AKTIVASI ARANG TONGKOL JAGUNG MENGGUNAKAN HCl SEBAGAI ADSORBEN ION Cd(II)

skripsi

disusun sebagai salah satu syarat

untuk memperoleh gelar Sarjana Sains

Prog Studi Kimia

oleh

Istria Pijar Rizky

4311411042

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2015

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa yang tertulis dalam skripsi ini benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan jiplakan atau plagiat dari karya tulis orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan.

Semarang, 29 Juli 2015

Penyusun

Istria Pijar Rizky

Nim: 4311411042

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

Aktivasi Arang Tongkol Jagung Menggunakan HCl Sebagai Adsorben Ion Cd(II)

disusun oleh

Istria Pijar Rizky

4311411042

telah dipertahankan di hadapan Sidang Panitia Ujian Skripsi FMIPA Universitas Negeri Semarang pada tanggal 29 Juli 2015

Panitia:

Ketua

Prof. Dr. Wiyanto, M.Si
NIP. 196310121988031001

Sekretaris

Dra. Woro Sumarni, M.Si
NIP. 196507231993032001

Ketua Penguji

Agung Tri Prasetya, S.Si, M.Si
NIP. 196904041994021001

Anggota Penguji/
Pembimbing Utama

Drs. Eko Budi Susatyo, M.Si
NIP. 196511111990031003

Anggota Penguji/
Pembimbing Pendamping

Dr. Endang Susilaningsih, M.S.
NIP. 195903181994122001

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO :

1. Keberhasilan adalah kemampuan untuk melewati dan mengatasi dari satu kegagalan ke kegagalan berikutnya tanpa kehilangan semangat (Winston Chuchill).
2. *I have no special talents, I am only passionately curious* (Albert Einsten).
3. Sungguh bersama kesukaran itu pasti ada kemudahan, oleh karena itu, jika kamu telah selesai dari satu tugas, kerjakanlah tugas lain dengan sungguh-sungguh dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu memohon dan mengharap (Q.S.Al-insyiroh; 5-8).

PERSEMBAHAN :

1. Untuk Orangtuaku serta keluarga besar yang senantiasa mencurahkan kasih sayang, doa serta dukungan baik moril maupun materil.
2. Untuk semua dosen yang telah memberikan ilmu serta membimbingku dengan sabar.
3. Untuk teman-teman seperjuangan Kimia angkatan 2011 terimakasih atas dukungan dan kebersamaannya selama ini.
4. Untuk keluarga besar Wisma Putri Pertiwi yang senantiasa menghibur, menemani, dan memberikan semangat setiap waktu.

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul "Aktivasi Arang Tongkol Jagung Menggunakan HCl Sebagai Adsorpben Ion Cd(II)". Skripsi ini penulis susun untuk mencapai gelar Sarjana Sains pada Jurusan Kimia Fakultas matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.

Selama proses penyusunan skripsi ini, penulis selalu mendapatkan dorongan dan bantuan dari berbagai pihak, sehingga segala rintangan yang penulis alami dapat teratasi. Oleh karena itu, dengan terselesaikannya Skripsi ini, maka penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Orangtuaku yang selalu memberikan doa, semangat dan dukungan baik dalam bentuk moral maupum materi.
2. Bapak Drs. Eko Budi Susatyo, M.Si selaku pembimbing utama.
3. Ibu Dr. Endang Susilaningsih, M.Si selaku pembimbing pendamping
4. Bapak Agung Tri Prasetya, S.Si, M.Si selaku penguji skripsi
5. Ketua Jurusan Kimia, FMIPA Universitas Negeri Semarang
6. Ketua Prodi Jurusan Kimia, FMIPA Universitas Negeri Semarang
7. Bapak Ibu Dosen Jurusan Kimia FMIPA UNNES yang telah memberikan bekal ilmu kepada penulis.
8. Kepala laboratorium Kimia FMIPA UNNES, beserta semua teknisi dan laboran yang telah membantu dalam penelitian ini.

9. Teman-teman ku Metta, Kartika, Selli, Manda Sinta, Etik, Lisa, Fatun dan semua teman angkatan 2011.
10. Keluarga besar Wisma Putri Pertiwi.
11. Semua pihak yang terkait yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu dalam penyusunan Skripsi ini.

Demikian ucapan terimakasih dari penulis, semoga Skripsi ini dapat bermanfaat dan dapat memberikan konstribusi positif bagi perkembangan ilmu pengetahuan dalam dunia penelitian, khususnya dalam bidang adsorpsi.

Semarang, Juli 2015

Penulis

Istria Pijar Rizky

4311411042

ABSTRAK

Istria, P.R, 2015. Aktivasi Arang Tongkol Jagung Menggunakan HCl sebagai Adsorben ion Cd(II). Skripsi. Jurusan Kimia, Prog Studi Kimia, Fakultas Matemamatika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang. Pembimbing I: Drs. Eko Budi Susatyo, M.Si. Pembimbing II: Dr. Endang Susilaningsih, M.S.

Telah dilakukan sintesis arang aktif tongkol jagung melalui aktivasi HCl dan dijadikan sebagai adsorben ion Cd(II). Tujuan dari penelitian ini untuk menentukan pH, massa adsorben, waktu kontak, konsentrasi logam optimum untuk adsorpsi dan mengetahui konsentrasi akhir ion Cd(II) dalam limbah. Penentuan kondisi optimum ditentukan dengan memvariasikan pH (3,4; 4; 4,5; 5; dan 5,5), massa adsorben (0,3; 0,4; 0,8; 1,2; 1,6 dan 2,0)g, waktu kontak (10, 30, 60, 90 dan 120) menit, konsentrasi larutan logam (10, 50, 100, 170dan 200) ppm. Kondisi optimum diperoleh pada pH 4, massa adsorben 0,4 g, waktu kontak 60 menit dan konsentrasi logam pada 178,2912 ppm. Konsentrasi awal ion Cd(II) dalam 50 mL limbah yaitu 93,5639 ppm terjerap oleh arang aktif tongkol jagung sebesar 30,5681 ppm, dan persentase adsorpsinya sebesar 32,67%.

Kata Kunci: Adsorpsi, arang aktif, ion Cd(II), tongkol jagung.

ABSTRACT

Istria, P.R, 2015. The Activation of Corn Cob Charcoal by Using HCL as the Absorbency of Ion Cd(II). Department of Chemistry FMIPA State University of Semarang. Advisor I: Drs. Eko Budi Susatyo, M.Si. Advisor II: Dr. Endang Susilaningsih, M.S.

Has been synthesized of corn cob active charcoal through the activation of HCl and has been utilized as an adsorbent of ion Cd(II). The objectives of this research are to determine pH, the mass of the adsorbent, contact time, the optimum concentration of metals to the adsorption and to know the final concentration of ion Cd(II) in waste. The determination of optimum condition is decided by varying pH (3.4; 4; 4.5; 5; dan 5.5), the mass of adsorbent (0.3; 0.4; 0.8; 1.2; 1.6 dan 2.0) g, the contact time (10. 30. 60. 90 and 120) minutes, the liquid concentration of metals (10. 50. 100. 170 dan 200) ppm. The optimum condition is retrieved in pH 4, the mass of adsorbent 0.4 g, the contact time 60 minutes and the concentration of metals in 178.2912 ppm. The initial concentration of ion Cd(II) in 50 mL waste is 93.5639ppm then which is absorbed by the active charcoal of corn cob is 30.5681ppm, and the percentage of the adsorption is 32.67%.

Keywords: active carbon. adsorption. corn cob. ion Cd (II).

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL i
PERNYATAAN..... ii
PENGESAHAN iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN iv
PRAKATA v
ABSTRAK vii
ABSTRACT viii
DAFTAR ISI ix
DAFTAR TABEL xii
DAFTAR GAMBAR xiii
DAFTAR LAMPIRAN xiv
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang..... 1
1.2 Rumusan Masalah..... 4
1.3 Tujuan Penelitian 4
1.4 Manfaat Penelitian 5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA 6
.. 2.1 Tongkol Jagung 6
.. 2.2 Arang Aktif..... 9
.. 2.3 Adsorpsi..... 13
.. 2.4 Adsorben..... 16
.. 2.5 Logam Berat 17
.. 2.6 Ion Logam Kadmium(II) 18
.. 2.7 Hasil Penelitian yang Pernah Dilakukan 19
BAB 3 METODE PENELITIAN 21
.. 3.1 Lokasi Penelitian 21
.. 3.2 Sampel 21
.. 3.3 Variabel Penelitian 21

.. 3.3.1 Variabel Bebas 21
.. 3.3.2 Variabel Terikat 21
.. 3.3.3 Variabel Terkendali 22
.. 3.4 Alat dan Bahan 22
.. 3.4.1 Alat 22
.. 3.4.2 Bahan 23
.. 3.5 Prosedur Penelitian 24
.. 3.5.1 Pembuatan Arang dari Tongkol jagung 24
.. 3.5.2 Aktivasi Arang dengan HCl 24
.. 3.5.3 Karakterisasi Arang Tongkol Jagung 24
.. 3.5.4 Pembuatan Larutan Baku Cd 1000 mg/L 26
.. 3.5.5 Penentuan Kondisi Optimum 26
.. 3.5.6 Penentuan Konsentrasi Ion Cd(II) dalam
.. Limbah 28
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN 29
.. 4.1 Karakterisasi Arang Aktif 29
.. 4.1.1 Kadar Air 29
.. 4.1.2 Kadar Abu 30
.. 4.1.3 Bilangan Iod 30
.. 4.2 Penentuan Kondisi Optimum Terhadap Adsorpsi Ion
.. Logam Cd(II) 32
.. 4.2.1 Penentuan pH Optimum 32
.. 4.2.2 Penentuan Massa Optimum 34
.. 4.2.3 Penentuan Waktu Optimum 36
.. 4.2.4 Penentuan Konsentrasi Optimum 37
.. 4.3 Penentuan Konsentrasi Ion Logam Cd(II) dalam
.. Limbah 39
BAB 5 PENUTUP 40
.. 5.1 Simpulan 40
.. 5.2 Saran 41
DAFTAR PUSTAKA 42

