. Namun pada H_2SO_4 , konsentrasi 9 M yang memiliki pengaruh tertinggi dan konsentrasi 1 M pada ekstraksi menggunakan HNO_3 .
3. Nilai efektivitas hasil dari ekstraksi tertinggi ditunjukkan oleh hasil ekstraksi abu terbang batubara menggunakan HCl 3 M dengan nilai sebesar 83,33%.

5.2 Saran

Proses ekstraksi yang dilakukan dalam penelitian hendaknya menggunakan basa (NaOH) terlebih dahulu yang selanjutnya dilakukan pencucian serta pemanasan agar didapatkan kristal aluminium oksida lalu dilanjutkan dengan menambahkan kriolit dan dilakukan proses elektrolisis menggunakan elektroda karbon untuk mendapatkan logam aluminiumnya. Proses ini yang nantinya benar-benar bisa mengurangi limbah dari pembakaran batubara dalam dunia industri serta bisa menaikkan nilai ekonomisnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Acosta, Dafi. 2009. Pemanfaatan Fly Ash (Abu Terbang) dari Pembakaran Batubara pada PLTU Suralaya sebagai Bahan Baku Pembuatan Refraktori Cor. <http://dafi017.blogspot.com/2009/03/pemanfaatan-fly-ash-abu-terbang-dari.html>. [27 Juni 2012].
- Al-Zahrani, A.A. dan M.H. Abdul-Majid. 2009. "Extraction of Alumina from Local Clays by Hydrochloric Acid Process". *JKAU: Eng. Sci.* Vol. 20 (2): 29-41.
- Anonim. 2008. Alizarin-Aluminium-Complex. <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Alizarin-Aluminium-Komplex.svg>. [4 Mei 2013].
- Anonim. 2011. Pembangkit Listrik Tenaga Uap. http://id.wikipedia.org/wiki/Pembangkit_listrik_tenaga_uap. [11 Juni 2012].
- Anonim. 2012. Batu Bara. http://id.wikipedia.org/wiki/Batu_bara. [11 Juni 2012].
- Apriyahanda, Onny. 2011. Pembakaran Batubara. <http://onnyapriyahanda.com/pembakaran-batubara/>. [11 Juni 2012].
- Aptika. 2010. Penggunaan Abu Terbang (Fly Ash) dari Limbah Padat Tebu sebagai Alternatif Perekat pada Polimer. <http://aptika.blog.uns.ac.id/2010/04/21/penggunaan-abu-terbang-fly-ash-dari-limbah-padat-tebu-sebagai-alternatif-perekat-pada-polimer/>. [28 Juni 2012].
- Basset, J, dkk. 1994. *Buku Ajar Vogel Kimia Analisis Kuantitatif Anorganik*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Clark, Jim. 2007. Sifat Asam-Basa dari Oksida-Oksida Periode 3. http://www.chem-is-try.org/materi_kimia/kimia_anorganik1/unsur-unsur_periode_3/sifat_asam_basa_dari_oksida_oksida_periode_3/. [1 Juli 2012].
- Cotton dan Wilkinson. 1989. *Kimia Anorganik Dasar*. Terjemahan Sahati Sunarto dari Basic Inorganic Chemistry (1976). Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia Press.

