

**ADSORPSI ION NIKEL (II) MENGGUNAKAN ABU TERBANG
BATUBARA (FLY ASH) YANG BERASAL DARI PLTU SEKTOR
OMBILIN SAWAHLUNTO**

SKRIPSI

*Diajukan kepada Tim Penguji Skripsi Jurusan Kimia sebagai Salah Satu
Persyaratan guna Memperoleh Gelar Sarjana Sains*



oleh

NURMILA FITRI
18461-2010

**PROGRAM STUDI KIMIA
JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2014**

PERSETUJUAN SKRIPSI

ADSORPSI ION NIKEL (II) MENGGUNAKAN ABU TERBANG BATUBARA (*FLY ASH*) YANG BERASAL DARI PLTU SEKTOR OMBILIN SAWAHLUNTO

Nama : Nurmila Fitri
NIM/BP : 18461/2010
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Mei 2014

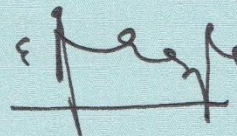
Disetujui Oleh

Pembimbing I



Desy Kurniawati, S.Pd, M.Si
NIP. 19751122200312 2 003

Pembimbing II



Edi Nasra, S.Si, M.Si
NIP. 19810622200312 1 001

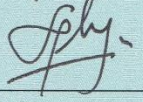
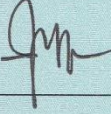
HALAMAN PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

*Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan di Depan Tim Penguji Skripsi
Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang*

Judul : Adsorpsi Ion Nikel (II) Menggunakan Abu Terbang Batubara
(*Fly Ash*) yang Berasal dari PLTU Sektor Ombilin Sawahlunto
Nama : Nurmila Fitri
TM/NIM : 2010/18461
Program Studi : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Mei 2014

Tim Penguji

No.	Jabatan	Nama	Tanda Tangan
1.	Ketua	: Desy Kurniawati, S.Pd, M.Si	1. 
2.	Sekretaris	: Edi Nasra, S.Si, M.Si	2. 
3.	Anggota	: Dra. Sri Benti Etika, M.Si	3. 
4.	Anggota	: Drs. Amrin, M.Si	4. 
5.	Anggota	: Sherly Kasuma Warda Ningsih, S.Si, M.Si	5. 

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	:Nurmila Fitri
TM/NIM	: 2010/18461
Tempat/Tanggal Lahir	: Bukit Tinggi / 30 Maret 1992
Program Studi	: Kimia
Jurusan	: Kimia
Fakultas	: MIPA
Alamat	: Jl. Kelapa Gading, Kel. Cadika, Kab. Bungo, Jambi
No. Hp/Telepone	: 085263184504
Judul Skripsi	: Adsorpsi Ion Nikel (II) Menggunakan Abu Terbang Batubara (<i>Fly Ash</i>) yang Berasal dari PLTU Sektor Ombilin Sawahlunto

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis/skripsi ini adalah hasil dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik (sarjana) baik di UNP maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis/skripsi ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan tim pembimbing.
3. Pada karya tulis/skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali tertulis dengan jelas dicantumkan pada daftar pustaka.
4. Karya tulis/skripsi ini sah apabila telah ditandatangani **Asli** oleh tim pembimbing dan tim penguji.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran di dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima **Sanksi Akademik** berupa pencabutan gelar akademik yang telah diperoleh karena karya tulis/skripsi ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Padang, Mei 2014
Yang membuat pernyataan.

Nurmila Fitri
NIM : 18461

ABSTRAK

Nurmila Fitri (2014): Adsorpsi Ion Nikel (II) Menggunakan Abu Terbang Batubara (*Fly Ash*) yang Berasal dari PLTU Sektor Ombilin Sawahlunto

Abu terbang batubara (*Fly Ash*) merupakan limbah pembakaran batubara yang banyak dihasilkan dari unit pembangkit listrik dan dapat menimbulkan masalah lingkungan. Pada penelitian ini telah dilakukan teknologi aplikasi adsorpsi dengan menggunakan adsorban abu terbang batubara (*Fly Ash*) untuk mengurangi atau menurunkan konsentrasi ion nikel (II) dalam larutan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kondisi optimum beberapa parameter yang mempengaruhi proses adsorpsi serta menentukan kapasitas serapan maksimum abu terbang batubara terhadap adsorpsi ion nikel (II) menggunakan persamaan isoterm Langmuir. Selain itu dalam penelitian ini juga dilakukan proses desorpsi untuk meregenerasi abu terbang batubara (*Fly Ash*) agar dapat digunakan kembali sebagai adsorban dengan menggunakan berbagai konsentrasi asam nitrat sehingga diperoleh desorpsi maksimumnya. Kondisi optimum yang diperoleh pada penyerapan ion nikel (II) dengan menggunakan 1 gram adsorban abu terbang batubara (*Fly Ash*) adalah ukuran partikel 355 μm , konsentrasi nikel (II) 50 mg/L pada pH 6 dan laju alir 20 tetes/menit. Hasil penelitian pada kondisi optimum diperoleh konstanta afinitas adsorpsi dan kapasitas serapan maksimum abu terbang batubara (*Fly Ash*) dengan menggunakan persamaan isoterm Langmuir berturut-turut adalah 0,134 dan 0,4458 mg/g. Desorpsi ion nikel (II) terhadap abu terbang batubara (*Fly Ash*) yang telah mengikat ion nikel (II) diperoleh maksimum pada konsentrasi asam nitrat 2 M dengan persen desorpsi sebesar 85,58%.

Kata kunci : adsorpsi ion nikel (II), desorpsi, fly ash, isoterm Langmuir

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberi kekuatan dan kesabaran kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Adsorpsi Ion Nikel (II) Menggunakan Abu Terbang Batubara (*Fly Ash*) yang Berasal dari PLTU Sektor Ombilin Sawahlunto.** Shalawat dan salam untuk Nabi Muhammad SAW yang telah memberikan tauladan dalam setiap aktivitas yang kita lalui.