LAMPIRAN 46

DAFTAR TABEL

Tabel Halaman

2.1. Kandungan Gizi Jagung 7
2.2. Komposisi Tongkol Jagung..... 8
4.1. Kadar Air Arang Tongkol Jagung..... 29
4.2. Kadar Abu Arang Tongkol Jagung 30
4.3. Daya Serap Iod Arang Aktif Tongkol Jagung..... 31

DAFTAR GAMBAR

Gambar Halaman

2.1. Tongkol Jagung 8
2.2. Struktur arang aktif 10
2.3. Struktur kristalit arang aktif 10
4.1. Kurva hubungan pH dengan daya adsorpsi Cd(II)..... 32
4.2. Kurva hubungan massa adsorben dengan daya adsorpsi Cd(II) 34
4.3. Kurva hubungan waktu kontak dengan daya adsorpsi Cd(II)..... 36
4.4. Kurva hubungan konsentrasi Cd(II) dengan daya
adsorpsi Cd(II) 37

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran Halaman

1. Diag Alir Penelitian 46
2. Data Penentuan Daya Serap Arang Aktif Tongkol Jagung Terhadap Iod 55
3. Data Penentuan Kadar Air Arang Aktif Tongkol Jagung..... 59
4. Data Penentuan Kadar Abu Arang Aktif Tongkol Jagung 60
5. Data Penentuan pH Optimum Adsorpsi Ion Cd(II) oleh Arang Aktif Tongkol Jagung 61
6. Data Penentuan Massa Arang Aktif Tongkol Jagung Optimum yang Dibutuhkan untuk Adsorpsi Ion Cd(II)..... 64
7. Data Penentuan Waktu Kontak Optimum yang Dibutuhkan untuk Adsorpsi ion logam Cd(II)..... 67
8. Data Penentuan Konsentrasi Awal Cd(II) Optimum untuk Adsorpsi Ion Logam Cd(II) 70
9. Data Penentuan Konsentrasi Akhir Cd(II) pada Limbah..... 73
10. Perhitungan Bahan-bahan yang dibutuhkan 76
11. Foto Penelitian 82

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemajuan dibidang industri disamping lebih memudahkan dan mensejahterakan bagi masyarakat ternyata juga menimbulkan dampak negatif yang cukup berbahaya yaitu berupa limbah yang merupakan hasil samping dari proses industri. Limbah yang tidak ditangani secara tepat akan mencemari lingkungan dan mengganggu kesehatan manusia terutama limbah yang mengandung bahan-bahan berbahaya seperti logam berat. Limbah yang mengandung logam berat biasanya berasal dari industri elektroplanting, pengecoran baja, pembuatan kertas, industri tembaga dan kuningan. Logam berat tersebut diantaranya yaitu Merkuri (Hg), Kadmium (Cd), Timbal (Pb), Seng (Zn), Krom (Cr) dan Besi (Fe) (Hartomo *et al*, 1995). Limbah ini perlu ditanggulangi dengan segera dan dengan cara yang tepat. Salah satu cara penanganan limbah khususnya dalam bentuk cair yang efektif namun dengan biaya yang cukup terjangkau adalah dengan memanfaatkan limbah hasil pertanian menjadi adsorben logam berat.

Ion kadmium(II) merupakan ion logam berat yang berpotensi sebagai polutan bagi lingkungan terutama pada perairan sehingga perlu diupayakan untuk mengurangi kadarnya. Adanya ion logam ini dalam perairan dapat menimbulkan dampak yang berbahaya baik secara langsung maupun tidak langsung terhadap

kehidupan organisme dan kesehatan manusia. Ion Cd(II) menyebabkan keracunan kronik pada manusia karena dapat menyerang sistem syaraf, pembuluh darah, dan dalam tubuh dapat terakumulasi khususnya dalam hati dan ginjal, menyebabkan kekurangan darah, kerapuhan tulang, mempengaruhi reproduksi dan organ-organnya selain itu juga logam kadmium diduga merupakan salah satu penyebab dari timbulnya kanker pada manusia (Palar, 1994). Sumber alami dari ion Cd(II) dapat berasal dari gunung berapi sedangkan sumber keberadaan ion Cd(II) lainnya berasal dari aktivitas industri. Akibat dari sifat toksisitas logam ini maka kadarnya dalam perairan juga harus sangat kecil. Berdasarkan Perauran Pemerintah No.82 Tahun 2001 tentang Kualitas Air kadar untuk logam Cd dalam perairan adalah 0,01 ppm.

Jagung merupakan salah satu sumber daya alam yang melimpah di Indonesia. Produksi jagung di Indonesia setiap tahunnya menunjukkan peningkatan. Berdasarkan informasi dari Biro Pusat Statistik (2014), Produksi jagung tahun 2014 (ARAM II) diperkirakan sebanyak 19,13 juta ton pipilan kering atau mengalami kenaikan sebanyak 0,62 juta ton (3,33 persen) dibandingkan tahun 2013. Kenaikan produksi diperkirakan terjadi karena kenaikan luas panen seluas 58,72 ribu hektar (1,54 persen) dan kenaikan produktivas sebesar 0,85 kuintal/hektar (1,75 persen). Bukti lainnya dapat diamati dari semakin banyaknya produk-produk makanan yang bahan utamanya berasal dari jagung. Dampak dari banyaknya jagung yang dikonsumsi menyebabkan bertambahnya limbah tongkol jagung yang berpotensi mencemari lingkungan.

Masyarakat selama ini hanya memanfaatkan limbah tongkol jagung sebagai pakan ternak bahkan tidak sedikit juga yang membuangnya tanpa pengolahan lebih lanjut. Salah satu upaya yang dilakukan untuk memanfaatkan limbah pertanian tersebut serta meningkatkan nilai ekonominya ialah diolah menjadi arang aktif atau karbon aktif yang selanjutnya diaplikasikan sebagai adsorben. Tongkol jagung ini memiliki kandungan senyawa kabon yang cukup tinggi, yaitu selulosa (41%) dan hemiselulosa (36%) yang cukup tinggi yang mengindikasikan bahwa tongkol jagung berpotensi sebagai bahan pembuat arang aktif (Lorenz & Kulp, 1991). Selain itu juga tongkol jagung memiliki kandungan kadar abu yang rendah yaitu 0,91%. Arang aktif dari tongkol jagung ini memiliki beberapa kelebihan diantaranya mempunyai potensi yang baik sebagai adsorben karena kandungan karbonnya lebih besar dari pada kadar abunya, mudah dibuat, murah, bahan bakunya mudah didapat dan melimpah, mudah digunakan, aman, dan tahan lama.

Asam klorida (HCl) sebagai zat aktivator kimia bersifat higroskopis yang dapat mengurangi kadar air pada arang aktif yang dihasilkan. Dibandingkan dengan aktivator lainnya seperti H_2SO_4 dan HNO_3, arang aktif yang diaktivasi HCl memiliki daya jerap iod yang lebih baik karena HCl lebih dapat melarutkan pengotor sehingga pori-pori lebih banyak terbentuk dan proses penjerapan adsorbat menjadi lebih maksimal. Sedangkan pada H_2SO_4 dan HNO_3 daya jerap iodnya lebih kecil karena rusaknya dinding struktur dari arang sehingga daya adsorpsi semakin kecil (Alfiany *et al*, 2013; Nurhasni *et al*, 2012).

Arang tongkol jagung yang diaktivasi dengan HCl mampu mengadsorpsi logam berat terbukti dari penelitian yang pernah dilakukan oleh Sallau *et al* (2012), yang mengadsorpsi ion logam berat krom(VI) dan Rahayu *et al* (2014) mengadsorpsi ion besi(III). Hasil penelitian menunjukan bahwa ion logam berat krom(VI) dan ion logam besi(III) dapat teradsorpsi oleh arang aktif tongkol jagung dengan persentase adsorpsi masing-masing sebesar 90% dan 97,8%.

Berdasarkan dari latar belakang diatas maka akan dilakukan penelitian tentang pemanfaatan arang aktif dari tongkol jagung sebagai adsorben dengan menggunakan aktivator asam klorida (HCl) untuk meminimalisasi kandungan ion logam berat Cd(II).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan hal-hal yang diungkap diatas, maka dirumuskan permasalahan sebagi berikut :

1. Bagaimana karakteristik arang tongkol jagung teraktivasi HCl yang baik untuk digunakan sebagai adsorben ion Cd(II)?
2. Berapakah pH optimum, massa adsorben optimum, waktu kontak optimum dan konsentrasi ion logam optimum berserta daya adsorpsinya agar arang aktif tongkol jagung dapat mengadsorpsi ion Cd(II) secara maksimal?
3. Berapakah konsentrasi ion Cd(II) yang terserap dalam air limbah?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini antara lain :

1. Mengetahui karakteristik arang tongkol jagung teraktivasi HCl yang baik untuk digunakan sebagai adsorben ion Cd(II).

2. Mengetahui pH optimum, massa adsorben optimum, waktu kontak optimum dan konsentrasi logam optimum berserta adsorpsinya agar arang aktif tongkol jagung terhadap adsorpsi ion Cd(II).
3. Mengetahui konsentrasi ion Cd(II) yang terserap dalam air limbah.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat antara lain sebagai berikut:

Bagi Peneliti

1. Memberikan informasi baru dalam bidang ilmu pengetahuan tentang modifikasi arang aktif dari tongkol jagung menggunakan aktivator HCl sebagai adsorben ion Cd(II).
2. Mengetahui manfaat dari tongkol jagung sebagai adsorben.

