



**PEMANFAATAN KARBON AKTIF AMPAS TEBU UNTUK
MENURUNKAN KADAR LOGAM Pb DALAM LARUTAN AIR**

Skripsi
disajikan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
Program Studi Kimia

oleh
RIZKYARIEF EKATRISNAWAN
4311409029

JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2016

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “**Pemanfaatan Karbon Aktif Ampas Tebu Untuk Menurunkan Kadar Logam Pb Dalam Larutan**” ini bebas dari plagiat, dan apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan.



Semarang, 2 Oktober 2015

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Rizky Arief Eka Trisnawan'. The signature is written in a cursive, somewhat stylized font.

Rizky Arief Eka Trisnawan

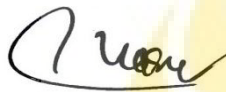
UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi ini telah disetujui oleh dosen pembimbing untuk diajukan di hadapan sidang panitia Ujian Skripsi Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang

Semarang, 2 Oktober.2015

Pembimbing I



Dra. Woro Sumarni, M.Si
NIP 196507231993032001

Pembimbing II



Ella Kusumastuti. S.Si, M.Si
NIP198212142009122004



UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul “Pemanfaatan Karbon Aktif Ampas Tebu untuk Menurunkan Kadar Logam Pb dalam Larutan Air”

Disusun oleh

RIZKYARIEF EKA TRISNAWAN

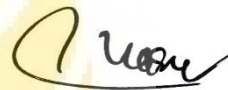
4311409029

Telah dipertahankan di hadapan panitia sidang Ujian Skripsi FMIPA Unnes pada tanggal 2 Oktober 2015



Prof. Dr. Zaenuri, S.E., M.Si.,Akt
NIP. 196412231988031001

Sekretaris



Dra. Woro Sumarni, M.Si
NIP196507231993032001

Penguji I/

Penguji



Triastuti Sulistyaningsih S.Si, M.Si
NIP 197704112005012014

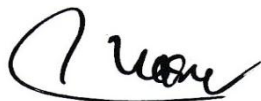
Anggota Penguji II/

Pembimbing II



Ella Kusumastuti, S.Si, M.Si
NIP198212142009122004

Anggota Penguji III/
Pembimbing I



Dra. Woro Sumarni, M.Si
NIP 196507231993032001

MOTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

Sukses tidak diukur dari posisi yang dicapai seseorang dalam hidup, tetapi dari kesulitan-kesulitan yang berhasil diatasi ketika berusaha meraih sukses (Booker T Washington).

PERSEMBAHAN

Kupersembahkan karya ini untuk :

1. Tuhan Yang Maha Esa
2. Kedua orang tuaku tercinta terimakasihku tanpa batas atas doa, dukungan.



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis sampaikan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pemanfaatan Karbon Aktif Ampas Tebu Untuk Menurunkan Kadar Logam Pb Dalam Larutan Air”. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Sains Program Studi Kimia di Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.

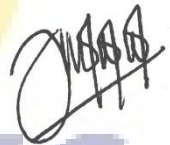
Pada kesempatan kali ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu, baik dalam penelitian maupun penyusunan Skripsi ini. Ucapan terima kasih ini penulis sampaikan kepada:

1. Rektor Universitas Negeri Semarang.
2. Dekan FMIPA Universitas Negeri Semarang.
3. Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang yang telah membantu dalam hal administrasi.
4. Triastuti Sulistyaningsih S.Si, M.Si, selaku penguji yang telah memberikan saran dan kritik.
5. Ella Kusumastuti, S.Si, M.Si. dan Dra. Woro Sumarni, M.Si, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan perhatian, bimbingan, arahan dan saran kepada penulis selama penyusunan skripsi.
6. Agung Tri Prasetya, S.Si, M.Si selaku Kepala Laboratorium Kimia Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan ijin penelitian.

7. Dosen-dosen dan Teknisi-teknisi Laboratorium Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang atas ilmu, bantuan, serta dukungan yang telah diberikan selama menempuh studi.
8. Keluarga atas kasih sayang, jerih payah dan doa yang selalu mengiringi setiap langkah penulis.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini.

Demikian ucapan terima kasih dari penulis, semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan dapat memberikan kontribusi positif bagi para pembaca dan perkembangan ilmu pengetahuan dalam dunia penelitian.

Semarang, 2 Oktober 2015



Penulis



UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

ABSTRAK

RizkyArief EkaTrisnawan. 2015. **Pemanfaatan Karbon Aktif Ampas Tebu untuk Menurunkan Kadar Logam Pb dalam Larutan Air**. Skripsi. Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Semarang, Pembimbing. Dra. Woro Sumarni, M.Si. Ella Kusumastuti, S.Si, M.Si.

Kata kunci : **Karbon Aktif, Ampas Tebu, Logam Pb.**

Karbon aktif atau arang aktif adalah suatu bahan yang berupa karbon amorf yang sebagian besar terdiri dari karbon bebas serta mempunyai kemampuan daya serap (adsorpsi) yang baik. Karbon aktif digunakan sebagai bahan pemucat (penghilang zat warna), penyerap gas, penyerap logam, dan sebagainya. Tujuan penelitian adalah mengetahui waktu kontak, rasio (b/v) arang aktif terhadap larutan Pb(II), dan ukuran partikel arang aktif dalam adsorpsi Pb(II). Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah karbonisasi ampas tebu dengan *furnace*, kemudian aktivasi dengan H_2SO_4 1 M, kemudian dianalisis dengan FTIR. Adsorpsi logam Pb pada larutan air dilakukan dengan variasi waktu kontak, kemudian dilanjutkan dengan variasi rasio (b/v) arang aktif terhadap Pb(II). Adsorpsi dilakukan pada ukuran partikel adsorben 50 mesh dan 100 mesh. Berdasarkan hasil penelitian dengan variasi (b/v), 1:10, 1:30, dan 1:60, ternyata rasio 1:10 (b/v) memiliki daya serap maksimal dalam menurunkan kadar Pb dengan efisiensi penyerapan sebesar 65%. Variasi waktu kontak 30, 60, 120, dan 240 menit menghasilkan 120 menit merupakan waktu adsorpsi yang dibutuhkan arang aktif agar dapat menurunkan kadar Pb pada larutan air secara maksimal, dengan persentase penyerapan sebesar 72%. Ukuran 50 mesh merupakan ukuran partikel arang aktif yang dapat mengadsorpsi dan menurunkan kadar Pb pada larutan air secara maksimal.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

ABSTRACT

Rizky Arief Eka Trisnawan. 2015. The use of carbon active bagasse for reducing concentration of metal Pb in aqueous solution. Final Project. Chemistry Department Mathematics and Science Faculty. Semarang State University. Advisor. Woro Sumarni, M.Si. Co Advisor. Ella Kusumastuti, S.Si, M.Si.

Keywords: Activated Carbon, Sugarcane dregs, Metal Pb.