Skripsi ini diajukan sebagai salah satu persyaratan guna memperoleh gelar sarjana sains di jurusan kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, petunjuk, arahan dan masukan yang berharga dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada :

1. Ibu Desy Kurniawati, S.Pd, M.Si selaku pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan hingga selesainya penelitian dan penulisan skripsi ini.
2. Bapak Edi Nasra, S.Si, M.Si selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan hingga selesainya penelitian dan penulisan skripsi ini.
3. Bapak Drs. Nazulis Z, M.Si selaku Penasehat Akademik yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan selama perkuliahan hingga selesainya penelitian dan penulisan skripsi ini.
4. Ibu Dra. Sri Benti Etika, M.Si selaku penguji yang telah memberikan masukan dan saran hingga selesainya penelitian dan penulisan skripsi ini.

5. Bapak Drs. Amrin, M.Si selaku penguji yang telah memberikan masukan dan saran hingga selesainya penelitian dan penulisan skripsi ini
6. Ibu Sherly Kasuma Warda Ningsih, S.Si, M.Si selaku penguji yang telah memberikan masukan dan saran hingga selesainya penelitian dan penulisan skripsi ini
7. Ibu Dra.Andromeda,M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia Universitas Negeri Padang.
8. Bapak Budhi Oktavia, Ph.D selaku Ketua Prodi Kimia, Jurusan Kimia, Universitas Negeri Padang.
9. Kedua Orang Tua penulis tercinta yang telah memberikan semangat serta dorongan kepada penulis dalam melakukan setiap aktivitas penelitian.
- 10.Teman-teman kimia tahun 2010 yang telah memberikan masukan dan dorongan kepada penulis dalam pelaksanaan penelitian.

Penulisan skripsi ini mengacu kepada panduan penulisan skripsi (tugas akhir) Universitas Negeri Padang, namun mungkin masih terdapat kekilafan dan kesalahan yang disebabkan oleh kelalain penulis semata. Oleh sebab itu pada kesempatan ini penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya. Untuk kesempurnaan skripsi ini, maka dengan kerendahan hati penulis mengharapkan masukan dan saran yang membangun dari semua pihak. Atas masukan dan saran yang diberikan penulis haturkan terima kasih.

Padang, April 2014

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah.....	3
C. Batasan Masalah	4
D. Rumusan Masalah.....	4
E. Tujuan Penelitian	5
F. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Batubara	6
B. Abu Terbang Batubara (<i>Fly Ash</i>).....	7
C. Nikel.....	9
D. Adsorpsi	11
E. Model Isoterm Langmuir	14
F. Spektrofotometer Serapan Atom.....	15
BAB III METODE PENELITIAN	21
A. Waktu dan Tempat Penelitian	21
B. Tahapan Penelitian Secara Umum	21
C. Variabel Penelitian.....	21
D. Alat dan Bahan.....	22
1. Alat.....	22

2. Bahan	22
E. Persiapan Adsorban	22
F. Pembuatan Larutan	22
G. Analisis Kandungan Logam.....	24
H. Perlakuan Penelitian dengan Sistem Kontinu	24
I. Desorpsi	25
J. Teknik Analisis Data.....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
A. Pengaruh pH Larutan Terhadap Adsorpsi Ion Nikel (II)	27
B. Pengaruh Konsentrasi Larutan Terhadap Adsorpsi Ion Nikel (II).....	29
C. Pengaruh Ukuran Partikel Terhadap Adsorpsi Ion Nikel (II).....	31
D. Pengaruh Laju Alir Eluen Terhadap Adsorpsi Ion Nikel (II)	32
E. Kapasitas Serapan Ion Nikel (II) oleh Abu Terbang Batubara	33
F. Desorpsi Ion Nikel (II) dengan HNO_3	37
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	39
A. Kesimpulan	39
B. Saran	39
DAFTAR PUSTAKA.....	41
LAMPIRAN.....	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Batubara.....	7
2. Abu Terbang Batubara (<i>Fly</i>).....	9
3. Logam Nikel.....	10
4. Skematik SSA.....	17
5. Pengaruh pH Awal Larutan Ni(II) Terhadap Serapan Abu Terbang.....	27
6. Pengaruh Konsentrasi Larutan Ni(II) Terhadap Serapan Abu Terbang.....	29
7. Pengaruh Ukuran Partikel Terhadap Serapan Abu Terbang	31
8. Pengaruh Laju Alir Eluen Terhadap Serapan Abu Terbang.....	32
9. Kurva Linieritas Langmuir Terhadap Adsorpsi Ion Ni(II).....	34

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Persiapan Adsorban dan Pengemasan Kolom.....	44
2. Perlakuan Penelitian dengan Sistem Kondisi.....	45
3. Desorpsi Ion Nikel (II) Menggunakan HNO_3	47
4. Perhitungan Pembuatan Larutan.....	48
5. Pengaruh pH Larutan Terhadap Adsorpsi Ion Nikel(II).....	52
6. Pengaruh Konsentrasi Larutan Terhadap Adsorpsi Ion Nikel (II).....	53
7. Pengaruh Ukuran Partikel Terhadap Adsorpsi Ion Nikel (II).....	54
8. Pengaruh Laju Alir Eluen Terhadap Adsorpsi Ion Nikel (II).....	55
9. Perhitungan Persamaan Isoterm Adsorpsi Langmuir.....	56
10. Desorpsi Ion Nikel (II) Menggunakan HNO_3	57

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dewasa ini perkembangan pembangunan yang pesat mengantarkan manusia mencapai kemajuan di berbagai bidang baik bidang industri, ekonomi, pendidikan, sosial, budaya dan lain sebagainya. Di samping memberikan manfaat, hal ini tentu saja menimbulkan resiko yang amat besar bagi manusia apabila pembangunan tersebut tidak disertai pertimbangan-pertimbangan lingkungan. Pembangunan yang tidak berwawasan lingkungan akan menimbulkan resiko berupa rusaknya lingkungan yang disebabkan oleh pencemaran.