- Dely, Miratna. 2010. Fly Ash dalam Semen. <http://www.scribd.com/doc/84449599/16/Pengelompokan-Fly-Ash>. [28 Juni 2012].
- Day, R.A. Jr., dan A.L. Underwood. 1986. *Analisis Kimia Kuantitatif*. Edisi Kelima. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Effendy. 2007. *Kimia Koordinasi*. Jilid 1. Malang : Bayumedia Publishing.
- Gandjar, Ibnu Gholib, dan Abdul Rohman. 2007. *Kimia Farmasi Analisis*. Yogyakarta : Pustaka Pelajar.
- Harborne, J.B. 1987. *Metode Fitokimia*. Edisi Kedua. Bandung: ITB.
- Muchsony MI. 1997. “Potensi Bioaktif Ekstrak Ranting Tumbuhan Betung (*Dysoxylum excelsum*) terhadap Mortalitas Larva Udang (*Artemia salina* L)”. [Skripsi]. Bogor: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.
- Mulja, Muhammad, dan Suharman. 1995. *Analisis Instrumental*. Surabaya : Airlangga University Press.
- Nehari, S., dkk. 1997. *Process Recovery of Alumina and Silika*. United State Patent : USA No.WO 97 22554.
- Parulian, Alwan. 2009. “Monitoring dan Analisis Kadar Aluminium (Al) dan Besi (Fe) pada Pengolahan Air Minum PDAM Tirtanadi Sunggal”. [Tesis]. Medan: Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara.
- Perry, R. H. 1997. *Perry's Chemical Engineering Handbook*. Seventh Edition. New York: Mc Graw Hill Company.
- Pratama, Agus Dian. 2012. Unsur, Senyawa dan Cara Pembuatan serta Manfaat Masing-Masing. <http://ml.scribd.com/doc/29089130/Manfaat-Unsur-Dan-Senyawa>. [11 Juni 2012].
- PT Pembangkitan Jawa Bali Paiton. 2002. *Material Safety Data Sheet*. Probolinggo: PT Pembangkitan Jawa Bali Unit Pembangkitan Paiton.
- Putri, Marinda. 2008. Abu Terbang Batubara Sebagai Adsorben. <http://majarimagazine.com/2008/06/abu-terbang-batubara-sebagai-adsorben/>. [28 Juni 2012].
- Richardson, J.F., dkk. 2001. *Chemical Engineering Particle Technology and*

Separation Processes. Oxford: Butterworth-Heinemann.

Ridwan. 2012. Definisi dan Macam-macam Bentuk Energi Dalam Kehidupan Manusia. <http://ridwanaz.com/umum/alam/definisi-dan-macam-macam-bentuk-energi-dalam-kehidupan-manusia/>. [11 Juni 2012].

Sari, Retno Fitriana, dan Winda A.P. 2010. “Studi Pengambilan Kembali Alumina dari Limbah Padat Lumpur Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Intan Banjar”. [Proposal Penelitian]. Banjarbaru : Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat.

Sudarmadji, S., B. Haryono dan Suhardi. 1984. *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta: Liberty.

Sugiarto, H. Kristian dan Retno D. Suyanti. 2010. *Kimia Anorganik Logam*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Syukri,S. 1999. *Kimia Dasar*. Jilid 3. Bandung: Penerbit ITB.

Treybal, R.E. 1981. *Mass-Transfer Operations*. Singapura: Mc Graw Hill Company.