Activated carbon or activated charcoal are a material of amorphous carbon that is largely composed of carbon free and have good ability absorption capacity. Activated carbon used as a busting dyestuff, gas absorbent, metal absorbent, and so on. Research objectives is to know the contact time, the ratio (w/v) the activated carbon to a solution of Pb(II), and particle size of activated carbon in adsorption Pb(II). Methods used in this research are carbonation step of the sugar cane by furnace, then activation with H_2SO_4 1 M, and then analyzed with FTIR. Adsorption metal Pb in water solution performed with time contact variation, and continued with variation of the ratio (w/v) activated carbon to Pb(II). Adsorption performed on particle size of adsorbent 50 mesh and 100 mesh. Based on the research with variation (w/v) , 1: 10 , 1: 30 , 1: 60, actually ratio 1: 10 (w/v) have maximum absorption capacity in reducing Pb with efficiency of adsorption of 65 %. Variation of contact time 30, 60, 120, 240 minutes produce the fact that 120 minutes is time adsorption required by the activated carbon can reduce Pb(II) concentration optimally, with the efficiency of adsorption 72 %. Particle size 50 mesh of activated carbon can adsorb and reduce the Pb in water solution optimally.



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN.....	ii
PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	iii
PENGESAHAN	iv
MOTO DAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian	6
BAB 2 LANDASAN TEORI.....	7
2.1 Air	7
2.2 Logam Berat.....	10
2.3 Logam Pb.....	10
2.4 Asam Sulfat.....	12
2.5 Limbah Ampas Tebu.....	12
2.6 Arang Aktif	16
2.7 Proses Adsorpsi.....	18
2.8 Spektrometri Serapan Atom.....	21
2.9 Penelitian Terkait	22
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	24
3.1 Lokasi Penelitian.....	24
3.2 Variabel Penelitian	24

3.3 Prosedur Penelitian.....	25
BAB 4 HASIL.....	30
4.1 Preparasi Ampas Tebu Menjadi Karbon Aktif	30
4.1.1 Proses Karbonisasi Ampas Tebu	30
4.1.2 Proses Pemisahan Ampas Tebu	32
4.1.3 Aktivasi Arng Aktif Ampas Tebu	33
4.2 Identifikasi Gugus Aktif dalam Arang Ampas Tebu.....	33
4.3 Pengaruh Adsorpsi Arang Aktif Ampas Tebu.....	35
4.4 Pengaruh Rasio	36
4.5 Pengaruh Ukuran Partikel Arang Aktif Ampas Tebu.....	37
BAB 5 PENUTUP	39
5.1.Simpulan	39
5.2.Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN.....	43



Daftar Gambar

Gambar	Halaman
1. Tipe Akuifer	9
2. Tanaman Tebu.....	12
3. Ampas Tebu dan Arang Aktif Ampas Tebu	15
4. Pori-pori Arang Aktif.....	16
5. Ampas Tebu Kering	23
6. Proses Pembuatan Arang.....	23
7. Arang Ampas Tebu yang Telah dihaluskan	24
8. Arang Ampas Tebu yang Telah diaktivasi.....	25
9. Pengaruh Rasio (b/v).....	26
10. Angka kadar Pb	28
11. Hasil FTIR.....	30

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Air merupakan penentu kesinambungan hidup di bumi, karena air selain dikonsumsi juga digunakan dalam berbagai aktivitas kehidupan seperti memasak, mandi, mencuci, dan sebagainya. Di sisi lain, air mudah sekali terkontaminasi oleh bahan-bahan pencemar sehingga dapat mengganggu kesehatan makhluk hidup (Ompusunggu, 2009). Di sisi lain, sumber air mulai terbatas, bahkan cenderung berkurang yang disebabkan oleh faktor-faktor yang bersumber dari manusia, misal pengundulan hutan, pengurangan kawasan resapan air dan pencemaran (Suriawiria, 2005).

Pencemaran air adalah munculnya zat, energi dan komponen lain kedalam air. Pencemaran juga bias berarti berubahnya tatanan (komposisi) air oleh kegiatan manusia dan proses alam, sehingga kualitas air menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya. Karena kebutuhan makhluk hidup akan air sangat bervariasi, maka batas pencemaran untuk berbagai jenis air juga berbeda-beda. Sebagai contoh, air sungai di pegunungan yang belum tercemar tidak dapat digunakan langsung sebagai air minum karena belum memenuhi persyaratan untuk dikategorikan sebagai air minum (Darmono, 2008).

Kota Semarang sebagai ibukota Propinsi Jawa Tengah mempunyai luas wilayah 37.370 hektar. Kota Semarang berpenduduk ±1.350.000 jiwa dengan aktivitas sebagai pedagang, pegawai pemerintah dan industri,

Berpotensi menghasilkan timbunan sampah. Sumber sampah yang terdapat di Semarang sekitar 75% didominasi oleh sampah yang berasal dari pemukiman/rumah tangga, sampah pasar 14% dan sampah kawasan industry (nonB3) 4%. Timbunan sampah yang dihasilkan TPA Jatibarang mempunyai komposisi sampah organik 61,95%, kertas 12,26%, kaca 1,72%, plastik 13,39%, logam 1,80%, kain 1,55%, sampah dari kantor 0,5% dan lain –lain 6,83% (Sudarwin,2008). Pengelolaan sampah di kota Semarang dilakukan oleh Dinas Kebersihan Kota. Kegiatan yang dilakukan dimulai dari pengumpulan, pemindahan dan pengangkutan sampai pada akhirnya ke tempat pembuangan akhir.

Tempat pembuangan akhir sampah di Kota Semarang berada di Jatibarang Kelurahan Kedung pane Kecamatan Mijen Kota Semarang, mempunyai luas ± 46 hektar, dioperasionalkan mulai tahun 1992. Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sampah Jatibarang, secara topografi merupakan daerah berbukit dan bergelombang dengan kemiringan lereng sangat curam (lebih dari 24%), ketinggian bervariasi antara 63-200m dari permukaan air laut dan dibagian bawah (terendah) mengalir Sungai Kreo yang airnya merupakan bahan baku PDAM Kota Semarang (Sudarwin, 2008).

TPA Jatibarang setiap hari menampung 2.500m^3 atau sekitar 600ton sampah. Sampah yang dibuang ke TPA berasal dari bermacam-macam sumber penghasil sampah missal pemukiman/rumahtangga, kantor, hotel, pasar maupun industri. Jenis sampah tersebut dengan kandungan yang heterogen, meliputi sampah organik, anorganik, maupun sampah berbahaya/toksik.

Sampah yang berada di TPA ini perlu mendapat penanganan agar tidak terjadi penyimpangan dalam pembuangannya sehingga dapat mengganggu kebersihan dan keindahan, serta dapat menyebabkan terjadinya kerusakan lingkungan yaitu timbulnya bau akibat sampah yang terdekomposisi. Bau tersebut mengundang lalat yang dapat menyebabkan berbagai penyakit menular. Selain itu tanah dan air permukaan maupun air bawah tanah dapat terkontaminasi oleh cairan lindi (pemaparan air hujan terhadap timbunan sampah) (Sudarwin, 2008).

Cairan lindi di TPA Jatibarang sangat berbau dan berwarna hitam pekat, cairan lindi yang berwarna keruh menunjukkan adanya kandungan logam berat seperti Pb^{2+} dengan konsentrasi yang cukup tinggi dan melebihi baku mutu limbah cair (Suwarni dkk., 2008).