Bagi Masyarakat Umum

1. Memberikan solusi atas permasalahan lingkungan akibat limbah tongkol jagung serta meningkatkan nilai jual dari limbah tongkol jagung.
2. Memberikan alternatif alami untuk mengurangi limbah ion Cd(II).
3. Memberikan informasi tentang teknologi terbaru dari energi konvensional yang dapat meningkatkan kemajuan IPTEK.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tongkol Jagung

Jagung merupakan tanaman yang sangat sering dijumpai di Indonesia. Hal ini dikarenakan tanaman jagung mempunyai daya adaptasi yang luas di daerah subtropik ataupun tropik. Jagung memiliki potensial besar sebagai komoditas unggulan tanaman pangan dalam rangka meningkatkan ketahanan pangan dan penganekaragaman (deservikasi) makanan bergizi bagi penduduk. Permintaan konsumen terhadap jagung semakin lama semakin meningkat dari tahun ke tahun, karena merupakan peluang bisnis yang menguntungkan (Rukmana, 2009: 8).

Tanaman jagung merupakan tanaman semusim *(annual)* dan termasuk kedalam keluarga *(famili)* rumput-rumputan (*Gineae*). Linnaeus, seorang ahli botani, menetapkan momenklatur tanaman jagung dengan nama lain *Zea mays* Linn. *Zea* (bahasa Yunani) dimaksudkan sebagai klasifikasi tanaman untuk jenis padi-padian atau rumput-rumputan (*Gineae*), sedangkan *mays* berasal dari *mahiz* atau *marisi* (bahasa India) digunakan untuk sebutan spesies. Dalam sistematika (taksonomi) tumbuhan, kedudukan tanaman jagung diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae* (tumbuh-tumbuhan)

Divisio : *Spermatophyta* (tumbuhan berbiji)

Sub Divisio : *Angiospermae* (berbiji tertutup)

Kelas : *Monoctyledone* (berkeping satu)

Ordo : *Ginae* (rumput-rumputan)

Famili : *Gineae*

Genus : *Zea*

Species : *Zea mays saccharata* Linn (Rukmana, 2009: 8-9)

Hampir semua bagian tanaman jagung dapat dimanfaatkan untuk kepentingan manusia dan hewan. Jagung dimanfaatkan dalam bentuk yang berbeda-beda seperti minyak jagung, tepung jagung, dan tongkol jagung sebagai adsorben (Jamil *et al*., 2009: 326). Masyarakat biasanya menyajikan dalam bentuk jagung rebus atau bakar. Adapun kandungan gizi jagung dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Kandungan gizi jagung

Kandungan gizi	Kadar
Kalori	33,00 kal
Protein	2,20 g
Lemak	0,10 g
Hidrat arang	7,40 g
Kalsium	7,00 mg
Fosfor	100,00 mg
Zat besi	0,50 mg
Vitamin A	200 S.I
Vitamin B1	0,08 mg
Vitamin C	8,00 mg
Air	89,50 g

Tongkol jagung merupakan bunga betina yang selalu dibungkus oleh kelopak-kelopak bunga yang jumlahnya sekitar 6-14 helai yang merupakan salah satu alat perkembangbiakan dari tanaman jagung itu sendiri. Jagung biasanya dipanen apabila telah memenuhi kriteria tongkol berukuran maksimal, biji padat (penuh), mengkilap, dan berumur 70-85 hari setelah tanam (Rukmana, 2009: 67).

Gambar 2.1 merupakan limbah tongkol jagung hasil panen yang belum dimanfaatkan.

Gambar 2.1. Tongkol jagung

Tongkol jagung merupakan bagian yang cukup penting, karena manfaatnya cukup banyak salah satunya yaitu digunakan sebagai alat penggosok dengan tekstur yang cukup halus, sebagai pipa yang dapat menyerap asap rokok tembakau atau disebut “pipa tongko”. Selain itu juga tongkol jagung sangat berpotensi untuk mengatasi polutan logam berat. Dinding sel tongkol jagung sebagian tidak mudah pecah atau larut dalam air karena tersusun atas selulosa dan hemiselulosa, lignin, kandungan tannin dan struktur protein (Muthusamy *et al*, 2012). Adapun komposisi dan kandungan pada tongkol jagung dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.2. Komposisi tongkol jagung

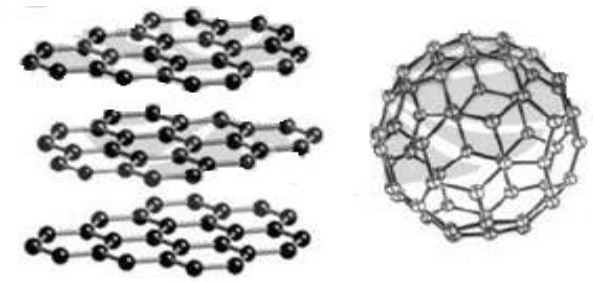
Komponen	%
Air	9,6
Abu	1,5
Hemiselulosa	36,0
Selulosa	41,0
Lignin	6,0
Pektin	3,0
Pati	0,014

Sumber : Lorenz & Kulp (1991)

2.2 Arang Aktif

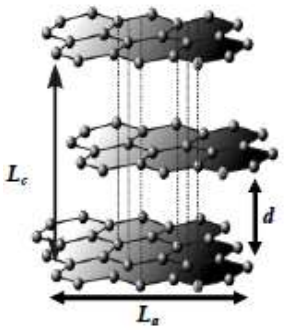
Arang merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon. Arang selain digunakan sebagai bahan bakar, juga dapat digunakan sebagai adsorben (Muathmainnah, 2012). Arang aktif dapat dibuat dari bahan yang mengandung karbon, baik bahan organik maupun anorganik. Beberapa bahan baku yang dapat digunakan antara lain : kayu, tempurung kelapa, limbah batu bara, limbah pengolahan kayu, dan limbah pertanian seperti kulit buah kopi, kulit buah coklat, sekam padi, jerami, tongkol dan pelepah jagung (Asano *et al*, 1999).

Arang aktif berbentuk amorf, berwarna hitam, tak berbau, tak berasa, serta mempunyai daya adsorpsi jauh lebih besar dibandingkan dengan arang yang belum diaktifasi. Daya adsorpsi dapat digambarkan oleh luas permukaan spesifik (luas permukaan/g). Umumnya luas permukaan spesifik berkisar antara 500 dan 1500 m^2/g). Struktur pori berhubungan dengan luas permukaan, dimana semakin besar pori-pori arang aktif mengakibatkan luas permukaan semakin besar dan kecepatan adsorpsi bertambah. Meningkatkan adsorpsi dianjurkan menggunakan arang aktif yang telah dihaluskan. Komposisi arang aktif terdiri atas selulosa, karbon, kadar air, dan kadar debu. Selulosa dalam karbon merupakan pembersih partikel dalam air keruh karena bersifat keras dan tidak mudah larut dalam air sehingga air menjadi jernih (Azamila, 2012). Berikut disajikan struktur karbon aktif dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Struktur arang aktif (chemnet.com).

Pola difraksi sinar X (XRD) menunjukkan bahwa arang/karbon aktif berbentuk grafit, amorf, tersusun dari atom-atom karbon yang berikatan secara kovalen membentuk struktur heksagonal (Gambar 2.3). Susunan kisi-kisi heksagonal ini tampak seperti pelat-pelat datar yang saling bertumpuk dengan sela-sela diantaranya (Acmad, 2011).



Gambar 2.3 Struktur kristalit arang aktif

Keterangan :

Lc : tinggi lapisan

d : jarak antar lapisan

La : lebar lapisan

Arang aktif dapat dilakukan melalui dua tahap, yaitu tahap karbonisasi dan aktivasi (Kvech dan Tull, 1998). Karbonisasi merupakan proses pengarangan

dalam ruang tanpa adanya oksigen dan bahan kimia lainnya. Sedangkan aktivasi diperlukan untuk mengubah hasil karbonisasi menjadi adsorben yang memiliki luas permukaan yang besar (Jankowska *et al*, 1991). Aktivasi merupakan perlakuan terhadap arang yang bertujuan untuk memperbesar pori yaitu dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul permukaan sehingga arang mengalami perubahan sifat, baik fisika maupun kimia, yaitu luas permukaannya bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi (Triyana dan Tuti, 2003).

Menurut Suhendra, sebagaimana dijelaskan oleh Ahmadpour (1997: 35), berbagai keunggulan cara aktivasi kimiawi dibandingkan dengan aktivasi fisik diantaranya adalah (1) pada proses aktivasi kimiawi, di dalam penyiapannya sudah terdapat zat kimia pengaktif sehingga proses karbonisasi sekaligus proses aktivasi karbon yang terbentuk, oleh karena itu, metode ini sering disebut juga metode aktivasi satu langkah (*one-step activation*), (2) aktivasi kimiawi biasanya terjadi pada suhu lebih rendah dari pada metode aktivasi fisik, (3) efek *dehydrating agent* dapat memperbaiki pengembangan pori di dalam struktur karbon, dan (4) produk dengan menggunakan metode ini lebih banyak jika dibandingkan dengan aktivasi secara fisik.

Karbon aktif yang dapat diidentifikasi atau dikarakterisasi berdasarkan standar industri indonesia salah satunya yaitu berdasarkan pada:

1. Kadar air

   Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui sifat higroskopis dari arang aktif. Terikatnya molekul air yang ada pada arang aktif oleh aktivator

menyebabkan pori-pori pada arang aktif semakin besar. Semakin besar pori-pori maka luas permukaan arang aktif semakin bertambah akibatnya kemampuan adsorbsi semakin meningkat. Metode yang digunakan dalam penentuan kadar air adalah metode gravimetri dimana analisis berdasarkan penimbangan perbedaan massa awal dan massa akhir sampel setelah perlakuan. Kadar air berdasarkan SNI maksimal 15 %.