Pencemaran di perairan dapat terjadi karena limbah industri yang dibuang ke perairan tanpa diolah terlebih dahulu, atau diolah tetapi kadar polutannya masih di atas Baku Mutu yang ditetapkan. Limbah industri tersebut tergolong limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) yang banyak mengandung logam berat, salah satunya adalah logam nikel. Pencemaran logam nikel kebanyakan berasal dari industri elektroplating. Logam nikel ini dapat mengakibatkan keracunan apabila terakumulasi dalam tubuh makhluk hidup serta dapat menyebabkan kematian apabila kadar dalam tubuh melebihi ambang batas (Indrawati, 2009). Nilai ambang batas logam Ni dalam perairan adalah 1 mg/L (KEP-51/MENLH/10/1995).

Banyak metode yang telah dikembangkan untuk menurunkan kadar logam berat dari badan perairan, misalnya dengan teknik presipitasi, evaporasi, elektrokimia dan pemakaian resin (Rama, 1990 dalam Tan dkk, 1985). Metode

tersebut dianggap kurang efektif karena membutuhkan biaya yang cukup tinggi dalam pengoperasiannya. Dewasa ini telah banyak pula dikembangkan teknologi aplikasi adsorpsi, yakni menggunakan bahan biomaterial untuk menurunkan kadar logam berat dari badan air (biosorpsi).

Batubara merupakan salah satu sumber energi alternatif di samping minyak dan gas bumi. Indonesia memiliki sumber batubara yang melimpah dan berpotensi sebagai sumber energi alternatif di samping harganya yang murah daripada minyak bumi. Di samping potensinya sebagai sumber energi alternatif yang relatif murah, penggunaan batubara ini menghasilkan limbah yang dapat mencemari lingkungan yaitu limbah gas seperti CO₂, NO_x, CO, SO₂, hidrokarbon dan limbah padat. Limbah padat tersebut berupa abu, yaitu abu terbang (*fly ash*) dan abu dasar (*bottom ash*).

Abu terbang batubara merupakan limbah buangan yang biasanya dilepaskan begitu saja di udara tanpa adanya pengendalian khusus (Lasryza dan Sawitri, 2012) . Abu terbang batubara merupakan sisa pembakaran batubara yang sangat halus dan ditumpuk di sekitar tempat pembuangan. Penumpukan ini tentu saja dapat menimbulkan masalah lingkungan, seperti pencemaran tanah dan udara. Oleh sebab itu hal ini memerlukan penanganan lebih lanjut.

Selama ini abu terbang batubara dimanfaatkan sebagai bahan mentah pembuatan semen dan bahan konstruksi, karena sebagian besar terdiri dari unsur-unsur silika dan alumina yang reaktif. Selain itu, abu terbang ini juga digunakan sebagai penimbun bahan bekas pertambangan, bahan baku keramik, gelas, batu bata, bahan penggosok atau polisher dan konversi menjadi zeolit.

Dari hasil karakterisasi pada penelitian Kurniawati (2000) abu terbang batubara (*Fly Ash*) yang berasal dari PLTU Sektor Ombilin Sawahlunto mengandung silica serta alumina yang tinggi yaitu berturut-turut 55,485% dan 26,794%, sehingga abu terbang tersebut dimanfaatkan sebagai adsorban untuk menyerap logam-logam beracun seperti timbal, krom dan seng. Kemudian pada tahun 2005 Kurniawati berhasil memanfaatkan abu terbang sebagai penyerap senyawa fenol dalam air limbah. Selanjutnya pada tahun 2008 Kurniawati berhasil memanfaatkan abu terbang batubara sebagai material penyerap zat warna limbah industri tekstil dan pada tahun 2011 berhasil memanfaatkan abu terbang untuk menyerap logam kadmium dalam air limbah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa abu terbang memberikan serapan 95-99%.

Berdasarkan latar belakang tersebut penulis tertarik untuk memanfaatkan abu terbang batubara sebagai adsorban untuk menyerap ion nikel. Diharapkan abu terbang batubara mampu memberikan kapasitas serapan yang tinggi terhadap penyerapan ion logam nikel (II) dan dapat dijadikan adsorban yang bernilai ekonomis serta dapat mengurangi pencemaran lingkungan akibat pembakaran batubara. Selanjutnya untuk meregenerasi adsorban dilakukan teknik desorpsi dengan menggunakan asam kuat yang dalam penelitian ini digunakan asam nitrat.

B. Identifikasi Masalah

Abu terbang merupakan limbah padat batubara yang berada di PLTU SEKTOR OMBILIN SAWAHLUNTO. Dari hasil analisa kandungannya, abu terbang dikategorikan sebagai limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) dan mengandung senyawa silika alumina yang tinggi, sehingga dapat digunakan sebagai adsorban pada limbah yang mengandung ion-ion logam berat.

C. Batasan Masalah

Pada penelitian ini penulis membatasi masalah pada:

1. Abu terbang batubara yang digunakan berasal dari PLTU SEKTOR OMBILIN SAWAHLUNTO.
2. Penentuan pengaruh pH larutan, konsentrasi, ukuran partikel, dan laju alir pada daya serap abu terbang terhadap ion logam Ni (II) menggunakan metode kolom.
3. Penentuan kapasitas serapan maksimum abu terbang terhadap ion Ni (II) menggunakan persamaan isotherm Langmuir.
4. Untuk meregenerasi adsorban abu terbang batubara dilakukan teknik desorpsi menggunakan asam nitrat dengan variasi konsentrasi 1 M dan 2 M.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas, penulis merumuskan masalah yaitu:

1. Bagaimana pengaruh pH larutan, konsentrasi, ukuran partikel, dan laju alir pada daya serap abu terbang terhadap ion logam Ni (II) menggunakan metode kolom ?
2. Bagaimana kapasitas serapan maksimum abu terbang terhadap ion Ni (II) menggunakan persamaan isotherm Langmuir?
3. Berapa persen kemampuan desorpsi asam nitrat terhadap abu terbang dengan berbagai variasi konsentrasi?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Menentukan kondisi optimum beberapa parameter yang mempengaruhi proses adsorpsi dalam adsorpsi ion logam Ni (II) menggunakan abu terbang.