Timbal merupakan logam berat yang tergolong mikroelemen, dan berpotensi menjadi bahan toksik jika terakumulasi dalam tubuh makhluk hidup. Masuknya unsur Pb ke dalam tubuh makhluk hidup dapat melalui saluran pencernaan (gastrointestinal), saluran pernafasan (inhalasi) dan penetrasi melalui kulit (topikal) (Sudarwin, 2008).

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan Permana (2013), kandungan Pb dalam air sumur gali jarak 10 meter dari lindi adalah 2 ppm dan kandungan Pb dalam lindi adalah 1,09 ppm. Menurut penelitian Sutji (2006), sampel sapi potong yang diambil dari peternakan TPA Jatibarang menunjukkan kadar Pb sebanyak 0,1179-0,5813 ppm, sedangkan menurut Sudarwin (2008), sampel air yang diambil dari 0, 10, 67, 143 meter berturut-turut menunjukkan kadar 0,01;

2,3; 1,4; 2,2 ppm dengan asumsi kadar yang diambil tidak berdasarkan DAS (Daerah Aliran Sungai).

Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan RI no. 907/Menkes/SK/VII/2002 tentang syarat dan pengawasan kualitas air minum, kandungan Pb maksimal untuk air minum adalah 0,05 mg/L maka air sumur gali di TPA Jatibarang memerlukan suatu metode pengolahan air, salah satunya dengan menggunakan arang aktif sebagai biosorpsi. Adsorpsi adalah suatu proses yang terjadi ketika suatu fluida (cairan maupun gas) terikat pada suatu padatan dan akhirnya membentuk suatu film (lapisan tipis) pada permukaan padatan tersebut.

Dalam penelitian ini peneliti menggunakan ampas tebu yang diolah menjadi arang aktif. Limbah ampas tebu merupakan limbah padat yang berasal dari perasan batang tebu yang sudah diambil niranya. Limbah ini banyak mengandung serat dan gabus. Ampas tebu selain dimanfaatkan sendiri oleh pabrik sebagai bahan bakar pemasakan nira, juga dimanfaatkan oleh pabrik kertas sebagai pulp campuran pembuat kertas. Kadangkala masyarakat sekitar pabrik memanfaatkan ampas tebu sebagai bahan bakar. Dari hasil studi kasus tersebut limbah ampas tebu selain digunakan untuk bahan bakar dapat diolah menjadi arang aktif (Apriliani, 2010). Menurut Kaur dkk., (2008) arang aktif ampas tebu juga dapat dimanfaatkan sebagai adsorben logam berat seperti Pb^{2+} dengan penyerapan sebesar 80%.

Keunggulan arang aktif adalah kapasitas dan daya serapnya yang besar, karena struktur pori dan keberadaan gugus fungsional kimiawi di permukaan

arang aktif seperti C=O, C, dan CH. Kualitas arang aktif ditunjukkan dengan nilai daya serap Iod di mana berdasarkan ketentuan dari SNI 06-3730-1995 arang aktif dinilai berkualitas bilamana nilai daya serap Iodnya mendekati 750 mg/g, Misalnya arang dari tempurung kelapa dan tongkol jagung sebelum diaktifasi daya serap iodinnya masing-masing adalah 276 dan 452 mg/g, namun setelah diaktivasi meningkat menjadi 672 dan 647 mg/g mendekati nilai persyaratan kualitas arang aktif (Harsanti dkk., 2010).

Hasil penelitian di Jepang melaporkan bahwa lahan yang diberi arang aktif meningkatkan frekuensi bakteri fiksasi nitrogen sebesar 10-15% di Hokkaido dan Tohoku (Honshu Utara), 36-48% di Kanto hingga Chugoku (Honshu sebelah Timur-Barat), dan 59-66% di Kyusu. (Balintang, 2011:11)

Berdasarkan latar belakang di atas, maka penulis melakukan penelitian dengan judul “Pemanfaatan Karbon Aktif Ampas Tebu untuk Menurunkan Kadar Logam Pb dalam Larutan Air”.

1.2. RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan uraian diatas, permasalahan yang timbul dalam penelitian ini antara lain:

1. Berapa waktu kontak adsorpsi optimum yang dibutuhkan arang aktif agar dapat menurunkan kadar Pb pada larutan air?
2. Berapa rasio (b/v) optimum arang aktif agar dapat menurunkan kadar Pb pada larutan air?
3. Berapa ukuran partikel optimum arang aktif dalam adsorpsi Pb pada larutan air?

1.3. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui lama atau waktu adsorpsi yang dibutuhkan arang aktif yang teraktivasi agar dapat menurunkan kadar Pb pada larutan air secara maksimal.
2. Mengetahui rasio (b/v) yang dibutuhkan arang aktif yang teraktivasi agar dapat menurunkan kadar Pb pada larutan air secara maksimal.
3. Mengetahui ukuran partikel arang aktif yang dapat mengadsorpsi dan menurunkan kadar Pb pada larutan air.

1.4. MANFAAT PENELITIAN

Manfaat yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah:

1. Mengurangi akumulasi limbah ampas tebu
2. Menambah nilai ekonomis ampas tebu
3. Memperoleh metode sederhana untuk mengolah air sumur yang terkontaminasi logam berat menjadi air yang layak minum.
4. Memanfaatkan karbon aktif ampas tebu sebagai pengolah air bersih dengan menggunakan metode *green Chemistry* yaitu tidak merusak lingkungan.
5. Memberikan informasi faktor – faktor yang mempengaruhi daya absorpsi arang untuk menyerap logam Pb secara maksimal.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Air

Air adalah substansi kimia dengan rumus kimia H_2O . Satu molekul air tersusun atas dua atom hidrogen yang terikat secara kovalen pada satu atom oksigen. Air merupakan suatu pelarut yang penting, yang memiliki kemampuan untuk melarutkan banyak zat kimia misal garam-garam, gula, asam, beberapa jenis gas dan banyak macam molekul organik (Henniker,1949).

Dalam siklus hidrologinya air akan meresap ke tanah dan membentuk air tanah. Air tanah (*Groundwater*) menggambarkan air yang tersimpan dibawah tanah dalam batuan yang permeabel. Periode penyimpanannya dapat berbeda waktunya bergantung dari kondisi geologinya (beberapa minggu–tahun). Pergerakan air tanah dapat muncul ke permukaan, dengan manifestasinya sebagai mata air (*spring*) atau sungai (*river*) (Susilo,2008).