2. Kadar abu

Penentuan kadar abu bertujuan untuk mengetahui kandungan oksida logam dalam arang aktif . Abu merupakan sisa dari pembakaran yang sudah tidak memiliki unsur karbon dan terdiri dari minral-mineral yang tidak menguap (non volatil) pada proses pengabuan dan tidak memiliki nilai kalor lagi. Nilai kadar abu menunjukan jumLah sisa dari akhir proses pembakaran berupa zat-zat mineral yang tidak hilang selama proses pembakaran. Kadar abu berdasarkan ketentuan SNI maksimal 10%.

3. Daya serap terhadap iod

Uji iod merupakan parameter untuk mengetahui kemampuan arang aktif dalam menyerap molekul-molekul dengan jari-jari yang lebih kecil dari 10 - 15 Angstrom. Metode yang digunakan dalam uji daya serap iod adalah metode titrasi iodometri dimana menggunakan reaksi redoks dalam penentuannya. Reaksi redoks yaitu reaksi yang mengalami proses oksidasi dan reduksi. Reaksi oksidasi reduksi berlangsung secara bersama dan saling mengkompensasi satu sama lain (Khopkar, 2003).

Proses interaksi dikondisikan dalam ruangan tertutup yang dihindarkan dari udara terbuka agar iodin tidak mengalami proses oksidasi karena kontak dengan udara luar. Pada proses pelarutan iodin yang sedikit larut dalam air ditambahkan kalium iodida (KI) untuk mempercepat pelarutan iodin karena akan terbentuk ion triiodida menurut reaksi:

$$I_{2(aq)} + I^{-}_{(aq)} \longrightarrow I_3^{-}$$

Dalam proses penyerapan ini, molekul-molekul iodin masuk dan mengisi pori-pori arang aktif, karena pori-pori arang aktif memiliki ukuran yang besar dibandingkan dengan molekul iodin, sehingga molekul-molekul iodin dapat terserap dalam jumlah yang besar. Reaksi yang terjadi :

$$I_{2(aq)} + 2\ S_2O_3^{2-}{}_{(aq)} \longrightarrow 2I^{-}{}_{(aq)} + S_4O_6^{2-}{}_{(aq)}$$

Kereaktifan arang aktif dapat dilihat dari kemampuan mengadsorpsi substrat, daya adsorpsi tersebut dapat menunjukan seberapa besar adsorben dapat mengadsorpsi iod, semakin besar nilai angka iod maka semakin besar daya adsorben (Prasetyo dan Nasrudin, 2013: 233). Berdasarkan ketentuan SNI daya jerap iod pada arang aktif minimal 750 mg/g.

2.3 Adsorpsi

Adsorpsi merupakan peristiwa terakumulasinya partikel pada permukaan /antarmuka. Partikel yang terakumulasi dan terjerap oleh permukaan disebut adsorbat dan material tempat terjadinya adsorpsi disebut adsorben (Atkins, 1999). Adsorpsi juga merupakan proses pengikatan suatu molekul dari fasa gas atau larutan ke dalam suatu lapisan terkondensasi dari permukaan padatan atau cairan (Azamila, 2012).

Proses adsorbsi terdiri atas 2 tipe, yaitu adsorpsi kimia dan fisika. Pada adsorpsi kimia, molekul menempel pada permukaan melalui pembentukan ikatan kimia (umumnya kovalen) antara permukaan adsorben dan adsorbat, entalpinya tinggi ΔH 400 kJ/mol, adsorpsi terjadi hanya pada satu lapisan (monolayer), dan energi aktifasinya tinggi. Sementara adsorpsi fisika adalah penempelan adsorbat pada permukaan melalui interaksi antar molekul yang lemah. Ciri-cirinya terjadi pada suhu rendah, jenis interaksinya ialah reaksi antar molekul (gaya van der Waals), entalpi rendah (ΔH < 20 kJ/mol), adsorpsi dapat terjadi pada banyak lapisan (multilayer) dan energi aktivasi lemah (Hasanah, 2006).

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi antara lain sifat fisik dan kimia adsorben seperti luas permukaan, ukuran partikel, dan komposisi kimia. semakin kecil ukuran partikel, semakin besar luas permukaan padatan per satuan volume tertentu, sehingga semakin banyak zat yang teradsorpsi. Faktor lainnya yaitu sifat fisis dan kimia adsorbat, seperti ukuran molekul dan komposisi kimia, serta konsenrasi adsorbat dalam fase cairan. Temeperatur juga berpengaruh terhadap adsorpsi. Faktor yang mempengaruhi temperatur adalah viskositas dan stabilitas senyawa serapan. Jika pemanasan tidak mempengaruhi sifat-sifat senyawa serapan, seperti terjadi perubahan warna maupun dekomposisi, maka perlakuan dilakukan pada titik didihnya. Senyawa volatil perlakuan adsorpsinya dilakukan pada temperatur kamar atau bila memungkin kan pada temperatur yang lebih rendah (Atkins, 1999).

pH merupakan suatu parameter yang menyatakan banyaknya ion H^+ di dalam suatu larutan, nilai pH suatu perairan mencirikan kesetimbangan antara

asam dan basa dalam air dan merupakan konsentrasi ion hidrogen dalam larutan (Azamia, 2012). pH sangat mempengaruhi proses adsorpsi, hal ini karena dapat mempengaruhi kelarutan ion logam dan juga muatan pada permukaan adsorbennya. pH (derajat keasaman) akan meningkatkan adsorpsi bila pH diturunkan, yaitu dengan penambahan asam-asam mineral. Ini disebabkan karena kemampuan asam mineral untuk mengurangi ionisasi asam organik tersebut. Sebaliknya apabila pH asam organik dinaikan yaitu dengan penambahan alkali akan berkurang sebagai akibat terbentuknya garam. Penentuan pH optimum dilakukan untuk mengetahui pH interaksi dimana adsorben menyerap ion logam secara maksimal. Peranan pH dalam proses adsorpsi yaitu mempengaruhi gugus-gugus fungsional dari dinding arang yang berperan aktif dalam proses penyerapan logam. (Fatimah *et al*, 2014). Massa adsorben juga menjadi faktor yang penting dalam proses adsorpsi karena berkaitan erat dengan luas permukaan dan juga jumlah muatan pada permukaan arang aktif tersebut. Semakin banyak massa adsorben maka permukaan adsorben akan semakin luas dan adsorbsi akan berlangsung maksimal, namun semakin banyak massa juga akan mempengaruhi jumlah muatan ion H^+ yang membuat adsorpsi akan berkurang.

Faktor lainnya yaitu waktu, bila adsorben ditambahkan dalam cairan, dibutuhkan waktu untuk mencapai kesetimbangan. Proses adsorpsi akan membutuhkan waktu untuk adsorben dan adsorbat saling berinteraksi (tumbukan) dengan yang lainnya. Semakin banyak tumbukan yang terjadi maka reaksi akan berjalan cepat hingga setimbang. Pengadukan juga mempengaruhi waktu, dimaksudkan untuk memberi kesempatan pada partikel adsorben untuk

bersinggungan dengan senyawa serapan. Konsentrasi logam juga sangat berpengaruh terhadap penyerapan logam oleh adsorben. Pada permukaan adsorben, terdapat sejumlah sisi aktif yang akan bereaksi dengan adsorbat. Jadi dengan memperbesar konsentrasi larutan serapan logam akan meningkat secara linier hingga konsentrasi tertentu (Atkins, 1999).

2.4 Adsorben

Adsorben merupakan zat padat yang menyerap suatu komponen tertentu dari suatu fase fluida. Kebanyakan adsorben adalah bahan-bahan yang sangat berpori dan adsorbsi berlangsung terutama pada dinding-dinding pori atau pada letak-letak tertentu didalam partikel itu. Ukuran pori-pori yang sangat kecil mengakibatkan luas permukaan menjadi beberapa orde besaran lebih besar daripada permukaan luar dan bisa mencapai mencapai 2000 m^2/g. Adsorben yang digunakan secara komersial dikelompokkan menjadi dua yaitu kelompok polar dan non polar

1. Adsorben polar disebut juga *hydrophilic*
2. Adsorben non polar disebut juga *hydrophobic*

Menurut IUPAC (*Internationl Union of Pure and Applied Chemical*) ada beberapa klasifikasi pori yaitu :

a. Mikropori : diameter < 2 nm

b. Mesopori : diameter 2 – 50 nm

c. Makropori : diameter > 50 nm (Rahmayani, 2013)

Pemilihan jenis adsorben pada proses adsorpsi, disesuaikan dengan sifat dan keadaan zat yang akan diadsorpsi. Tiap partikel adsorben dikelilingi oleh molekul

yang diserap karena terjadi interaksi tarik menarik (Brady, 1999 dalam Azamia, 2012).

2.5 Logam Berat

Logam berat merupakan unsur kimia dengan bobot jenis lebih besar dari 5 g/cm^3, letaknya di bagian sudut kanan bawah sistem piriodik, mempunyai afinitas yang tinggi terhadap unsur S dan nomor atomnya antara 22 sampai 92 dari periode 4 sampai 7. Logam berat ini umumnya mempunyai sifat toksis yang tinggi dan berbahaya bagi organisme hidup, meskipun ada beberapa diantaranya dibutuhkan dalam tubuh dengan jumlah yang kecil. Meskipun berbahaya, namun logam berat banyak digunakan dalam berbagai kehidupan terutama kegiatan proses industri. Kegiatan tersebut secara langsung maupun tidak langsung menyebabkan pencemaran lingkungan terutama apabila kadar logam beratnya melebihi ambang batas yang ditentukan (Koestoer, 1995) .