2. Menentukan kapasitas serapan maksimum abu terbang terhadap ion logam Ni (II) menggunakan persamaan isotherm Langmuir.
3. Menentukan persen desorpsi asam nitrat terhadap abu terbang batubara dengan berbagai variasi konsentrasi.

F. Manfaat penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dapat memberikan informasi kepada pembaca tentang kapasitas serapan maksimum abu terbang terhadap ion logam Ni (II).
2. Dapat memberikan informasi kepada pembaca tentang pemanfaatan abu terbang batubara.
3. Dapat memberikan informasi kepada pembaca tentang kemampuan desorpsi asam nitrat terhadap abu terbang batubara dengan berbagai variasi konsentrasi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Batubara

Batubara adalah batuan sedimen yang secara kimia dan fisika mengandung unsur karbon, hidrogen dan oksigen sebagai unsur utama dan belerang serta nitrogen sebagai unsur tambahan. Zat lain seperti senyawa anorganik pembentuk ash tersebar sebagai partikel zat mineral terpisah diseluruh senyawa batubara. Beberapa jenis batubara meleleh dan menjadi plastis apabila dipanaskan, tetapi menimbulkan residu yang disebut kokas. Batubara dapat dibakar untuk membangkitkan uap atau dikarbonisasikan untuk membuat bahan bakar cair dan dihidrogenasikan untuk membuat metan (Muchjidin, 2006).

Batubara seperti yang dapat dilihat pada Gambar 1 merupakan bahan bakar fosil, dimana di Indonesia tersedia dalam jumlah yang cukup melimpah dan diperkirakan mencapai 38,9 miliar ton. Dari jumlah tersebut sekitar 67 % tersebar di Sumatera, 32% di Kalimantan dan sisanya tersebar di Pulau Jawa, Sulawesi dan Irian Jaya. Dengan kualitas batubara yang baik dan jumlah yang besar tersebut serta tingkat produksi saat ini, batubara dapat menjadi sumber energi bagi Indonesia selama ratusan tahun. Semakin meningkatnya pemakaian batubara, maka beban lingkungan juga akan semakin berat dan perlu diantisipasi dengan pemakaian teknologi batubara bersih dan pemanfaatan secara optimal dari limbah batubara. Hal ini dikarenakan dari pembakaran batubara dihasilkan sekitar 5% polutan padat yang berupa abu (fly ash dan bottom ash), dimana sekitar 10-20%

adalah bottom ash dan sekitar 80-90% merupakan fly ash dari total abu yang dihasilkan (Wardani, 2008).



Gambar 1. Batubara

B. Abu Terbang Batubara (*Fly Ash*)

Abu terbang merupakan salah satu hasil samping pembakaran batubara yang tersusun atas oksida-oksida dari senyawa anorganik sebagai kandungan utamanya. Karakteristik dan banyaknya abu yang dihasilkan sangat ditentukan oleh jenis batubara dan sistem pembakaran yang digunakan. Abu batubara merupakan material sisa yang ada setelah semua materi yang dapat terbakar (flameable) pada batu bara telah habis terbakar (Hessley,dkk., 1986 dalam Jumaeri (2007). Oleh karena itu abu batubara merupakan campuran yang kompleks sebagai hasil perubahan kimia komponen batubara yang berlangsung selama pembakaran. Berdasarkan ukuran partikelnya abu batubara dapat dibedakan menjadi dua macam,yaitu abu terbang (*fly ash*) dan abu dasar (*bottom ash*).

Abu terbang dapat dihasilkan oleh Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang menggunakan batubara sebagai bahan bakarnya. Batubara terdiri dari 2 jenis yaitu antrasit (bitumen) dan batubara lignit (sub bitumen). Unsur utama batubara adalah karbon karena batubara bersumber dari alam, maka di

dalamnya juga terkandung unsur-unsur mineral tanah yaitu silika, alumina, oksida besi, kapur alkali, belerang dan air. Pada saat batubara dibakar, ada bagian yang terbakar dan yang menguap yaitu karbon, belerang dan air yang akan menghasilkan panas, gas CO₂, SO₂, dan uap. Bagian yang tidak terbakar berupa tanah liat yang menjadi massa lebur. Massa ini akan melewati ruang pembakaran bersuhu rendah dan akan membentuk partikel padat berbentuk butiran. Sebagian butiran ini akan terkumpul menjadi abu dasar tetapi sebagian besar butiran halus terbang mengikuti aliran gas, keluar dari ketel uap melalui cerobong. Partikel abu ini dipisahkan dari gas buang dengan alat electrostatic presipirator, sehingga menghasilkan fly ash (Deventer et all, (2006) dalam Subekti (2012)).

Menurut Maulbetch dan Muraka (1983) Abu terbang adalah abu batubara yang berupa serbuk halus yang tidak dapat terbakar dengan distribusi ukuran 1-100 µm dan relatif homogen seperti yang terlihat pada gambar 2. Bila tidak dilewatkan presipitator elektrostatis abu ini akan beterbangan di udara karena ukuran partikelnya relatif kecil. Abu terbang mempunyai warna keabu-abuan dan jumlahnya kira-kira 85% dari total abu yang dihasilkan. Berdasarkan karakteristik fisika dan komposisi kimia abu terbang maka abu terbang memiliki potensi yang besar untuk dijadikan adsorban logam berat.