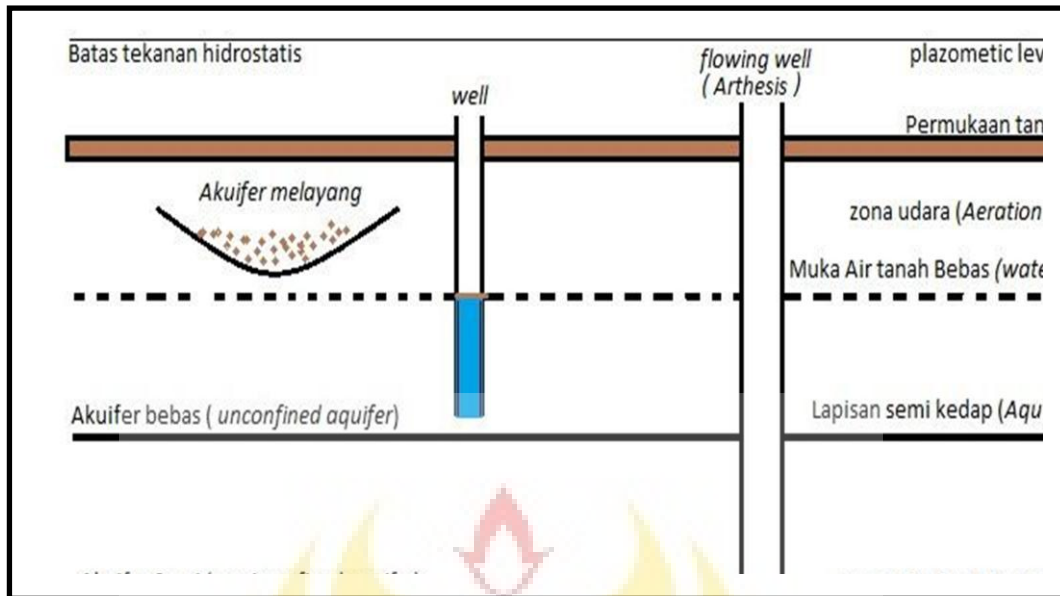
Zeffitni (2011) menyatakan bahwa air tanah tersimpan dalam suatu lapisan batuan yang dapat menyimpan dan meloloskan air yang disebut akuifer. Air tanah merupakan sumber daya alam yang terbaharui, namun waktu pengisian kembali (*replenishment*) sangat relative bergantung pada ketersediaan air, kondisi permukaan, curah hujan, litologi, konduktivitas hidroulik, topografi, kedalaman muka tanah dan pengaruh zona tidak jenuh.

Dalam perjalanannya aliran air tanah ini seringkali melewati suatu lapisan akuifer yang di atasnya memiliki lapisan penutup yang bersifat kedap air (*impermeable*) hal ini mengakibatkan perubahan tekanan antara air tanah

yang berada dibawah lapisan penutup dan air tanah yang berada diatasnya. Perubahan tekanan inilah yang didefinisikan sebagai air tanah tertekan (*confinedaquifer*) dan air tanah bebas (*unconfinedaquifer*). Dalam kehidupan sehari-hari pola pemanfaatan air tanah bebas sering kita lihat dalam penggunaan sumur gali oleh penduduk, sedangkan air tanah tertekan dalam sumur bor yang sebelumnya telah menembus lapisan penutupnya.

Menurut Zeffitni (2011), sumur gali dan sumur dalam (*artesis*) didefinisikan sebagai berikut:

1. Sumur gali adalah sumur yang dihasilkan dari pengeboran pada daerah zona akuifer bebas (*unconfinedaquifer*) dimana pengeboran dihentikan setelah menembus lapisan muka air tanah bebas (*water table*).
2. Sumur dalam (*artesis*) adalah sumur yang dihasilkan dari pengeboran pada akuifer tertekan (*confinedaquifer*) melewati daerah zona akuifer bebas (*unconfinedaquifer*) dan zona semi akuifer (*semiconfinedaquifer*) serta pengeboran dihentikan setelah menembus lapisan kedap 2 (*aquiclude*) setelah melewati lapisan zona udara (*aerationzone*), muka air tanah bebas (*water table*), lapisan semi kedap (*aquifard*) dan lapisan kedap1 (*aquiclude1*). Susunan lapisan diilustrasikan pada Gambar 1:



gambar 1. Tipe Akuifer (Zeffitni 2011).

Nilai Ambang Batas (NAB) Air adalah kadar maksimum yang diperbolehkan bahan pencemar berada di lingkungan seperti danau, sungai, lautan dan air tanah akibat aktivitas manusia. NAB air sumur gali mengacu pada kualitas air bersih yang berdasar Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 416/MENKES/PER/IX/1990 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air.

Menurut Suhartini (2008), nilai ambang batas logam Pb dalam air sumur gali adalah 0,05 ppm yang berdasar pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 416/MENKES/PER/IX/1990 tentang syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air, yang mana apabila kadar logam Pb yang ada dalam air sumur gali lebih dari 0,05 ppm maka air sumur gali tersebut dianggap tidak sehat atau tercemar walaupun dari segi fisik dia tidak tercemar.

2.2 Logam Berat

Logam berat adalah unsur logam yang mempunyai massa jenis lebih besar dari 5 g/cm^3 , antara lain Cd, Hg, Pb, Zn, dan Ni. Logam berat Cd, Hg, dan Pb dinamakan sebagai logam non esensial dan pada tingkat tertentu menjadi logam beracun bagi makhluk hidup (Subowo dkk., 1999).

Menurut Sarjono (2009), adanya logam berat di perairan memiliki dampak yang berbahaya, baik secara langsung terhadap kehidupan organisme maupun efeknya secara tidak langsung terhadap kesehatan manusia. Hal ini berkaitan dengan sifat-sifat logam berat yaitu :

- 1) Sulit didegradasi, sehingga mudah terakumulasi di lingkungan perairan dan keberadaannya secara alami sulit terurai (dihilangkan).
- 2) Dapat terakumulasi dalam organisme termasuk kerang dan ikan yang dapat membahayakan kesehatan manusia yang mengkonsumsi organisme tersebut.
- 3) Mudah terakumulasi pada sedimen, sehingga konsentrasinya lebih tinggi dari konsentrasi logam dalam air. Di samping itu sedimen mudah tersuspensi karena pergerakan masa air yang akan melarutkan kembali logam yang dikandungnya ke dalam air, sehingga sedimen menjadi sumber pencemar potensial dalam skala waktu tertentu.

2.3 Logam Pb

Pb adalah logam berat yang terdapat secara alami di dalam kerak bumi dan tersebar ke alam dalam jumlah kecil melalui proses alami. Timbal yang ada di lingkungan juga berasal dari kegiatan manusia yang

menghasilkan timbal 300 kali lebih banyak dibandingkan timbal yang berasal dari proses alami. Timbal terakumulasi di lingkungan, tidak dapat terurai secara biologis dan toksisitasnya tidak berubah sepanjang waktu. Timbal bersifat toksik jika terhidup atau tertelan oleh manusia dan di dalam tubuh akan beredar mengikuti aliran darah, diserap kembali di dalam ginjal dan otak, dan disimpan di dalam tulang dan gigi, Murhadi dkk., (2011). Timbal mempunyai berat atom 207,21; berat jenis 11,34; bersifat lunak serta berwarna biru atau silver abu - abu dengan kilau logam, nomor atom 82 mempunyai titik leleh 327,4°C dan titik didih 1.620°C (Fardiaz, 1995).

Menurut Sudarwin (2008), timbal termasuk logam berat "*trace metals*" karena mempunyai berat jenis lebih dari lima kali berat jenis air. Bentuk kimia senyawa Pb yang masuk ke dalam tubuh melalui makanan, mengendap pada jaringan tubuh, dan sisanya terbuang bersama bahan sisa metabolisme. Timbal merupakan sebuah unsur yang biasanya ditemukan di dalam batu - batuan, tanah, tumbuhan dan hewan. Timbal 95% dalam senyawa bersifat anorganik dan pada umumnya dalam bentuk garam anorganik yang kurang larut dalam air.