Berdasarkan sifat kimia dan fisiknya, maka tingkat atau daya racun logam berat terhadap organisme mahkluk hidup adalah merkuri (Hg), kadmium (Cd), seng (Zn), timah hitam (Pb), krom (Cr), nikel (Ni), dan kobalt (Co) (Adli, 2012). Menurut Kemintrian Negara Lingkungan Hidup Tahun 2010, logam berat juga dapat dikatagorikan menjadi tiga, yaitu :

a. Toksisitas tinggi : Hg, Cd, Pb, Cu, dan Zn
b. Toksisitas sedang : Cr, Ni, dan Co
c. Toksisitas rendah : Mn dan Fe

Logam berat ini berbahaya dikarenakan sifat logam berat yang sulit didegradasi, akibatnya mudah terakumulasi dalam lingkungan perairan dan keberadaannya

sulit teruarai (Adli, 2012). Tubuh organisme yang terakumulasi logam berat secara terus menerus dan dalam jangka waktu yang lama akan menumpuk dalam tubuh dan akhirnya melebihi daya toleransi dari biotanya dan akhirnya menyebabkan kematian organisme terkait (Palar, 1994).

2.6 Ion Logam Kadmium(II)

Kadmium (Cd) merupakan logam putih keperakan yang dapat ditempa dan liat. Kadmium memiliki nomor atom 40, berat atom 112,4 g/mol, titik leleh 321°C dan titik didih 767°C. Larut dengan lambat dalam asam encer dengan melepas hidrogen (disebabkan potensial elektrodanya negatif)

$$Cd_{(s)} + 2H^{+}_{(aq)} \longrightarrow Cd^{2+}_{(aq)} + H_{2(g)}$$

Kadmium membentuk ion bivalen yang tak berwarna (Vogel, 1990). Logam berat Cd termasuk *the big three heavy metal* yang memiliki bahaya tertinggi pada kesehatan manusia. Menurut badan dunia FAO/WHO, konsumsi per minggu yang ditoleransikan bagi manusia adalah 400-500 μg per orang atau 7 μg per kg berat badan (Pancasakti *et al*, 2012).

Ion logam kadmium(II) merupakan ion logam berat yang cukup berbahaya dan banyak ditemui dalam perairan. Menurut Pearson sebagaimana dikutip Shriver (1990), ion Cd^{2+} merupakan asam lunak sehingga lebih suka berinteraksi dengan basa lunak. Kadmium yang bervalensi dua (Cd^{2+}) merupakan bentuk terlarut stabil dalam lingkungan perairan laut pada pH dibawah 8,0. Kadar Cd di perairan alami berkisar antara 0,29-0,55 ppb dengan rata-rata 0,42 ppb. Keracunan ion kadmium(II) dalam konsentrasi tinggi berdampak buruk bagi kesehatan karena dapat menyerang ginjal, paru-paru, kekurangan darah,

kerapuhan tulang, mempengaruhi sistem saraf, sistem reproduksi dan organ-organnya, ion kadmium(II) juga diduga merupakan salah satu penyeban dari timbulnya kanker pada manusia (Palar, 1994). Keracunan akut muncul setelah 4-5 jam sejak penderita terpapar oleh Cd. Keracunan pada konsentrasi rendah dapat menyebabkan kehilangan nafsu makan, daya tahan tubuh lemah, sakit kepala, kedinginan hingga menggigil, nyeri otot, dan diare (Widowati *et al*, 2008).

Ion logam kadmium biasanya masuk kedalam jaringan tubuh mahkluk hidup melalui berberapa cara seperti pernafasan, pencernaan, dan penetrasi melalui kulit (Darmono, 1999: 28). Logam Cd banyak berasal dari hasil buangan industri elektroplanting, pelapisan logam, penambangan, proses metalurgi, industri pewarna tekstil, bahan pigmen untuk industri cat, industri pembuatan baterai, pembuatan alat elektronik, dan banyak lainnya (Utomo *et al*, 2012: 49-56)

2.7 Hasil Penelitian yang Pernah Dilakukan

Beberapa penelitian yang telah dilakukan terkait dengan adsorpsi logam berat Cd serta pemanfaatan tanaman jagung sebagai adsorben untuk mengurangi masalah pencemaran lingkungan. Penelitian tentang pembuatan arang aktif dari batang jagung yang diaktivasi asam sulfat sebagai penjerap ion tembaga (II) oleh Suhendra *et al* (2010). Hasil penelitiannya menunjukan bahwa batang jagung dapat dijadikan sebagai arang aktif untuk adsorpsi. Kondisi optimum aktivasi adalah perbandingan rasio aktivtor: prekursor 1,25. Suhu optimum aktivasi 300°C dengan waktu aktivasi 1 jam. Kondisi optimum untuk adsorpsi ion logam tembaga (II) yaitu waktu kontak optimum 3 jam, pH 5, dan daya jerapan logam tembaga (II) yaitu sebesar 25,1 mg/g.

Selain sebagai penurun kadar logam tembaga, Sallau *et al* (2012), juga melakukan penelitian menggunakan tongkol jagung sebagai adsorben ion krom (VI) dari larutan encer. Adsorpsi dilakukan dengan sistem batch, berat adsorben optimum pada 10g/L, pH optimum yaitu pada suasana asam pH 4, temperature yang optimum 80°C, dan hasilnya ion krom (VI) yang dapat terserap dalam keadaan optimum sebesar 90%. Tongkol jagung yang diaktivasi dengan berbagai aktivator asam (HCl, H_2SO_4, HNO_3) sebagai penjerap logam Pb juga dilakukan oleh Alfiany *et al* (2013). Kesimpulan yang diperoleh yaitu bahwa aktivasi arang tongkol jagung terbaik menggunakan HCl dengan konsentrasi 4N, hal ini dibuktikan dari daya serap iodnya yang lebih besar dibandingkan aktivator lainnya yaitu sebesar 773,85 mg/g sedangkan H_2SO_4 sebesar 665,76 mg/g dan HNO_3 sebesar 637,82 mg/g . Daya adsorpsi logam Pb yang peroleh yaitu sebesar 0,508 mg/g.

Rahayu dan Adhitiyawarman (2014), melakukan penelitian tentang pemanfaatan tongkol jagung sebagai adsorben besi pada air tanah dengan menggunakan aktivator HCl dengan konsentrasi 4M. Hasil yang didapatkan yaitu kondisi optimum adsorpsi besi dengan adsorben karbon aktif tongkol jagung yaitu pada massa 1,75 g, pH 6,5 dan waktu 30 menit dapat menurunkan konsentrasi besi dalam air tanah dari 1,5236 ppm menjadi 0,0332 ppm dengan efisiensi adsorpsi 97,8%. Gultom dan Lubis (2014) mengadsorbsi logam Cd menggunakan arang aktif dari cangkang kelapa sawit. Hasilnya logam Cd dapat terserap sebesar 84,61% dengan kondisi optimum pH 3-4 selama 40 menit.

BAB 3

METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan pedoman, gambaran, dan petunjuk tentang pelaksanaan suatu penelitian, sehingga diperoleh hasil yang sistematis dan ilmiah.

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang.

3.2 Sampel

Sampel dalam penelitian yang akan dilakukan adalah tongkol jagung yang diperoleh dari pedangang jagung di pasar serta dari pedagang makanan olahan jagung. Larutan ion Cd(II) dan limbah perairan yang tercemar ion Cd(II).

3.3 Variabel Penelitian

3.3.1 Variabel Bebas

Variabel bebas merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi hasil analisis. variabel bebas dalam penelitian ini yaitu pH (3,5 4; 4,5; 5; dan 5,5), massa adsorben (0,3 0,4; 0,8; 1,2; dan 1,6) g , konsentrasi logam berat (10, 50, 100, 170 dan 200) ppm dan waktu kontak adsorbsi (10, 30, 60, 90, dan 120) menit.

3.3.2 Variabel Terikat

Variabel terikat merupakan faktor yang dipengaruhi oleh variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kondisi optimum arang aktif yang maksimal

untuk adsoprsi ion Cd(II) serta konsentrasi ion Cd(II) dalam limbah cair yang telah teradsorpsi.

3.3.3 Variabel Terkendali

Variabel terkendali adalah faktor –faktor lain yang dapat mempengaruhi hasil reaksi, tetapi yang dapat dikendalikan agar tidak mempengaruhi variabel bebas. Variabel terkendali dalam penelitian ini adalah konsentrasi HCl 4M, massa arang aktif sebelum diaktifasi 500 g, volume HCl untuk aktivasi 250 mL, suhu *furnace* 750°C, waktu *furnace* 2 jam, suhu oven 110°C, waktu pengovenan 3 jam, kecepatan pengadukan 150 *rpm*, waktu perendaman dalam HCl 24 jam, banyaknya larutan ion Cd(II) yang ditambahkan ke dalam arang yang teraktivasi 50 mL, ukuran arang aktif 100 *mesh*.

3.4 Alat dan Bahan

3.4.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian yaitu :

1. Oven Memmert
2. Ayakan Totanas ukuran 100 *mesh*
3. Alat-alat gelas yang umum di laboratorium (pyrex)
4. Desikator Glaswerk
5. Wadah gelap dan tertutup
6. Buret
7. *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS) Perkin Elmer Pin A Acle 900 F
8. Furnace
9. Neraca analitik Denver Instrument ($\pm$0,1 mg)

10. Orbital *shaker Yellow line* OS 10 *basic*
11. pH digital Cyberscan Con 400
12. Tempat sampel
13. Tempat pembuatan arang

3.4.2 Bahan

Bahan yang diperlukan dalam penelitian adalah:

1. tongkol jagung
2. HCl Merck (kadar 37,8%, $\rho = 1{,}19$ g/cm^3, Mr 36,453 g/mol)
3. Aquades
4. Aqudenim
5. kertas saring,
6. $Cd(NO_3)_2$. $4H_2O$ Merck (kadar 99%, Mr 308,41 g/mol)
7. Iodin Merck (kadar 99,8%, Mr 253,81 g/mol)
8. Natrium tiosulfat Merck (kadar 99,5%, Mr 248,21 g/mol)
9. Amilum 1%,
10. HNO_3 Merck (kadar 65%, Mr 63,01 g/mol, ρ = 1,39 g/cm^3)
11. NaOH Merck (kadar 99%, Mr 40,00 g/mol)
12. $KBrO_3$ Merck (kadar 99,5%, Mr 167,011 g/mol)
13. H_2SO_4 Merck (Kadar 96,1%, Mr 98,07 g/mol, ρ = 1,84 g/cm^3)
14. Alumunium foil

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Pembuatan Arang dari Tongkol Jagung

Limbah tongkol jagung dicuci hingga bersih. Kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari selama beberapa hari hingga benar-benar kering. Selanjutnya tongkol dimasukan dalam sebuah wadah tertutup dan tidak mudah terbakar (Gambar pada lampiran 11, halaman 82) hingga penuh dan padat. Bagian tengah wadah kemudian diberi cerobong dengan diameter yang cukup kecil serta bagian bawahnya dilubangi kecil-kecil. Kedalam cerobong dimasukan sedikit bara api, biarkan sampai tongkol dalam wadah menjadi arang. Arang yang diperoleh dihaluskan hingga menjadi serbuk dan diayak dengan ayakan 100 *mesh*.