LAMPIRAN A
HASIL ANALISA KUALITATIF

Alizarin



Analisa Kualitatif Hasil Ekstraksi Abu Terbang dengan HCl



1 M



3 M

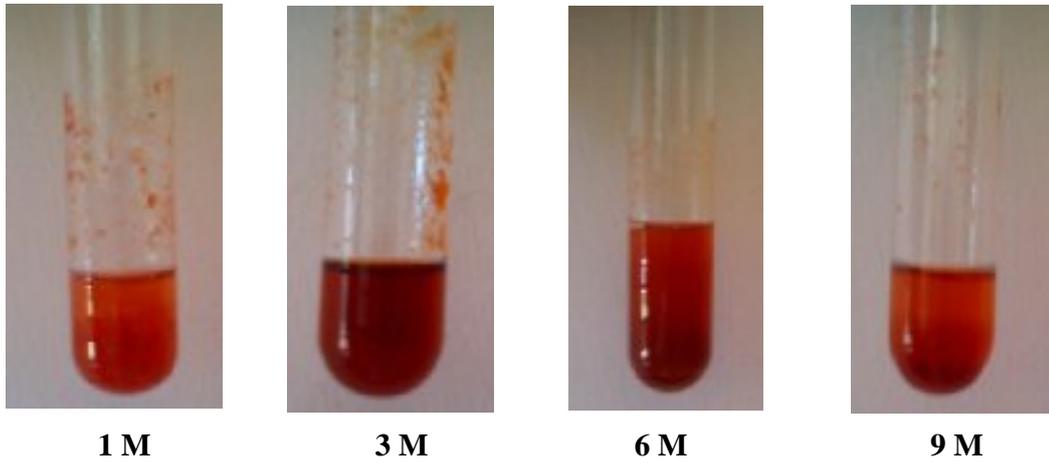


6 M

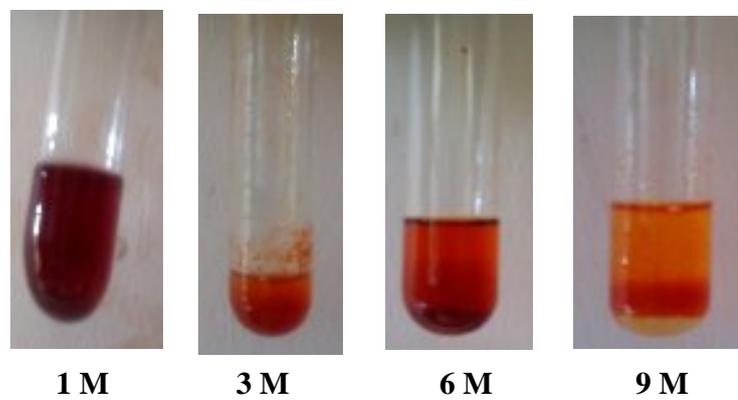


9 M

Analisa Kualitatif Hasil Ekstraksi Abu Terbang dengan H_2SO_4



Analisa Kualitatif Hasil Ekstraksi Abu Terbang dengan HNO_3



LAMPIRAN B

Data Absorbansi dan Panjang Gelombang Alizarin dan Sampel dengan Spektrometer UV-Vis

Panjang Gelombang	Absorbansi		
	Alizarin	HCl 3 M	H ₂ SO ₄ 9 M
700,0	0,000	0,000	0,000
695,0	0,000	0,026	0,042
690,0	0,000	0,026	0,043
685,0	0,000	0,027	0,044
680,0	0,000	0,027	0,046
675,0	0,000	0,027	0,047
670,0	0,000	0,027	0,049
665,0	0,000	0,028	0,050
660,0	0,001	0,028	0,053
655,0	0,001	0,029	0,055
650,0	0,002	0,030	0,058
645,0	0,003	0,031	0,061
640,0	0,003	0,031	0,064
635,0	0,003	0,032	0,068
630,0	0,005	0,033	0,072
625,0	0,007	0,035	0,077
620,0	0,009	0,037	0,083
615,0	0,012	0,039	0,089
610,0	0,015	0,042	0,096
605,0	0,019	0,045	0,104
600,0	0,024	0,049	0,113
595,0	0,029	0,054	0,123
590,0	0,035	0,060	0,134
585,0	0,042	0,068	0,148
580,0	0,048	0,077	0,162
575,0	0,054	0,086	0,179
570,0	0,060	0,096	0,198
565,0	0,066	0,106	0,219
560,0	0,072	0,116	0,242
555,0	0,079	0,125	0,267
550,0	0,085	0,136	0,292

Panjang Gelombang	Absorbansi		
	Alizarin	HCl 3 M	H ₂ SO ₄ 9 M
545,0	0,090	0,151	0,314
540,0	0,095	0,158	0,340
535,0	0,099	0,165	0,365
530,0	0,102	0,171	0,388
525,0	0,103	0,178	0,410
520,0	0,105	0,183	0,429
515,0	0,104	0,188	0,447
510,0	0,104	0,191	0,465
505,0	0,102	0,193	0,482
500,0	0,100	0,194	0,499
495,0	0,097	0,195	0,517
490,0	0,094	0,195	0,540
485,0	0,090	0,193	0,564
480,0	0,086	0,190	0,590
475,0	0,081	0,186	0,612
470,0	0,077	0,181	0,623
465,0	0,073	0,174	0,623
460,0	0,069	0,167	0,614
455,0	0,065	0,159	0,598
450,0	0,062	0,152	0,581
445,0	0,059	0,143	0,569
440,0	0,055	0,135	0,560