Timbal organik ditemukan dalam bentuk senyawa *Tetra Ethyl Lead* (TEL) dan *Tetra Methyl Lead* (TML). Jenis senyawa ini hampir tidak larut dalam air, namun mudah larut dalam pelarut organik misal dalam lipid. Waktu keberadaan timbal dipengaruhi oleh beberapa faktor misal arus angin dan curah hujan. Timbal tidak mengalami penguapan, namun dapat ditemukan di udara sebagai partikel. Oleh karena timbal merupakan sebuah

unsur maka tidak mengalami degradasi (penguraian) dan tidak dapat dihancurkan.

2.4 Asam Sulfat (H_2SO_4)

Asam sulfat (H_2SO_4) adalah cairan yang tidak berwarna dan bersifat higroskopis, dengan berat jenis 1,838 g/mL. Asam pekatnya yang murni mempunyai titik didih sekitar $338^{\circ}C$ dan kadarnya sekitar 98%. Cairan ini dapat bercampur dengan air dalam suatu perbandingan dengan melepaskan panas yang banyak sehingga ketika mencampurkan keduanya, H_2SO_4 harus selalu dituang dalam aliran tipis ke dalam air. H_2SO_4 juga berperan sebagai oksidator sehingga lebih mampu melarutkan senyawa organik atau komponen lain yang terkandung dalam arang ampas tebu.

2.5 Limbah Ampas Tebu

Tebu (*Sacharum officinarum*, Linn.) merupakan tanaman bahan baku pembuatan gula yang hanya dapat ditanam di daerah beriklim tropis. Umur tanaman sejak ditanam sampai bisa dipanen mencapai kurang lebih 10 bulan.



Gambar 2. Tanaman tebu (Wijayanti, 2009)

Tebu termasuk keluarga *Graminae* atau rumput-rumputan dan cocok ditanam pada daerah dengan ketinggian 1 sampai 1300 meter di atas permukaan air laut. Di Indonesia terdapat beberapa jenis tebu, di antaranya tebu hitam (cirebon), tebu kasur, POJ 100, POJ 2364, EK 28, dan POJ 2878. Tanaman tebu memiliki ukuran batang dan warna yang berlainan. Tebu termasuk tanaman berbiji tunggal yang tingginya berkisar antara 2 sampai 4 meter. Batang tebu memiliki banyak ruas yang setiap ruasnya dibatasi oleh buku-buku sebagai tempat tumbuhnya daun. Bentuk daunnya berupa pelepah dengan panjang mencapai 1-2 meter dan lebar 4-8 cm. Permukaan daunnya kasar dan berbulu. Bunga tebu berupa bunga majemuk dengan bentuk menjuntai di puncak sebuah poros gelagah. Tebu mempunyai akar serabut. Tebu dari perkebunan diolah menjadi gula di pabrik gula. Dalam proses produksi gula, dari setiap tebu yang diproses dihasilkan ampas tebu sebesar 90%, gula yang dimanfaatkan hanya 5% dan sisanya berupa tetes tebu (molase) dan air (Wijayanti, 2009).

Ampas tebu adalah suatu residu dari proses penggilingan tanaman tebu (*saccharumoficinarum*) setelah diekstrak atau dikeluarkan niranya pada Industri pemurnian gula sehingga diperoleh hasil samping sejumlah besar produk limbah berserat yang dikenal sebagai ampas tebu (*bagasse*).

Tiap memproduksi, pabrik gula selalu menghasilkan limbah yang terdiri dari limbah padat, cair dan gas. Limbah padat, yaitu: ampas tebu (*bagasse*), Abu boiler dan blotong (*filtecake*). Ampas tebu merupakan limbah padat yang berasal dari perasan batang tebu untuk diambil niranya.

Limbah ini banyak mengandung serat dan gabus. Ampas tebu selain dimanfaatkan sendiri oleh pabrik sebagai bahan bakar pemasakan nira, juga dimanfaatkan oleh pabrik kertas sebagai pulp campuran pembuat kertas. Kadang kala masyarakat sekitar pabrik memanfaatkan ampas tebu sebagai bahan bakar. Ampas tebu ini memiliki aroma yang segar dan mudah dikeringkan sehingga tidak menimbulkan bau busuk. Limbah padat yang kedua berupa blotong, merupakan hasil endapan (limbah pemurnian nira) sebelum dimasak dan dikristalkan menjadi gula pasir. Bentuknya seperti tanah berpasir berwarna hitam, memiliki bau tak sedap jika masih basah. Bila tidak segera kering akan menimbulkan bau busuk yang menyengat. (Ghofur, 2010).

Ampas tebu merupakan limbah pabrik gula yang sangat mengganggu apabila tidak dimanfaatkan. Ampas tebu mengandung serat (selulosa, pentosan, dan lignin), abu, dan air (Syukur, 2006). Adanya serat memungkinkan digunakannya ampas tebu sebagai pakan ternak, tetapi adanya lignin dengan kandungan cukup tinggi (19,7%) dan kadar protein yang rendah (28%) menyebabkan penggunaannya sangat terbatas (Lembar Informasi Pertanian, 2005).

Pentosan merupakan salah satu polisakarida yang terdapat dalam ampas tebu dengan persentase sebesar 20-27%. Kandungan pentosan yang cukup tinggi tersebut memungkinkan ampas tebu diolah menjadi furfural yang memiliki aplikasi cukup luas dalam beberapa industri terutama untuk mensintesis senyawa-senyawa turunannya seperti furfural alkohol, furan dan

lain-lain (Wijayanti, 2009). Kaur dkk., (2008) mengemukakan bahwa ampas tebu juga dapat dimanfaatkan sebagai adsorben logam berat seperti Zn^{2+} (90%), Cd^{2+} (70%), Pb^{2+} (80%), dan Cu^{2+} (55%). Kandungan karbon yang cukup tinggi pada ampas tebu menjadi dasar untuk melakukan pembuatan arang aktif dalam pemurnian minyak bekas.

Untuk memperoleh karbon aktif, maka perlu didapatkan karbon/arang terlebih dahulu dari bahan baku yang digunakan yaitu ampas tebu. Ampas tebu diproses menjadi karbon melalui karbonasi. Sebelum masuk dalam tahap karbonasi, ampas tebu terlebih dahulu dihaluskan menggunakan alat penghalus. Dengan adanya penghalusan proses karbonasi akan lebih merata karena semakin kecil (halus) ukuran ampas tebu, maka semakin besar luas permukaan ampas tebu yang terkena kontak panas pada proses karbonasi.

Dari penjelasan di atas ampas tebu yang belum dihaluskan dan telah dihaluskan dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Ampas tebu dan arang aktif ampas tebu

Senyawa alam yang banyak terdapat dalam limbah pertanian atau buangan industry merupakan potensi adsorben murah. Pemanfaatan bahan

alami atau biomaterial dari limbah pertanian sebagai bahan pengganti karbon aktif ataupun resin penukar ion untuk menyerap senyawa-senyawa beracun telah mulai diteliti. Penggunaan biomaterial dari limbah pertanian atau industri dapat digunakan sebagai alternatif adsorben dengan biaya rendah diantaranya adalah tongkol jagung, gabah padi, ampas kedelai, biji kapas, jerami, kulit kacang tanah dan ampas tebu .Roni dkk (2015).