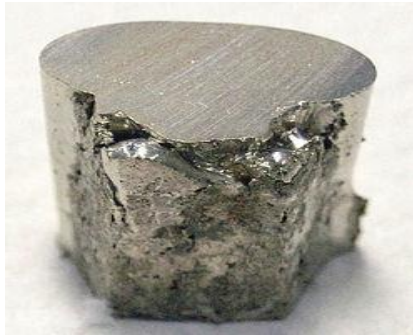


Gambar 2. Abu Terbang Batubara (*Fly Ash*)

C. Nikel (Ni)

Nikel (Ni) terbentuk secara alami pada kerak bumi dan tersebar di lingkungan. Nikel terdapat dalam kombinasi dengan arsen, antimon (Sb), oksigen, sulfur, oksida, silikat, sulfida, serta arsenida seperti millerit (NiS) dan dalam Garnierite, yaitu silikat- magnesium- nikel dalam berbagai komposisi. Nikel juga ditemukan beraliansi dengan besi (Fe) dalam meteor, sedangkan bumi mengandung Ni dalam jumlah cukup banyak. Ni biasanya terbentuk bersama-sama dengan kromit dan platina dalam batuan ultrabasa seperti batuan peridotit.

Nikel adalah logam berwarna putih perak dengan berat jenis 8,5 dan berat atom 58,71 g/mol. Nikel merupakan logam yang resisten terhadap korosi dan oksidasi pada temperatur tinggi sehingga bisa digunakan untuk memproduksi *stainless steel*. Logam nikel memiliki sifat kuat, dapat ditempa, serta tahan terhadap karat dan tahan terhadap oksidasi. Berikut merupakan gambar dari logam nikel.



Gambar 3. Logam Nikel

Nikel sebagai bahan paduan logam banyak digunakan di berbagai industri logam, berbagai macam baja, serta elektroplating. Untuk mendayagunakan karakteristik logam yang kuat, tahan tempa, anti karat, tahan temperatur rendah maupun tinggi, nikel banyak digunakan sebagai campuran baja nirkarat, campuran baja berbasis logam Ni, untuk memproduksi baterai dan katalis, sebagai bahan campuran kawat las *cast iron* (besi tuang) karena Ni memiliki karakteristik *low solubility* pada karbon, *nickel screen*, yaitu *screen* pada mesin *rotary print* dalam industri *printing* tekstil, berbagai jenis *alloy* nikel, koin, industri *plumbing*, peralatan listrik, dan *stainless-steel*.

Berbagai macam industri menggunakan bahan baku nikel atau garam nikel, antara lain industri kimia, industri elektronik, serta industri logam. Berbagai macam jenis produk yang dihasilkan oleh industri logam barbahan baku Ni, antara lain compact disc (CD), baterai kering (Ni-MH), pigmen (pewarna) cat, pelapisan permukaan (plating) logam/nonlogam, serta bahan magnetik.

Pencemaran Ni di udara berasal dari pembakaran batubara, pembakaran BBM, industri pemurnian logam Ni, serta limbah dari incenerator. Pembuangan

limbah yang mengandung Ni mengakibatkan pencemaran Ni pada tanah, air, dan tanaman

Di lingkungan perairan, toksisitas oleh logam berat nikel disebabkan oleh kurangnya jaminan penggunaan instalasi pengolahan air limbah yang sesuai dengan standar keselamatan lingkungan dan terdapat sisa-sisa nikel di daerah pertambangan yang terbawa air hujan pada muara aliran sungai dan timbunan tanah mengandung bijih nikel. Dampak yang dapat dilihat langsung adalah peningkatan kekeruhan pada perairan di sekitar lokasi pertambangan nikel. Tentu saja hal ini berakibat buruk pada biota sungai. (Sabilu, 2010). Oleh sebab itu setiap logam berat memiliki nilai ambang batas sebelum limbah cair industri yang mengandung logam berat tersebut dibuang ke lingkungan seperti yang dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Nilai Ambang Batas kadar logam dalam limbah cair industri

Parameter	Kadar Maksimum (mg/L)	Beban pencemaran maksimum (mg/L)
TSS	20	0,40
Sianida total (CN) tersisa	0,2	0,004
Krom total (Cr)	0,5	0,010
Krom heksavalen (Cr ⁶⁺)	0,1	0,002
Tembaga (Cu)	0,6	0,012
Seng (Zn)	1,0	0,020
Nikel (Ni)	1,0	0,020
Kadmium (Cd)	0,05	0,001
Timbal (Pb)	0,1	0,002
pH	6,0-9,0	
Debit limbah maksimum	20 L/m ² produk pelapisan logam	

Anonim, KEP-51/MENLH/10/1995

D. Adsorpsi

Menurut Billah (2010) adsorpsi merupakan suatu proses atau fenomena penimbunan atau penghimpunan subtan pada permukaan dari dua fase yang

teradsorpsi disebut adsorbat (solute dan fase pengadsorpsi disebut adsorban). Peristiwa demikian biasanya diartikan sebagai penyerapan molekul-molekul adsorbat ke permukaan adsorban. Sifat adsorpsi partikel koloid banyak dimanfaatkan dalam proses penjernihan air atau pemurnian suatu bahan yang masih mengandung pengotor. Partikel koloid mempunyai permukaan luas sehingga mempunyai daya serap adsorpsi yang besar. Terjadinya adsorpsi pada permukaan larutan disebabkan karena adanya kekuatan atau gaya tarik – menarik antara atom atau molekul pada permukaan larutan. Peristiwa penyerapan suatu zat pada permukaan zat lain disebut adsorpsi, zat yang diserap disebut fase terserap sedangkan zat yang menyerap disebut adsorban. Peristiwa adsorpsi disebabkan oleh gaya tarik molekul di permukaan adsorban.

1. Jenis Adsorpsi

Berdasarkan daya tarik molekul adsorban dengan adsorbat, adsorpsi dibedakan menjadi dua, yaitu:

a. Adsorpsi fisika

Adsorpsi yang disebabkan oleh gaya Van Der Waals yang ada pada permukaan adsorban, panas adsorpsinya rendah dan lapisan yang terjadi pada permukaan adsorban biasanya lebih kecil dari satu molekul.

b. Adsorpsi kimia

Adsorpsi yang terjadi karena adanya reaksi antara zat yang diserap dengan adsorban panas adsorpsinya tinggi lapisan molekul pada adsorban hanya satu lapis, terbentuk ikatan kimia. Peristiwa adsorpsi disebabkan oleh

daya tarik molekul di permukaan adsorban. Adsorpsi menurunkan ketidakseimbangan daya tarik yang terjadi di permukaan (Alberty, 1992).