3.5.2 Aktivasi Arang dengan HCl

Arang yang telah diperoleh diambil 500 g dan direndam dalam HCl 4M sebanyak 250 mL selama 24 jam. Disaring dan dicuci dengan aquades sampai pH netral, langkah selanjutnya residu dikeringkan dalam oven pada suhu $110^{O}C$ selama 3 jam. Arang didinginkan dalam desikator dan diperoleh arang yang telah teraktivasi.

3.5.3 Karakterissi Arang Tongkol Jagung

3.5.3.1 Penentuan Bilangan Iod (SNI 1995)

Sebanyak 0,5 g arang yang telah teraktivasi, dimasukan ke dalam wadah yang berwarna gelap dan tertutup. Ke dalam wadah dimasukkan 50 mL larutan iodin 0,1 N kemudian dikocok selama 15 menit lalu disaring. Filtrat di pipet sebanyak 5 mL ke dalam erlenmeyer kemudian dititrasi dengan larutan natrium

tiosulfat 0,1 N. Jika warna kuning larutan hampir hilang, ditambahkan indikator pati 1 %. Titrasi dilanjutkan sampai mendapatkan titik akhir (warna biru tepat hilang) melakukan langkah yang sama untuk 0,5 g arang tak teraktivasi (Alfiany *et al*, 2013).

3.5.3.2 Penentuan Kadar Air (SNI 1995)

Sebanyak 1 g arang aktif ditempatkan dalam cawan porselin yang telah diketahui bobot keringnya. Cawan yang berisi sampel dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C selama 3 jam sampai bobotnya konstan dan didinginkan di dalam deksikator lalu ditimbang. Pengeringan dan penimbangan diulangi setiap 1 jam sampai diperoleh bobot konstan. Analisis dilakukan duplo, melakukan langkah yang sama untuk 1 g arang tak teraktivasi. Perhitungan kadar air menggunakan persamaan:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{a-b}{a}\ x\ 100\ \%$$

a = bobot sampel sebelum pemanasan (g)

b = bobot sampel sesudah pemanasan (g) (Suryani, 2009)

3.5.3.3 Penentuan Kadar Abu (SNI 1995)

Sebanyak 1 g arang aktif ditempatkan dalam cawan porselin yang telah dikeringkan dalam oven dan diketahui bobot keringnya. Cawan yang berisi sampel dipanaskan dahulu di atas bunsen sampai tak berasap kemudian dipanaskan dalam furnace pada suhu 750 °C selama 6 jam. Setelah itu, didinginkan di dalam deksikator dan ditimbang. Pengeringan dan penimbangan diulangi setiap 1 jam sampai diperoleh bobot konstan. Melakukan langkah yang

sama untuk 1 g arang tak teraktivasi Perhitungan kadar abu menggunakan persamaan:

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{b}{a}\ x\ 100\ \%$$

a = bobot awal sampel (g)

b = bobot sisa sampel (g) (Suryani, 2009)

3.5.4 Pembuatan Larutan Baku Cd 1000 mg/L

Melarutkan 2,7354 g $Cd(NO_3)_2.4H_2O$ dengan larutan pengencer HNO_3 0,01M (pH larutan 2) sebanyak 1 Liter.

3.5.5 Penentuan Kondisi Optimum

3.5.5.1 Penentuan pH Optimum

Memasukan larutan ion Cd(II) 100 ppm kedalam lima buah erlenmeyer masing-masing 50 mL. pH diatur sebesar 3,5, 4; 4,5; 5; dan 5,5 dengan menambahkan larutan HNO_3 0,1M atau NaOH 0,1M. Kemudian kedalam larutan dimasukan 1,2 g arang aktif tongkol jagung. Larutan campuran kemudian diaduk dengan *orbital shaker* selama 60 menit dengan kecepatan 150 *rpm*. Menyaring larutan dan mengukur absorpsinya dengan AAS. Pengukuran absorpsi untuk ion Cd(II) pada 228,8 nm.

3.5.5.2 Penentuan Massa Optimum

Memasukan larutan ion Cd(II) 100 ppm kedalam lima buah erlenmeyer masing-masing 50 mL. pH diatur sesuai dengan kondisi optimum yang telah diketahui dari langkah sebelumnya. Kemudian memasukan arang aktif tongkol jagung kedalam lima erlenmeyer dengan massa berbeda-beda tiap erlenmeyer

(0,3; 0,4; 0,8; 1,2; dan 1,6) g. Larutan campuran kemudian diaduk dengan *orbital shaker* selama 60 menit dengan kecepatan 150 *rpm*. Menyaring larutan dan mengukur absorpsinya dengan AAS. Pengukuran absorpsi untuk ion Cd(II) pada 228,8 nm.

3.5.5.3 Penentuan Waktu Kontak Optimum

Memasukan ion Cd(II) 100 ppm kedalam lima buah erlenmeyer masing-masing 50 mL. Mengatur pH optimum yang telah diketahui dari langkah sebelumnya. Memasukan arang aktif tongkol jagung kedalam tiap larutan dengan massa optimum yang telah diketahui. Larutan kemudian diaduk dengan orbital *shaker* selama 10, 30, 60, 90, dan 120 menit dengan kecepatan 150 *rpm*. Menyaring larutan dan mengukur absorpsinya dengan AAS. Pengukuran absorpsi untuk ion Cd(II) pada 228,8 nm.

3.5.5.4 Penentuan Konsentrasi Optimum

Memasukan larutan ion Cd(II) kedalam lima buah erlenmeyer dengan konsentrasi 10, 50, 100, 170, dan 200 ppm masing-masing 50 mL. Mengatur pH optimum yang telah diketahui dari langkah sebelumnya. Menambahkan arang aktif tongkol jagung dengan massa optimum sesuai langkah sebelumnya. Larutan diaduk dengan *orbital shaker* dengan kecepatan 150 *rpm* dan sesuai dengan waktu optimum yang diperoleh pada langkah sebelumnya. Menyaring larutan dan mengukur absorpsinya dengan AAS. Pengukuran absorpsi untuk ion Cd(II) pada 228,8 nm.

3.5.6 Penentuan Konsentrasi Ion Cd(II) dalam Sampel Limbah

Setelah menetahui kondisi optimum dari pH, massa adsorben, konsentrasi logam, waktu kontak ion Cd(II) kemudian diaplikasikan pada limbah yang terkontaminasi ion Cd(II). Limbah diukur adsorpsinya sebelum ditambahkan dengan arang aktif dan setelah dicampurkan arang aktif dengan AAS, untuk Cd pada 228,8 nm. Sehingga diketahui konsentrasi logam yang terserap oleh arang aktif.

BAB 5
PENUTUP

5.1 Simpulan

Berdasarkan dari data hasil penelitian yang telah dianalisis dan dibahas dapat diambil simpulan sebagai berikut :

1. Karakteristik arang aktif tongkol jagung teraktivasi HCl yang baik sebagai adsorpsi ion Cd(II) meliputi kadar air 3,29%, kadar abu 8,92% dan daya serap iodin sebesar 182,3466 mg/g.
2. pH optimum untuk adsorpsi ion Cd(II) oleh arang aktif tongkol jagung terjadi pada pH 4. Massa optimum sebesar 0,4 g. Waktu kontak optimum 60 menit. Konsentrasi ion Cd(II) optimum terjadi pada 178,2912 ppm dengan konsentrasi. Daya adsorpsi pada masing-masing keadaan optimum yaitu 2,5531 mg/g, 4,4060 mg/g, 4,0003 mg/g, dan 9,8986 mg/g.
3. Konsentrasi ion logam Cd(II) dalam limbah dapat teradsorpsi oleh arang aktif tongkol jagung sebesar 30,5681 ppm dengan persentase adsorpsi 32,6708%.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penentuan kecepatan pengadukan optimum untuk adsorpsi logam agar diperoleh adsorpsi logam yang lebih baik.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui kemampuan adsorpsi arang aktif tongkol jagung terhadap logam berat lainnya.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui pemanfaatan arang aktif tongkol jagung selain sebagai adsorben.
4. Limbah arang aktif sisa adsorpsi ion Cd(II) dapat dimanfaatkan salah satunya dijadijakan briket arang.
5. Daya serap iod hasil penelitian yang tidak sesuai dengan SNI dapat ditingkatkan salah satunya dengan menambah waktu adsorpsi.

DAFTAR PUSTAKA

Acmad, A. 2011. *Pembuatan, Perincian, dan Uji Daya Adsorpsi Arang Aktif dari Kayu Meranti Merah (Shorea Sp)*. Skripsi. Bogor: FMIPA Institut Pertanian Bogor.

Adli, H. 2012. *Pengolahan Limbah Cair Laboratorium Dengan Metode Presipitasi dan Adsorpsi Untuk Penurunan kadar Logam Berat*. Skripsi. Universitas Indonesia

Alfiany, H., B. Syaiful, dan Nurakhirawan. 2013. Kajian Penggunaan Arang Aktif Tongkol Jagung Sebagai Absorben Logam Pb dengan Beberapa Aktivator Asam. *Jurnal Natural Science,* 2 (3): 75-86.