Salah satu material yang dapat dipertimbangkan sebagai adsorben adalah ampas tebu. Secara kimiawi, komponen utama penyusun ampas tebu adalah serat yang di dalamnya terkandung gugus selulosa, poliosa seperti hemiselulosa, lignoselulosa dan lignin. Roni dkk (2015). Penggunaan ampas tebu sebagai alternatif biomaterial penyerap ion logam merupakan proses daur ulang yang sangat baik bagi penghematan sumber daya alam dan merupakan salah satu cara bagi pengolahan limbah. Arang ampas tebu tersebut dapat dibuat melalui tahap pirolisis (proses karbonisasi) pada suhu tertentu dapat dijadikan alternatif adsorben untuk menyerap ion logam berat beracun. Roni dkk (2015).

2.6 Arang Aktif



Gambar 4. Pori arang aktif (Manocha, 2003)

Arang adalah suatu bahan padat berpori yang merupakan hasil pembakaran bahan yang mengandung karbon. Pada Gambar 4 dapat dilihat

pori yang terdapat pada arang antara lain pori dengan ukuran kurang dari 2nm yang disebut *micropore*, pori dengan ukuran 2-5nm yang disebut *mesopore*, dan pori yang berukuran lebih dari 5nm disebut *macropore*. Arang aktif merupakan suatu bentuk arang yang telah melalui aktivasi dengan menggunakan gas CO₂, uap air, atau bahan-bahan kimia sehingga pori-porinya terbuka dan dengan demikian daya adsorpsinya menjadi lebih tinggi terhadap adsorbat. Karbon aktif atau arang aktif adalah suatu bahan yang berupa karbon amorf yang sebagian besar terdiri dari karbon bebas serta mempunyai kemampuan daya serap (adsorpsi) yang baik. Karbon aktif digunakan sebagai bahan pemucat (penghilang zat warna), penyerap gas, penyerap logam, dan sebagainya.

Luas permukaan arang aktif berkisar antara 300-3500 m²/gram dan hal ini berhubungan dengan struktur pori internal yang menyebabkan arang aktif bersifat sebagai adsorben. Arang aktif dapat mengadsorpsi gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu (adsorpsinya bersifat selektif), bergantung pada besar atau volume pori-pori, dan luas permukaan. Daya jerap arang aktif sangat besar, yaitu 25-1000% terhadap berat arang aktif. Arang aktif (karbon aktif) digunakan untuk berbagai tujuan. Sebagai penghilang warna, karbon aktif yang memiliki luas permukaan yang sangat besar, demikian pula volume porinya, jauh lebih efisien dari pada arang tanpa aktivasi, dan ada 40 kali lebih efisien dibandingkan dengan jelaga tulang.

Kapasitas adsorpsi arang aktif bergantung pada karakteristik arang aktifnya, seperti: tekstur (luas permukaan, distribusi ukuran pori), kimia permukaan (gugus fungsi pada permukaan), dan kadar abu. Selain itu juga bergantung pada karakteristik adsorpsi: bobot molekul, polaritas, ukuran molekul, dan gugus fungsi. Kondisi larutan juga berpengaruh, seperti: pH, konsentrasi, dan adanya kemungkinan adsorpsi terhadap zat lain (Villacarias dkk., 2005). kuantitas yang diserap oleh karbon aktif sangat besar, dan uap seperti uap bensin, benzene, dan karbon tetraklorida yang diserapnya kadang-kadang mencapai seperempat berat bahkan sama dengan berat adsorbennya. Bahan-bahan yang diadsorpsi itu dapat dipulihkan dan digunakan kembali. Adsorpsi merupakan suatu fenomena fisika, yang sangat bergantung pada luas permukaan dan volume pori. Struktur pori itu menyebabkan ukuran molekul yang dapat diadsorpsi itu terbatas, sedangkan bila ukuran partikelnya tidak menjadi masalah, kuantitas bahan yang diserap dibatasi oleh luas permukaan adsorben. Penggunaan karbon aktif terutama adalah untuk pemurnian larutan, misalnya pembersihan larutan gula tebu, gula bit dan gula jagung, dan untuk menghilangkan rasa dan bau air minuman, minyak nabati dan lemak hewani, minuman alkohol, bahan kimia, dan bahan obat-obatan (Austin, 1996).

2.7 Proses Adsorpsi

Adsorpsi adalah gejala pengumpulan molekul-molekul suatu zat pada permukaan sebagai akibat ketidakjenuhan gaya pada permukaan

tersebut. Proses adsorpsi dapat terjadi pada seluruh permukaan benda, tetapi yang sering terjadi adalah bahan padat menyerap partikel yang berada pada limbah cair. Bahan yang diserap disebut adsorbat atau *solute*, sedangkan bahan penyerapnya disebut adsorben. Material-material yang dapat digunakan sebagai adsorben diantaranya adalah asam humat, tanah diatomae, bentonit, biomassa mikroorganisme air, karbon aktif, alumina, silika gel, dan zeolit. Adsorpsi yang terjadi pada permukaan zat padat disebabkan oleh adanya gaya tarik atom atau molekul pada permukaan zat padat. Energi potensial permukaan molekul turun dengan mendekatnya molekul ke permukaan. Molekul teradsorpsi dapat dianggap membentuk fasa dua dimensi dan biasanya terkonsentrasi pada permukaan atau antarmuka (Purwaningsih, 2009).

Adsorpsi merupakan gejala pengumpulan molekul-molekul suatu zat pada permukaan zat lain akibat ketidakseimbangan gaya-gaya pada permukaan zat tersebut (Atkins, 1999). Adsorpsi merupakan proses akumulasi substansi adsorbat pada permukaan adsorben yang disebabkan oleh gaya tarik antar molekul atau interaksi kimia atau suatu akibat dari medan gaya pada permukaan padatan adsorben yang menarik molekul-molekul gas/uap atau cairan.

Adsorpsi yang terjadi pada permukaan zat padat disebabkan oleh adanya gaya tarik antar atom atau molekul pada permukaan zat padat. Energi potensial permukaan dari molekul turun dengan mendekatnya molekul ke permukaan. Molekul teradsorpsi dapat dianggap membentuk

fasa dua dimensi dan biasa terkonsentrasi pada permukaan atau antarmuka. Pada umumnya adsorpsi diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu adsorpsi fisika dan adsorpsi kimia. Dalam adsorpsi kimia, molekul adsorbat dan adsorben membentuk sistem homogen, sedangkan dalam adsorpsi fisika, adsorbat dan adsorben dapat dianggap sebagai dua sistem individu. Adsorpsi fisika dan adsorpsi kimia dibedakan oleh besarnya energi adsorpsi, reversibilitas, dan ketebalan lapis adsorben. Adsorpsi fisika memiliki energi adsorpsi yang kecil (<20 kJ/mol), sedangkan adsorpsi kimia memiliki energi adsorpsi yang lebih tinggi (>20 kJ/mol). Adsorpsi fisika terjadi karena adanya gaya van der Waals. Adsorpsi kimia melibatkan ikatan koordinasi sebagai hasil penggunaan bersama pasangan elektron oleh padatan adsorben dan adsorbat. Jika adsorbat berupa kation logam maka dapat dinyatakan sebagai asam Lewis dan gugus-gugus fungsional pada adsorben sebagai basa Lewis (Bahl dkk., 2004).