Beberapa gaya yang dapat menyebabkan terjadinya adsorpsi diantaranya adalah : (1) interaksi non polar Van der Waals, (2) pembentukan ikatan hidrogen, (3) pertukaran ion dan (4) pembentukan ikatan kovalen. Adsorpsi fisika seringkali menunjukkan adsorpsi dari adanya gaya Van der Waals, terjadi karena adanya gaya adhesi antara zat terlarut dengan adsorban. Gaya-gaya paling kuat yang ada dalam adsorpsi molekul-molekul kecil dari larutan cair yaitu pertukaran ion dan ikatan hidrogen. Adsorpsi zat terlarut oleh adsorban padat cenderung membentuk ikatan hidrogen jika salah satu mempunyai kelompok ikatan hidrogen sebagai donor dan yang lainnya sebagai akseptor (Yun dkk., 2001 dan Alberty dkk, 1992).

2. Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Adsorpsi

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi adalah:

- a. Sifat-sifat fisika dan kimia dari adsorban. Selain komposisi dan polaritas, struktur pori merupakan faktor yang penting untuk diperhatikan. Struktur pori berhubungan dengan luas permukaan. Semakin kecil pori-pori adsorban, mengakibatkan luas permukaan semakin besar. Dengan demikian kecepatan adsorpsi bertambah. Untuk meningkatkan kecepatan adsorpsi dianjurkan agar menggunakan adsorban yang telah dihaluskan.
- b. Sifat-sifat fisika dan kimia dari zat yang diserap. Banyak senyawa yang dapat diadsorpsi oleh adsorban tetapi kemampuannya untuk mengadsorpsi berbeda untuk masing-masing senyawa. Adsorpsi akan bertambah besar sesuai dengan bertambahnya ukuran molekul serapan dari struktur yang

sama seperti dalam deret homolog. Adsorpsi juga dipengaruhi oleh gugus fungsi, posisi gugus fungsi, ikatan rangkap, struktur rantai dan senyawa serapan.

- c. Konsentrasi dari zat yang diserap dalam larutan. Semakin tinggi konsentrasi dari zat yang diserap dalam larutan maka semakin banyak jumlah adsorban yang akan digunakan.
- d. Sifat-sifat dari liquid, misalnya pH dan temperatur. Adsorpsi semakin meningkat bila pH diturunkan yaitu dengan penambahan asam-asam mineral, sebaliknya bila pH dinaikkan yaitu dengan menambahkan alkali, adsorpsi akan berkurang sebagai akibat terbentuknya garam.
- e. Waktu tinggal dalam system. Bila adsorban ditambahkan dalam suatu cairan dibutuhkan waktu untuk mencapai keseimbangan. Waktu yang dibutuhkan berbanding terbalik dengan jumlah adsorban yang digunakan. Untuk larutan yang mempunyai viskositas tinggi diperlukan waktu tinggal yang lebih lama. (Billah (2010))

Kebalikan dari proses adsorpsi adalah desorpsi. Desorpsi merupakan proses pelepasan kembali ion atau molekul yang telah berikatan dengan gugus aktif pada adsorban (Tanindya dan Diah Fitriasti, 2009). Proses desorpsi ini dapat dilakukan dengan menggunakan larutan asam, basa dan larutan netral.

$$\% \text{ desorpsi} = \frac{\text{jumlah ion terdesorpsi}}{\text{jumlah ion teradsorpsi}} \times 100\%$$

E. Model Isoterm Langmuir

Model kinetika adsorpsi Langmuir-Hinshelwood digunakan untuk memberi gambaran karakteristik adsorpsi ion-ion logam secara monolayer pada

permukaan adsorban. Isoterm Langmuir menggambarkan bahwa pada permukaan adsorban terdapat sejumlah tertentu sisi aktif yang sebanding dengan luas permukaan. Setiap sisi aktif hanya satu molekul yang dapat diadsorpsi. Ikatan antara zat yang teradsorpsi dengan adsorban dapat terjadi secara fisika atau secara kimia (Oscik, 1982).

Kapasitas adsorpsi yang menggambarkan efektivitas adsorban dapat dihitung dengan menggunakan pendekatan model isotherm Langmuir yang mengusulkan persamaan sebagai berikut:

$$\frac{c}{m} = \frac{1}{bK} + \frac{c}{b}$$

dengan c adalah konsentrasi kesetimbangan, m adalah jumlah ion logam yang teradsorpsi per gram adsorben, b dan K merupakan tetapan kapasitas adsorpsi dan tetapan kesetimbangan adsorpsi (Oscik, 1982).

F. Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

Spektrofotometri serapan atom adalah suatu metode analisis untuk menentukan konsentrasi suatu unsur dalam suatu cuplikan yang didasarkan pada proses penyerapan radiasi sumber oleh atom-atom yang berada pada tingkat energi dasar (ground state). Proses penyerapan energi terjadi pada panjang gelombang yang spesifik dan karakteristik untuk tiap unsur. Proses penyerapan tersebut menyebabkan atom penyerap tereksitasi, dimana elektron dari kulit atom meloncat ke tingkat energi yang lebih tinggi. Banyaknya intensitas radiasi yang diserap sebanding dengan jumlah atom yang berada pada tingkat energi dasar yang menyerap energi radiasi tersebut. Dengan

mengukur tingkat penyerapan radiasi (absorbansi) atau mengukur radiasi yang diteruskan (transmitansi), maka konsentrasi unsur di dalam cuplikan dapat ditentukan. (Boybul, 2009)

1. Prinsip SSA

Dasar dari SSA adalah pengukuran radiasi cahaya yang diserap atom bebas. Saat cahaya diserap oleh atom, maka elektron pada atom akan tereksitasi ke tingkat energi yang lebih tinggi. Penyerapan energi cahaya ini berlangsung pada panjang gelombang yang spesifik untuk setiap logam.