Apriliani, A. 2010. *Pemanfaatan Arang Ampas Tebu sebagai Adsorben Ion Logam Cd, Cr, Cu, dan Pb*. Skripsi. Jakarta : FMIPA Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.

Asano, N., J. Nishimura, K. Nishimiya, T. Hata, Imamura, and S. Ishihara, 1999. Formaldehyde Reduction in Indoor Environments by Wood Charcoals. *Wood Research* No. 86.

Atkins PW. 1999. *Kimia Fisik.* Edisi ke-4. Irma IK, penerjemah, Jakarta: Erlangga. Terjemahan dari: Physical Chemistry

Azamia, M. 2012. *Pengolahan Limbah Cair Laboratorium Kimia dalam Penurunan Kadar Organik serta Logam Berat Fe, Mn, Cr dengan Metode Koagulasi dan Adsorpsi*. Skripsi. Depok: FMIPA Universitas Indonesia.

Badan Pusat Stastitik. 2014. *Produksi Jagung, Padi, dan Kedelai (Angka Ramalan II Tahun 2014).* BPS No. 80/11/Th. XVII

Barros, J.L.M., Maedo G.R., Duarte M.M.L., Silva E.P and Lobato. 2003. Biosorption Cadmium Using The Fungus *Asprgillus niger. Braz J Chem* 20: 1-17

Darmono. 1999. *Kadmium (Cd) dalam Lingkungan dan Pengaruhnya Terhadap Kesehatan dari Produktivitas Ternak*. WARTAZOA, 8(1): 28-32.

Fatimah N, AT Prasetya, dan W Sumarni. Penggunaan Silika Gel Terimobilisasi Biomassa *Aspergillus niger* untuk Adsorpsi Ion Logam Fe(III). *Indonesian Journal of Chemical Science*, 3(3): 184-187.

Gultom, E. Mulyna., M.T. Lubis. 2014. Aplikasi Karbon Aktif dari Cangkang Kelapa Sawit dengan Aktivator H3PO4 untuk Penyerapan Logam Berat Cd dan Pb. *Jurnal Teknik Kimia USU*. 3(1): 5-10.

Hartomo, Anton dan Kaneko, Tomijiro. 1995. *Mengenal Pelapisan Logam (Elektroplating).* Yogyakarta: Andi.

Hasanah, U. 2006. *Proses Produksi Konsentrat Karotenoid dan Minyak Sawit Kasar dengan Metode Kromatografi Kolom Adsorpsi*. Tesis. Bogor: Prog Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.

Jankowska, H., Swatkowski and Choma. 1991. *Active Carbon*. New York : Ellis Horwood.

Koestoer, Y. (1995) Kimia dan Ekotoksilogi Pencemaran, Terjemahan dari Chemistry and Ecotoxicology of Pollution oleh D.W. Connel. Jakarta: UI Press.

Khopkar, S.M.. 2003. *Konsep Dasar Kimia Analitik***.** Jakarta: UIPress.

Krisnawati, Jasinda, dan Iriany. (2013). Penjerapan Logam Kadmium (Cd^{2+}) dengan Adsorben Cangkang Telur Bebek yang Telah Diaktivasi. *Jurnal Teknik Kimia*, 2(3).

Kvech, S. and E. Tull. 1998. *Actived Carbon in Water Treatment Prime*,. Enviromental Information Management Civil Engineering Dept. Virginia Technology.

Lorenz, KJ. and K. Kulp. 1991. *Handbook of Cereal Science and Tecnology*. New York USA : Marcel Dekker Inc.

Muathmainnah. 2012. *Pembuatan Arang Aktif Tongkol Jagung dan Aplikasinya pada Pengolahan Minyak Jelantah.* Skripsi. Palu: FKIP Universitas Tadulako.

Mu'jizah, S. 2010. *Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Biji Kelor dengan NaCl sebagai Bahan Pengaktif.* Skripsi. Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Muthusami, P., Murugan, and Manathi. 2012. Removal of Nikel Ion From Industrial Waste Water Using Maize Cob. *ISCA Journal of Biological Science,* 1(2): 7-11.

Nurhasni, F. Firdiyono, dan Qosim Sya'ban. 2012. Penyerapan Ion Alumunium dan Besi dalam Larutan Sodium Silikat Menggunakan Karbon Aktif. *Jurnal valensi*. 4: 516-525

Palar, H. 1994. *Pencemaran dan Toksilogi Logam Berat*. Jakarta : Rineka Cipta.

Pancasakti, H. K., Herusugondo, M. Zainuri, dan B. Raharjo. 2012. Analisis Kandungan Kadmium (Cd) dalam Tanaman Bawang Merah dari Tegal. *Jurnal Sains dan Matematika.* 20(4):98-102.

Pari, G. 2004. *Kajian struktur arang aktif dari serbuk gergaji kayu sebagai adsorben formaldehida kayu lapis.* Disertasi. Prog Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor

Pari, G., 1996. Pembuatan Arang Aktif dari Serbuk Gergaji dengan cara Kimia. *Buletin Penelitian Hasil Hutan*, 14: 308-320

Prasetyo, Y dan H. Nasrudin. 2013. Penentuan Konsentrasi $ZnCl_2$ pada Proses Pembuatan Karbon Aktif Tongkol Jagung dan Penurunan Konsentrasi Surfaktan Linier Alkyl Benzene Sulphonate (LAS). *UNESA Journal of Chemistry*, 2(3): 8-13.

Rahayu, A.N dan Adhitiyawarman. 2014. Pemanfaatan Tongkol Jagung Sebagai Adsorben Besi pada Air Tanah. *JKK*, 3(3): 7-13

Rukmana, H. Rahmat. 2009. *Budi Daya Dan Pascapanen Jagung Manis*. Semarang: CV ANEKA ILMU.

Rahmayani, Fatimah dan Siswarni, MZ. (2013). Pemanfaatan Batang Jagung Sebagai Adsorben Alternatif pada Pengurangan Kadar Klorin dalam Air Olahan (*Treated Water). Jurnal Teknik Kimia*, 2(2): 1-5

Sallau, B., A. Aliyu, Salihu and S. Ukuwa. 2012. Biosorption of Chromium (VI) from Aqueous Solution by Corn Cob Powder. *International Journal of Environmrnt and Bioenergy*, 4(3): 131-140.

Scroder, eliabeth, 2006. Experiment on the Generation of Activated carbon from Biomass, Institute for Nuclear ang energy Technologies Forschungs Karlsruhe, Germany, at 106-111.

Sembiring, Zipora., Buhani., Suharso., and Sumadi. 2009. Isoterm Adsorpsi Ion Pb(II), Cu(II), dan Cd(II) Pada Biomassa *Nannochloropsis sp* yang Dienkapsulasi Akuagel Silika. *Ind. J. Chem.*, 9(1):1-5.

Shriver, D.F., Atkins, P.W. dan Langford, C.H., 1990, Inorganic Chemistry, Oxford University Press, Oxford

Suhendra, D dan E.R. Gunawan. 2010. Pembuatan Arang Aktif dari Batang Jagung Menggunakan Aktivator Asam Sulfat dan Penggunaannya pada Penjerap Ion Tembaga (II). *MAKARA, SAINS*, 14(1): 22-26.

Taty C., VC, H.Fauduet., C. Porte and A. Delacrix. 2003. Removal of Cd(II) and Pb(II) ions from Aqueous by Adsorption onto Swadust of *Pinus sylvestris*. J. *Hazard Mater* pp: 121-142

Triyana, M. dan Sarma, T., 2003, *Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatanya)*. Skripsi. Sumatra: Jurusan Teknik Industri Universitas Sumatra Utara

Utomo, S.B., Jumina, D. Siswanta., and Mustofa. 2012. Kinetics and Equilibrium Model of Pb(II) and Cd(II) Adsorption Onto Tetrakis-Thiomethyl-C-$-Methoxyphenylcalix[4]Resorcinarene. *Ind. J. Chem.,* 12(1): 49-56

Vogel. 1990. *Buku Teks Analisis Anorganik Kualititaif Makro dan Semi Mikro*, bagian 1, edisi ke-5, Jakarta: PT. Kalman Media Pustaka.

Widowati, W., Sastiono, A dan Yusuf, R. 2008. *Efek Toksin Logam.* Yogyakarta: Andi

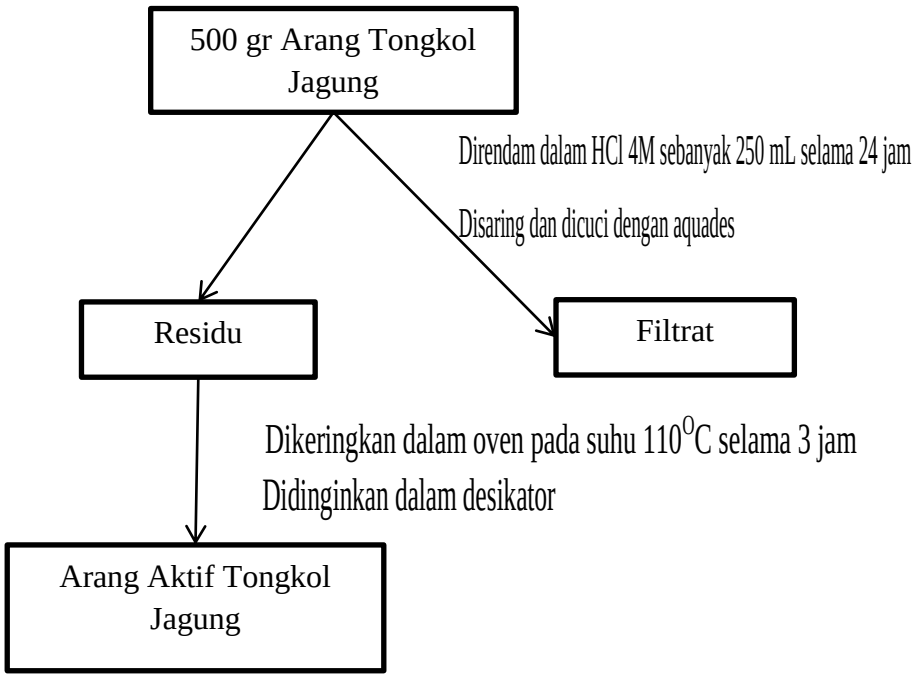
Winarno, F.G., 2002. *Kimia Pangan dan Gizi.* Jakarta Gedia Pustaka Utama, Jakarta.