LAMPIRAN C

Tabel Kondisi Parameter AAS untuk Unsur Al

No.	Parameter	Spesifikasi
1.	Panjang Gelombang	309,3 nm
2.	Tipe Nyala	N ₂ O/asetilen
3.	Lebar Celah	0,7 nm
4.	Lampu Katoda	3,0 mA

LAMPIRAN D

a. Data Absorbansi Larutan Standar Al

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
0	0
0,05	0,010245
0,1	0,019807
0,15	0,029132
0,2	0,039787
0,25	0,048586

Kurva Kalibrasi : $y = 0,194x + 0,000$
 $R^2 = 0,999$

b. Data Absorbansi Sampel

Jenis Asam	Konsentrasi (M)	Absorbansi			Absorbansi Rata-rata
		1	2	3	
HCl	1	0,022	0,020	0,022	0,021
	3	0,046	0,049	0,052	0,049
	6	0,017	0,016	0,016	0,016
	9	0,030	0,029	0,031	0,030
H ₂ SO ₄	1	0,013	0,013	0,014	0,013
	3	0,012	0,011	0,011	0,011
	6	0,005	0,004	0,006	0,005
	9	0,030	0,025	0,028	0,028
HNO ₃	1	0,023	0,024	0,025	0,024
	3	0,014	0,013	0,015	0,014
	6	0,006	0,006	0,005	0,006
	9	0,014	0,015	0,016	0,015

c. Data Perhitungan Kadar Ion Aluminium Hasil Ekstraksi Abu Terbang Batubara

1. Sampel Hasil Ekstraksi HCl

a) Konsentrasi 1 M

$$y = 0,194x + 0,000$$

$$0,021 - 0,000 = 0,194x$$

$$x = 0,108 \text{ ppm}$$

diencerkan 20 mL sampel dengan aquades dalam labu ukur 50 mL

$$\text{ppm} = \frac{\text{mg zat terlarut}}{\text{L larutan}}$$

$$0,108 \text{ ppm} = \frac{x}{0,05 \text{ L}}$$

$$x = 0,0054 \text{ mg}$$

$$\text{kadar} = \frac{\text{mg zat terlarut}}{\text{L larutan}} = 0,27 \text{ ppm}$$

kadar ion Al^{3+} dalam hasil ekstraksi abu terbang batubara:

$$\text{—} \times 0,27 \text{ ppm} = 0,66 \text{ ppm}$$

b) Konsentrasi 3 M

$$y = 0,194x + 0,000$$

$$0,049 - 0,000 = 0,194x$$

$$x = 0,253 \text{ ppm}$$

diencerkan 20 mL sampel dengan aquades dalam labu ukur 50 mL

$$\text{ppm} = \frac{\text{mg zat terlarut}}{\text{L larutan}}$$

$$0,253 \text{ ppm} = \frac{x}{0,05 \text{ L}}$$

$$x = 0,0127 \text{ mg}$$

$$\text{kadar} = \frac{\text{mg zat terlarut}}{\text{L larutan}} = 0,635 \text{ ppm}$$

kadar ion Al^{3+} dalam hasil ekstraksi abu terbang batubara:

$$\text{—} \times 0,635 \text{ ppm} = 1,8 \text{ ppm}$$

c) Konsentrasi 6 M

$$y = 0,194x + 0,000$$

$$0,016 - 0,000 = 0,194x$$

$$x = 0,082 \text{ ppm}$$

diencerkan 20 mL sampel dengan aquades dalam labu ukur 50 mL

$$\text{ppm} = \frac{\text{mg zat terlarut}}{\text{L larutan}}$$

$$0,082 \text{ ppm} = \frac{x}{0,05 \text{ L}}$$

$$x = 0,0041 \text{ mg}$$

$$\text{kadar} = \frac{0,0041}{0,02} = 0,205 \text{ ppm}$$

kadar ion Al^{3+} dalam hasil ekstraksi abu terbang batubara:

$$0,02 \times 0,205 \text{ ppm} = 0,62 \text{ ppm}$$

d) Konsentrasi 9 M

$$y = 0,194x + 0,000$$

$$0,030 - 0,000 = 0,194x$$

$$x = 0,155 \text{ ppm}$$

diencerkan 20 mL sampel dengan aquades dalam labu ukur 50 mL

$$\text{ppm} = \frac{\text{mg zat terlarut}}{\text{L larutan}}$$

$$0,155 \text{ ppm} = \frac{x}{0,05 \text{ L}}$$

$$x = 0,0078 \text{ mg}$$

$$\text{kadar} = \frac{0,0078}{0,02} = 0,39 \text{ ppm}$$

kadar ion Al^{3+} dalam hasil ekstraksi abu terbang batubara:

$$0,02 \times 0,39 \text{ ppm} = 1,4 \text{ ppm}$$

2. Sampel Hasil Ekstraksi H_2SO_4

a) Konsentrasi 1 M

$$y = 0,194x + 0,000$$

$$0,013 - 0,000 = 0,194x$$

$$x = 0,067 \text{ ppm}$$

diencerkan 20 mL sampel dengan aquades dalam labu ukur 50 mL

$$\text{ppm} = \frac{\text{mg zat terlarut}}{\text{L larutan}}$$

$$0,067 \text{ ppm} = \frac{x}{0,05 \text{ L}}$$

$$x = 0,0033 \text{ mg}$$

$$\text{kadar} = \frac{\text{'}}{\text{'}} = 0,165 \text{ ppm}$$

kadar ion Al^{3+} dalam hasil ekstraksi abu terbang batubara:

$$\text{—} \times 0,165 \text{ ppm} = 0,38 \text{ ppm}$$

b) Konsentrasi 3 M

$$y = 0,194x + 0,000$$

$$0,011 - 0,000 = 0,194x$$

$$x = 0,057 \text{ ppm}$$

diencerkan 20 mL sampel dengan aquades dalam labu ukur 50 mL

$$\text{ppm} = \frac{\text{mg zat terlarut}}{\text{L larutan}}$$

$$0,057 \text{ ppm} = \frac{x}{0,05 \text{ L}}$$

$$x = 0,0029 \text{ mg}$$

$$\text{kadar} = \frac{\text{'}}{\text{'}} = 0,145 \text{ ppm}$$

kadar ion Al^{3+} dalam hasil ekstraksi abu terbang batubara:

$$\text{—} \times 0,145 \text{ ppm} = 0,26 \text{ ppm}$$

c) Konsentrasi 6 M

$$y = 0,194x + 0,000$$

$$0,005 - 0,000 = 0,194x$$

$$x = 0,026 \text{ ppm}$$

diencerkan 20 mL sampel dengan aquades dalam labu ukur 50 mL

$$\text{ppm} = \frac{\text{mg zat terlarut}}{\text{L larutan}}$$

$$0,026 \text{ ppm} = \frac{x}{0,05 \text{ L}}$$

$$x = 0,0013 \text{ mg}$$

$$\text{kadar} = \frac{\text{'}}{\text{'}} = 0,065 \text{ ppm}$$

kadar ion Al^{3+} dalam hasil ekstraksi abu terbang batubara:

$$\text{————} \times 0,065 \text{ ppm} = 0,18 \text{ ppm}$$

d) Konsentrasi 9 M

$$y = 0,194x + 0,000$$

$$0,028 - 0,000 = 0,194x$$

$$x = 0,144 \text{ ppm}$$

diencerkan 20 mL sampel dengan aquades dalam labu ukur 50 mL

$$\text{ppm} = \frac{\text{mg zat terlarut}}{\text{L larutan}}$$

$$0,144 \text{ ppm} = \frac{x}{0,05 \text{ L}}$$

$$x = 0,0072 \text{ mg}$$

$$\text{kadar} = \frac{\text{'————}}{\text{'————}} = 0,36 \text{ ppm}$$

kadar ion Al^{3+} dalam hasil ekstraksi abu terbang batubara:

$$\text{————} \times 0,36 \text{ ppm} = 0,83 \text{ ppm}$$

3. Sampel Hasil Ekstraksi HNO_3

a) Konsentrasi 1 M

$$y = 0,194x + 0,000$$

$$0,024 - 0,000 = 0,194x$$

$$x = 0,124 \text{ ppm}$$

diencerkan 20 mL sampel dengan aquades dalam labu ukur 50 mL

$$\text{ppm} = \frac{\text{mg zat terlarut}}{\text{L larutan}}$$

$$0,124 \text{ ppm} = \frac{x}{0,05 \text{ L}}$$

$$x = 0,0062 \text{ mg}$$

$$\text{kadar} = \frac{\text{'————}}{\text{'————}} = 0,31 \text{ ppm}$$

kadar ion Al^{3+} dalam hasil ekstraksi abu terbang batubara:

$$\text{————} \times 0,31 \text{ ppm} = 0,78 \text{ ppm}$$

b) Konsentrasi 3 M

$$y = 0,194x + 0,000$$

$$0,014 - 0,000 = 0,194x$$

$$x = 0,072 \text{ ppm}$$

diencerkan 20 mL sampel dengan aquades dalam labu ukur 50 mL

$$\text{ppm} = \frac{\text{mg zat terlarut}}{\text{L larutan}}$$

$$0,072 \text{ ppm} = \frac{x}{0,05 \text{ L}}$$

$$x = 0,0036 \text{ mg}$$

$$\text{kadar} = \frac{\text{'}}{\text{'}} = 0,18 \text{ ppm}$$

kadar ion Al^{3+} dalam hasil ekstraksi abu terbang batubara:

$$\text{————} \times 0,18 \text{ ppm} = 0,39 \text{ ppm}$$

c) Konsentrasi 6 M

$$y = 0,194x + 0,000$$

$$0,006 - 0,000 = 0,194x$$

$$x = 0,031 \text{ ppm}$$

diencerkan 20 mL sampel dengan aquades dalam labu ukur 50 mL

$$\text{ppm} = \frac{\text{mg zat terlarut}}{\text{L larutan}}$$

$$0,031 \text{ ppm} = \frac{x}{0,05 \text{ L}}$$

$$x = 0,00155 \text{ mg}$$

$$\text{kadar} = \frac{\text{'}}{\text{'}} = 0,0775 \text{ ppm}$$

kadar ion Al^{3+} dalam hasil ekstraksi abu terbang batubara:

$$\text{————} \times 0,0775 \text{ ppm} = 0,17 \text{ ppm}$$

d) Konsentrasi 9 M

$$y = 0,194x + 0,000$$

$$0,015 - 0,000 = 0,194x$$

$$x = 0,077 \text{ ppm}$$

diencerkan 20 mL sampel dengan aquades dalam labu ukur 50 mL

$$\text{ppm} = \frac{\text{mg zat terlarut}}{\text{L larutan}}$$

$$0,077 \text{ ppm} = \frac{x}{0,05 \text{ L}}$$

$$x = 0,00385 \text{ mg}$$

$$\text{kadar} = \frac{\text{mg}}{\text{L}} = 0,1925 \text{ ppm}$$

kadar ion Al^{3+} dalam hasil ekstraksi abu terbang batubara:

$$\text{—} \times 0,1925 \text{ ppm} = 0,47 \text{ ppm}$$

d. Tabel Konsentrasi Sampel Hasil Ekstraksi dengan Metode AAS

Jenis Asam	Konsentrasi (M)	Kadar Ion Al^{3+} (ppm)
HCl	1	0,66
	3	1,8
	6	0,62
	9	1,4
H ₂ SO ₄	1	0,38
	3	0,26
	6	0,18
	9	0,83
HNO ₃	1	0,78
	3	0,39
	6	0,17
	9	0,47