Hubungan antara serapan sinar oleh atom-atom pada panjang gelombang tertentu dinyatakan dengan hukum Lambert-Beer yaitu:

$$A = -\log T$$

$$A = \log I_0/I_t$$

Dengan penurunan dan integrasi maka akan diperoleh rumus:

$$A = a.b.c$$

Dimana: A = absorban

a = koefisien medium penyerap

I_0 = Intensitas sinar mula-mula

b = tebal medium penyerap

I_t = Intensitas sinar yang diteruskan

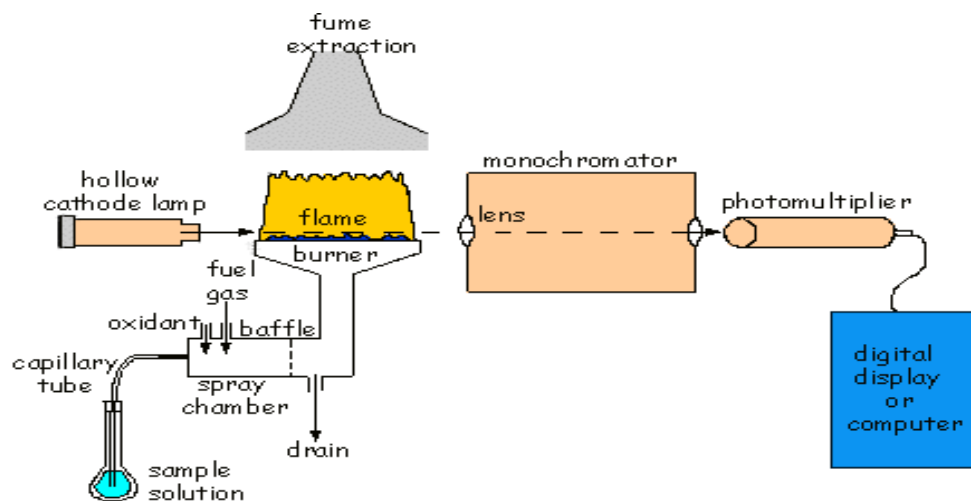
c = konsentrasi atom penyerap (analit)

Berdasarkan hukum Lambert-Beer diperoleh nilai absorban sebanding dengan konsentrasi atom unsur yang dianalisis pada panjang gelombang tertentu sehingga didapat kurva kalibrasi sebagai hubungan antara konsentrasi dengan

absorbansi, maka berdasarkan kurva kalibrasi ini konsentrasi sampel dapat ditentukan (Underwood, 2001).

2. Instrumentasi

Spektrofotometri serapan atom memiliki lima komponen dasar yaitu sumber sinar, tempat atomisasi, monokromator, detektor dan rekorder (Day. R.A, 1992). Skematik SSA dapat dilihat pada Gambar 4 berikut ini



Gambar 4. Skematik SSA

a. Sumber sinar

Merupakan sistem emisi yang diperlukan untuk menghasilkan sinar yang energinya akan diserap oleh atom bebas. Sumber radiasi haruslah bersifat sumber yang kontinyu. Seperangkat sumber yang dapat memberikan garis emisi yang tajam dari suatu unsur yang spesifik tertentu dengan menggunakan lampu pijar Hollow cathode. Lampu ini memiliki 2 elektroda, satu diantaranya berbentuk silindris dan terbuat dari unsur yang sama dengan unsur yang akan dianalisa.

b. Sistem Pengatoman

Merupakan bagian yang penting karena pada tempat ini senyawa akan dianalisa. Pada sistem pengatoman, unsur-unsur yang akan dianalisa diubah bentuknya dari bentuk ion menjadi bentuk atom bebas. Ada beberapa jenis sistem pengatoman yang lazim digunakan pada setiap alat AAS, antara lain :

a) Sistem pengatoman dengan nyala api

Menggunakan nyala api untuk mengubah larutan berbentuk ion menjadi atom bebas. Ada 2 bagian penting pada sistem pengatoman dengan nyala api, yaitu sistem pengabut (nebulizer) dan sistem pembakar (burner), sehingga sistem ini sering disebut sistem BURNER-NEBULIZER. Sebagai bahan bakar yang menghasilkan api merupakan campuran dari gas pembakar dengan oksidan dan penggunaannya tergantung dari suhu nyala api yang dikehendaki.

b) Sistem pengatoman dengan tungku grafit

Keuntungan sistem ini jika dibandingkan dengan sistem pengatoman nyala api adalah sampel yang dipakai lebih sedikit, tidak memerlukan gas pembakar, suhu yang ada di burner dapat dimonitor dan lebih peka.

c) Sistem pengatoman dengan pembentukan hidrida

Sistem ini hanya dapat diterapkan pada unsur-unsur yang dapat membentuk hidrida, dimana senyawa hidrida dalam bentuk uapnya akan menyerap sinar dari HCL. Sistem ini biasanya dilakukan

dengan mereduksi unsur sehingga menjadi valensi yang lebih rendah, kemudian dibentuk sebagai hidrida. Sistem ini banyak dilakukan untuk analisa unsur-unsur seperti As, Bi dan Se.

d) Sistem pengatoman dengan uap dingin

Sistem ini hanya dilakukan untuk analisa unsur Hg, karena Hg mempunyai tekanan uap yang tinggi, sehingga pada suhu kamar Hg akan berada pada kesetimbangan antara fasa uap dan fasa cair. Cara menganalisis Hg dengan mereduksi merkuri (Hg^{2+}) menjadi merkuro (Hg_2^{2+}), kemudian uapnya dialirkan secara kontinu kedalam sel serapan yang ditempatkan diatas burner (tidak dipanaskan) dan penyerapan terjadi karena Hg berbentuk uap.