Adsorpsi terjadi pada permukaan zat padat karena adanya gaya elektrostatis atau gaya tarik antar molekul pada permukaan zat padat. Adsorpsi zat dari larutan, mirip dengan adsorpsi gas oleh zat padat. Adsorpsi bersifat selektif, artinya yang dapat diadsorpsi hanya zat terlarut atau pelarut saja. Bila dalam larutan ada dua zat atau lebih, zat yang satu akan diserap lebih kuat dari yang lain. Molekul yang teradsorpsi dapat dianggap membentuk fasa dua dimensi dan terakumulasi pada permukaan. Pada adsorpsi padat-cair, mekanisme adsorpsi bergantung pada faktor-faktor seperti gaya interaksi antara molekul adsorbat dengan permukaan,

gaya interaksi antara molekul pelarut dengan permukaan adsorben, dan gaya interaksi antara molekul dari komponen larutan dengan lapisan permukaan adsorben dan pori-porinya. Kecepatan adsorpsi sangat di pengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain konsentrasi, luas permukaan, suhu, ukuran partikel, pH dan waktu kontak (Oscik dalam Wibowo 2009).

2.8 Spektrometri Serapan Atom (SSA)

Spektrometri merupakan suatu metode analisis kuantitatif yang pengukurannya berdasarkan banyaknya radiasi yang dihasilkan atau yang diserap oleh spesi atom atau molekul analit. Salah satu bagian dari spektrometri ialah Spektrometri Serapan Atom (SSA), merupakan metode analisis unsur secara kuantitatif yang pengukurannya berdasarkan penyerapan cahaya dengan panjang gelombang tertentu oleh atom logam dalam keadaan bebas (Skoog et. al.,2000). Apabila cahaya dengan panjang gelombang tertentu dilewatkan pada suatu sel yang mengandung atom-atom bebas, maka sebagian cahaya tersebut akan diserap dan intensitas penyerapan akan berbanding lurus dengan banyaknya atom bebas logam yang berada dalam sel. Hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi diturunkan dari:

- a. Hukum Lambert : Bila suatu sumber sinar monokromatik melewati medium transparan, maka intensitas sinar yang diteruskan berkurang dengan bertambahnya ketebalan medium yang mengabsorpsi.

- b. Hukum Beer : Intensitas sinar yang diteruskan berkurang secara eksponensial dengan bertambahnya konsentrasi spesi yang menyerap sinar tersebut. Dari kedua hukum tersebut diperoleh suatu persamaan:

$$I_t = I_0 \cdot e^{-(\epsilon bc)}, \text{ atau}$$

$$A = - \text{Log } I_t/I_0 = \epsilon bc$$

Di mana : I_0 = Intensitas sumber sinar

I_t = Intensitas sinar yang diteruskan

ϵ = Absorptivitas molar

b = Panjang medium

c = Konsentrasi atom-atom yang menyerap sinar

A = Absorbansi.

Dari persamaan di atas, dapat disimpulkan bahwa absorbansi cahaya berbanding lurus dengan konsentrasi atom. Pada alat SSA terdapat dua bagian utama yaitu suatu sel atom yang menghasilkan atom - atom gas bebas dalam keadaan dasarnya dan suatu sistem optik untuk pengukuran sinyal. Dalam metode AAS, sebagaimana dalam metode spektrometri atomik yang lain, contoh harus diubah ke dalam bentuk uap atom. Proses pengubahan ini dikenal dengan istilah atomisasi, pada proses ini contoh diuapkan dan didekomposisi untuk membentuk atom dalam bentuk uap.

2.9 Penelitian Terkait

Pemanfaatan arang aktif untuk menurunkan kadar logam Pb air sumur gali telah banyak dilakukan oleh para peneliti baik di dalam negeri maupun luar negeri, namun bahan karbon aktif yang digunakan oleh para

peneliti berbeda-beda. Kaur dkk (2008) mengemukakan bahwa ampas tebu juga dapat dimanfaatkan sebagai adsorben logam berat seperti Zn^{2+} dengan efisiensi penyerapan 90%, 70% untuk Cd^{2+} , 80% untuk Pb^{2+} , 80%, dan (55%) untuk Cu^{2+} . Menurut Khadijah dkk, 2012, karbon aktif ampas tebu mampu mampu menurunkan kadar kekeruhan 98,82%, warna 96,99%, jumlah coliform 100% dan total padatan tersuspensi 99,55%.

Penelitian Ashbahani (2013), menunjukkan bahwa arang aktif ampas tebu dapat menurunkan konsentrasi Fe pada air sumur dengan waktu 90 menit dan dosis 2 gram adsorben. Efisiensi adsorpsi mencapai 90,32%, dengan ketentuan karbon aktif ampas tebu dengan lama perendaman NaCl 15% selama 10 jam, suhu karbonisasi $320^{\circ}C$ selama 30 menit, aktivasi HCl 0,1M serta pengayakan dengan saringan 200 mesh dengan waktu kontak yang digunakan setelah pengadukan adalah 30, 60, 90, 120, dan 150 menit.

Penelitian Susanawati, dkk (2013) menyebutkan bahwa arang aktif ampas tebu mempunyai daya serap terhadap *apiodin* sebesar $426,48 \text{ mg g}^{-1}$, daya serap terhadap *methylene blue* sebesar $21,04 \text{ mg g}^{-1}$, dengan karakteristik berat jenis sebesar $1,14 \text{ g mL}^{-1}$, kadar air sebesar 6,98%, dan kadar abu sebesar 48,19%.

Penelitian Apriliani (2010) efisiensi penyerapan ion logam Pb dengan kondisi optimum mencapai 95,92% dengan memperhitungkan massa adsorben, pH, konsentrasi ion logam dan lama pemanasan.

BAB 5

PENUTUP

5.1. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. 120 menit merupakan waktu adsorpsi yang dibutuhkan arang aktif yang teraktivasi agar dapat menurunkan kadar Pb pada larutan air secara maksimal, dengan persentase penyerapan sebesar 72%.
2. Rasio 1:10 (b/v) merupakan perbandingan yang memiliki daya serap maksimal dalam menurunkan kadar Pb dengan efisiensi penyerapan sebesar 65%.
3. 50 mesh merupakan ukuran partikel arang aktif teraktivasi yang dapat mengadsorpsi dan menurunkan kadar Pb pada larutan air secara optimal