e. Perhitungan Kadar Sampel Abu Terbang

Absorbansi abu terbang

Pengukuran 1 = 0,006; Pengukuran 2 = 0,006; Pengukuran 3 = 0,004

Rata-rata = 0,005

$$y = 0,194x + 0,000$$

$$0,005 - 0,000 = 0,194x$$

$$x = 0,026 \text{ ppm}$$

diencerkan 20 mL sampel dengan aquades dalam labu ukur 50 mL

$$\text{ppm} = \frac{\text{mg zat terlarut}}{\text{L larutan}}$$

$$0,026 \text{ ppm} = \frac{x}{0,05 \text{ L}}$$

$$x = 0,0013 \text{ mg}$$

$$\text{kadar} = \frac{\text{mg}}{\text{L}} = 0,065 \text{ ppm}$$

$$\frac{50 \text{ mL sampel}}{12 \text{ mL sampel yang digunakan dalam AAS}} = \frac{y}{0,065 \text{ ppm}}$$

$$y = 0,27 \text{ ppm}$$

y merupakan kadar ion Al^{3+} dalam sampel di mana 50 mL sampel terdapat 5 gr abu terbang

kadar ion Al^{3+} dalam abu terbang batubara yang digunakan dalam ekstraksi:

$$\text{—} \times 0,27 \text{ ppm} = 2,16 \text{ ppm}$$

f. Efektivitas Masing-Masing Asam

- Ekstrak HCl 1 M

$$\frac{0,66 \text{ ppm}}{2,16 \text{ ppm}} \times 100\% = 30,56\%$$

- Ekstrak HCl 3 M

$$\frac{1,8 \text{ ppm}}{2,16 \text{ ppm}} \times 100\% = 83,33\%$$

- Ekstrak HCl 6 M

$$\frac{0,62 \text{ ppm}}{2,16 \text{ ppm}} \times 100\% = 28,7\%$$

- Ekstrak HCl 9 M

$$\frac{1,4 \text{ ppm}}{2,16 \text{ ppm}} \times 100\% = 64,81\%$$

- Ekstrak H₂SO₄ 1 M

$$\frac{0,38 \text{ ppm}}{2,16 \text{ ppm}} \times 100\% = 17,59\%$$

- Ekstrak H₂SO₄ 3 M

$$\frac{0,26 \text{ ppm}}{2,16 \text{ ppm}} \times 100\% = 12,04\%$$

- Ekstrak H₂SO₄ 6 M

$$\frac{0,18 \text{ ppm}}{2,16 \text{ ppm}} \times 100\% = 8,33\%$$

- Ekstrak H₂SO₄ 9 M

$$\frac{0,83 \text{ ppm}}{2,16 \text{ ppm}} \times 100\% = 38,43\%$$

- Ekstrak HNO₃ 1 M

$$\frac{0,78 \text{ ppm}}{2,16 \text{ ppm}} \times 100\% = 36,11\%$$

- Ekstrak HNO₃ 3 M

$$\frac{0,39 \text{ ppm}}{2,16 \text{ ppm}} \times 100\% = 18,06\%$$

- Ekstrak HNO₃ 6 M

$$\frac{0,17 \text{ ppm}}{2,16 \text{ ppm}} \times 100\% = 7,87\%$$

- Ekstrak HNO₃ 9 M

$$\frac{0,47 \text{ ppm}}{2,16 \text{ ppm}} \times 100\% = 21,76\%$$

g. Tabel Efektivitas Sampel Hasil Ekstraksi

Jenis Asam	Konsentrasi (M)	Efektivitas (%)
HCl	1	30,56
	3	83,33
	6	28,7
	9	64,81
H ₂ SO ₄	1	17,59
	3	12,04
	6	8,33
	9	38,43
HNO ₃	1	36,11
	3	18,06
	6	7,87
	9	21,76