e) Sistem pengatoman sampel padat

Sistem ini dilakukan pada sampel dengan potensial eksitasi yang rendah atau dengan energi yang rendah sudah bisa tereksitasi dan unsur tersebut berada pada sampel yang sederhana yang ikatannya mudah lepas. Pengatoman biasanya dilakukan dengan menaruh sampel kedalam suatu wadah sampel, kemudian dipanaskan dengan nyala api dan uap-uap yang terbentuk dialirkan kedalam sel serapan seperti dilakukan pada Hg.

c. Monokromator

Fungsi monokromator adalah mengisolasi salah satu garis resonansi/radiasi resonansi dari sekian banyak spektrum yang dihasilkan oleh lampu pijar hollow cathode.

d. Detektor

Fungsi detektor adalah mengubah energi sinar menjadi energi listrik, dimana energi listrik yang dihasilkan digunakan untuk mendapatkan data. Detektor SSA tergantung pada jenis monokromatornya, jika monokromatornya sederhana yang biasa dipakai untuk analisa alkali, detektor yang digunakan adalah barrier layer cell. Tetapi pada umumnya yang digunakan adalah detektor photomultiplier tube.

e. Sistem pembacaan (Rekorder)

Sistem pembacaan merupakan bagian yang menampilkan suatu angka atau gambar yang dapat dibaca oleh mata.

Metode SSA sangat tepat untuk analisa zat pada konsentrasi rendah. Logam-logam yang membentuk campuran kompleks dapat dianalisa dan selain itu tidak selalu diperlukan sumber energi yang besar. Sensitivitas dan batas deteksi merupakan parameter yang sering digunakan dalam SSA. Keduanya dapat bervariasi dengan perubahan temperatur nyala, dan lebar pita spektra. (Kusumawati, 2010)



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kondisi optimum yang diperoleh pada adsorpsi ion Nikel (II) oleh abu terbang batubara adalah pada pH larutan 6, konsentrasi larutan Ni(II) 50 mg/L, ukuran partikel 355 μm dan laju alir 20 tetes/menit.
2. Hasil penelitian yang diperoleh memenuhi persamaan isoterm Langmuir dengan nilai R mendekati 1 dan plot nilai C/m terhadap C menghasilkan kurva yang linier, artinya adsorpsi ion nikel (II) oleh abu terbang batubara berlangsung secara kimia. Dari persamaan isoterm Langmuir diperoleh konstanta afinitas penyerapan adsorban dan kapasitas serapan maksimum adsorban berturut-turut adalah 0,134 dan 0,4458 mg/g.
3. Desorpsi ion nikel (II) maksimum pada konsentrasi asam nitrat 2 M dengan persen desorpsi sebesar 85,58%.

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka disarankan untuk peneliti selanjutnya :

1. Melakukan penelitian lebih lanjut mengenai modifikasi adsorban abu terbang batubara agar didapatkan adsorban dengan kapasitas serapan yang lebih tinggi.

2. Melakukan penelitian lebih lanjut mengenai pemanfaatan abu terbang batubara sebagai adsorban logam berat lainnya yang dapat membahayakan kehidupan manusia dan ekosistemnya jika keberadaannya melampaui nilai ambang batasnya.
3. Bagi industri yang menghasilkan limbah khususnya limbah logam Ni dapat memanfaatkan abu terbang batubara dalam pengolahan limbah tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Alberty, R.A., and F. Daniel. 1992. *Physical Chemistry*. 5th ed. SI Version. John Willey and Sons Inc. New York.
- Anonim, Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor : KEP-51/MENLH/10/1995. <http://www.bapedal.go.id/kepmen>.
- Boybul, Iis Haryati. (2009). *Analisis Unsur Pengotor Fe, Cr, dan Ni Dalam Larutan Uranil Nitrat Menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom*. Yogyakarta: Seminar Nasional V SDM Teknologi Nuklir.
- Day, R.A. JR dan A.L Underwood. 1998. *Analisis Kimia Kuantitatif Edisi keenam*. Jakarta: Erlangga.
- Hasrianti. (2012). *Adsorpsi Ion Cd^{2+} dan Cr^{6+} pada Limbah Cair Menggunakan Kulit Singkong*. Tesis Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin.
- Hessley, R.K., Reasoner J.W., dan Riley J.T., (1986), *Coal Science*, John Wiley and Sons, New York, 81– 87
- Indrawati, L. (2009). “Aktivasi Abu Terbang Batubara dan Aplikasinya pada Proses Adsorpsi Ion Logam Cr dalam Limbah Elektroplating”. Tugas Akhir, Jurusan Kimia, Universitas Negeri Semarang.
- Jumaeri, W. Astuti dan W.T.P. Lestari. (2007). *Preparasi Dan Karakterisasi Zeolit Dari Abu Terbang Batubara Secara Alkali Hidrotermal*. Reaktor, Vol. 11, No. 1. Hlm 38-44
- Kurniawati, D. (2000). *Pemanfaatan Abu Terbang Sebagai Material Penyerap Logam Pb, Zn, dan Krom Dalam Air Limbah*. Tesis Pasca Sarjana UNAND
- Kurniawati, D. (2005). *Pemanfaatan Abu Terbang Sebagai Material Penyerap Fenol*. Penelitian Dana DIK Rutin th 2005.
- Kurniawati, D. (2008). *Pemanfaatan Abu Terbang Sebagai Material Penyerap Zat Warna Limbah Industri Tekstil*. Penelitian Dana Rutin UNP th 2005.
- Kurniawati, D. (2011). *Pengaruh pH dan Konsentrasi Ion Logam Cd Terhadap Material Penyerap Abu Terbang Dalam Limbah*. Prosiding Seminar Nasional Kimia Pendidikan Kimia Serta Teknik Penulisan Artikel Ilmiah HKI. ISBN: 978-602-8821-28-5
- Kusumawati, Dewi Ramandhanni. (2010). *Spektrometri Serapan Atom*. Yogyakarta.