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, peneliti memberikan saran sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan variasi perbandingan yang lain agar dapat menghasilkan penyerapan yang lebih maksimal dari penelitian ini.
2. Perlu dilakukan variasi ukuran partikel agar dapat mengadsorpsi kadar Pb lebih dari penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah. Mikrajuddin. Khairurrijal. 2009, “Karakterisasi Nanomaterial, *Jurnal Nanosains dan Nanoteknologi*”, ISSN 1979-0880, 56-781(2).
- Apriliani, A. 2010, “ pemanfaatan arang ampas tebu sebagai absorben ion logam Cu, Cd, Cr, dan Pb dalam air limbah”. *Jurnal lingkungan*.
- Asbhani, 2013. Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu Sebagai Karbon Aktif untuk Menurunkan Kadar Besi Pada Air Sumur, *Jurnal Teknik Sipil Untan* 13(1), 75-86.
- Darmono. 2008. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Elmariz, Titin. 2015. Optimasi Ukuran Partikel, Massa Dan Waktu Kontak Karbon Aktif Berdasarkan Efektivitas Adsorpsi β -Karoten Pada Cpo. Vol 4, No 2: *Jurnal Kimia*. Universitas Tanjungpura.
- Fardiaz, S. 1995. *Polusi Air dan Udara*, Yogyakarta: Kanisius.
- Ghafur, A. 2010. *Pengaruh Penggunaan Abu Ampas Tebu Terhadap Kuat Tekan dan Pola Retak Beton*, Sumatra Utara: UNSU.
- Hadiwibowo, Gardiani Febri. 2012. Preparasi dan karakterisasi mikrosfer kitosan suksinat tersambung silang natrium tripolifosfat. *Skripsi*. Universitas Indonesia.
- Hasanah, U. 2015. Pemanfaatan Abu Daun Bambu Teraktivasi Untuk Adsorpsi Logam Cd(II) dan Diimobilisasi Dalam Paving. *Skripsi*. Jurusan Kimia FMIPA UNNES.
- Henniker, J. C. 1949. *The Depth of the Surface Zone of a Liquid. Reviews of Modern Physics*, 21 (2): 322–341.
- Herlandien, YL. 2013. Pemanfaatan Arang Aktif Sebagai Absorban Logam Berat Dalam Air Lindi di TPA Pakusari Jember. *Skripsi*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.
- Kaur S., Walia T.P.S And Mahajan R.K 2008. Comparative Studies of Zink, Cadmium, Lead and Copper on Economically Viable Adsorbents. *Journal Environ Eng Sci*.
- Khadijah S, Siti Fatimah C.O, N Aina Misnon, F, Hanim, K. 2012, “Utilization Of Sugarcane Bagasse In The Production Of Activated Carbon For Groundwater Treatment”, *International Journal of Engineering and Applied Sciences* 2 (1).
- Manocha, S.M. 2003. *Porous Carbons*. Sadhana 28 : 335-348.

- Murhadi, dkk. 2011. *Absorpsi Timbal (Pb) Dalam Gas Buang Kendaraan Bermotor Bensin dengan Karbon Aktif*. Skripsi. Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta.
- Ompusunggu, H. 2009. *Analisa Kandungan Nitrat Air Sumur gali Masyarakat di Sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah di Desa Namo Bintang Kecamatan Pamsur Batu Kabupaten Deli Serdang*. Skripsi. Sumatera Utara: FKM-Universitas Sumatera Utara.
- Permana, R.L. 2013. *Penggunaan Air Laut Sebagai Koagulan Untuk Menurunkan Kadar Pb Dan Intensitas Warna*. Tugas Akhir 2. Jurusan Kimia FMIPA-UNNES.
- Purwaningsih, D. 2009. *Adsorpsi Multi Logam Ag(I), Pb(II), Cr(III), Cu(II) Dan Ni(II) Pada Hibrida Etilendiamino-Silika Dari Abu Sekam Padi*. Jurnal Penelitian Sainstek.
- Rahayu, T. 2004. "Karakteristik Air Sumur Dangkal di Wilayah Kartasura dan Upaya Penjernihannya". *Jurnal MIPA Universitas Diponegoro*. Vol. 14 (1), hlm. 40 – 51.
- Roni, dkk. 2015. *Penyerapan Logam Fe dengan Menggunakan Karbon Aktif dari Ampas Tebu yang Diaktifasi dengan KOH*. Jurnal. Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau
- Roy G.M. 1985. *Activated Carbon Applications in the Food and Pharmaceutical Industries*, Lancaster: Technomic.
- Sarjono, A. 2009. *Analisis Kandungan Logam Berat Cd, Pb, Dan Hg Pada Air Dan Sedimen Di Perairan Kamal Muara*, Jakarta Utara: Skripsi Ilmu Pertanian, 8-12.
- Sembiring, M.T dan Sinaga, T.S 2003, *Arang Aktif (Pengenalanan Proses Pembuatannya)*, Skripsi: Sumatera Utara: Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara.
- Skoog. D.A, Donald, M, West, F, James Holler, Stanley, R, Crouch, 2000, "Fundamentals of Analytical Chemistry", Brooks Cole.
- Subowo. Kurniansyah AM. Sukristiyonubowo. 1999. *Pengaruh Logam Berat Pb dalam Tanah terhadap Kandungan Pb, Pertumbuhan dan asil Tanam Caisem (Brassica rapa)*. Prosiding Seminar Sumber Daya Tanah, Iklim dan Pupuk. Puslittanak. Bogor.
- Sudarwin. 2008. *Analisis Spasial Pencemaran Logam Berat (Pb Dan Cd) pada Sedimen Aliran Sungai dari Tempat Pembuangan Akhir (Tpa) Sampah Jatibarang*. Semarang: Tesis Kesehatan Lingkungan.

- Suhartini. 2008. Pengaruh Keberadaan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Piyungan Terhadap Kualitas Air Sumur Penduduk Di Sekitarnya. *Jurnal Sainstek*, 5 (1) : 1-8
- Suriawiria, U, *Mikrobiologi Air*. PT. Alumni, Bandung. 2003. *Air Dalam Kehidupan dan Lingkungan yang Sehat*. PT. Alumni, Bandung, 2005.
- Susnawati, L.D, Bambang S. Lina S. 2013. Pengaruh Konsentrasi Larutan Kimia Hidroksida pada Abu Dasar Ampas Tebu Teraktivasi. *Jurnal Sumber Daya Alam & Lingkungan*, 4 (2) : 86-104
- Sutji. 2006. *Analisis Risiko Pencemaran Bahan Toksik Timbal (Pb) Pada Sapi Potong di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Jati barang*, Semarang: Tesis Kesehatan Lingkungan, 69.
- Suwarni A, Sri Puji, G, Joko, P.S 2008. *Pengolahan Leachate Tercemar Pb Sebagai Pencegahan Pencemaran Lingkungan TPA*, *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 9 (1) : 93.
- Triyanto, A. 2013. *Peningkatan Kualitas Minyak Goreng Bekas Menggunakan Arang Ampas Tebu Teraktivasi dan Penetralan dengan NaHSO₃*. Tugas Akhir 2. Jurusan Kimia FMIPA-UNNES.
- Villacarias F dkk. 2005. Adsorption of Simple Aromatic Compounds on Activated Carbon. *Journal of Colloid and Interface Science* 293:128-136.
- Wijayanti, R. 2009. Arang aktif dari ampas tebu sebagai adsorben pada pemurnian minyak, *Skripsi*. Bogor: FMIPA-IPB.
- Widhiati, I., D.A. Suastuti & M.A. Yohanita N. 2012. Studi Kinetika Adsorpsi Larutan Ion Logam Kromium (Cr) menggunakan Arang Batang Pisang (Musa Paradisiaca). *Jurnal Kimia*, 6(1): 8-16.
- Zeffitni. 2011. *Identifikasi Batas Lateral Cekungan Air tanah (CAT)*. Palu. *Jurnal SMARTek* . 7 (2) : 1-8.