LAMPIRAN

Lampiran 1

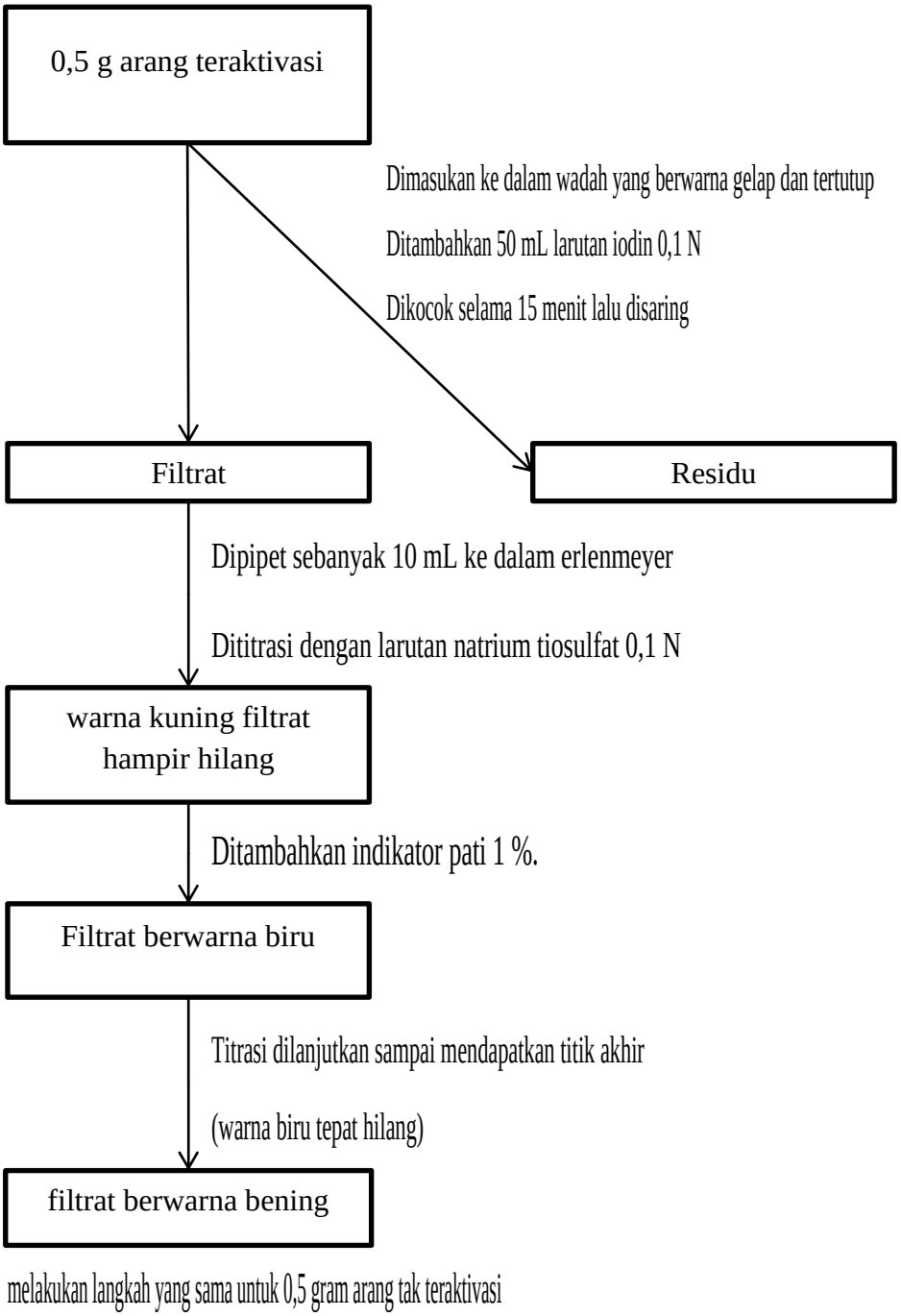
Diagram Alir Penelitian

1. Aktivasi arang tongkol jagung dengan HCl

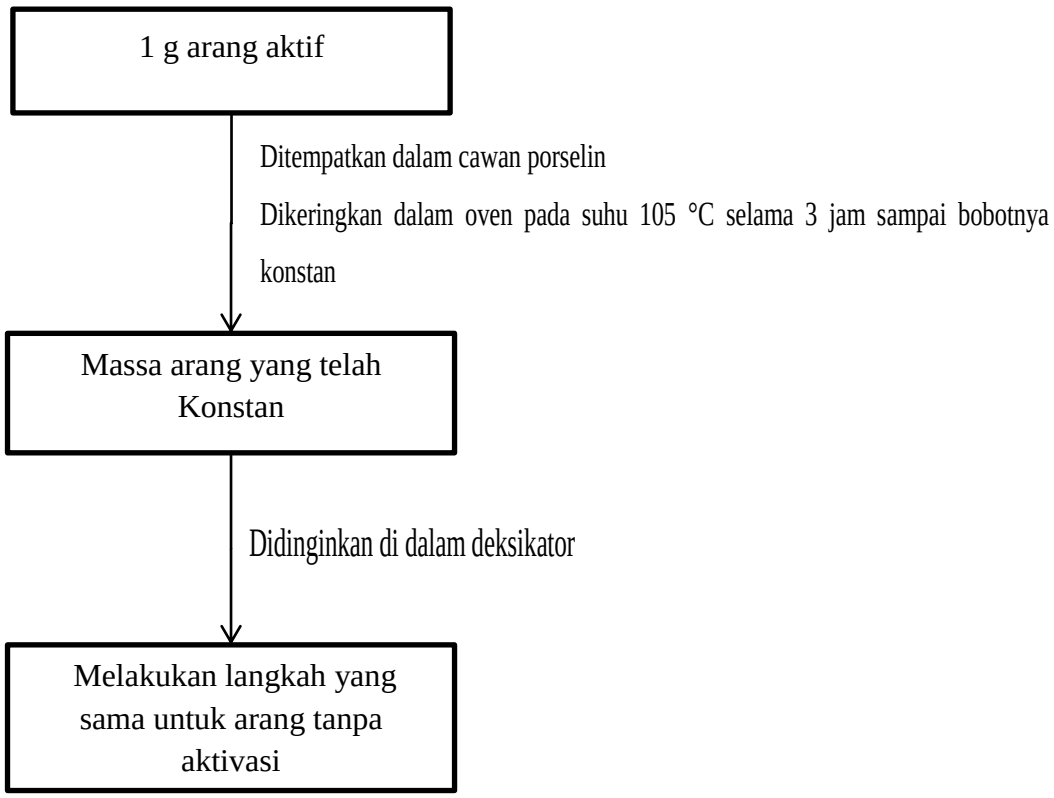


2. Karakterisasi Arang Tongkol Jagung

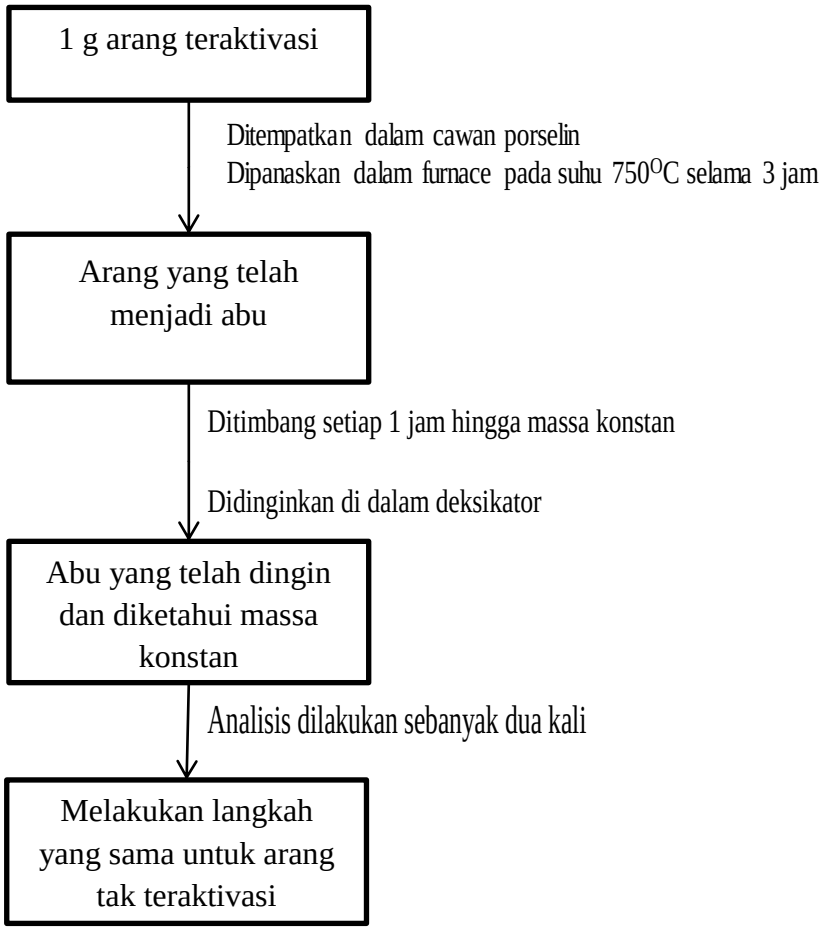
2.1 Penentuan Bilangan Iod (SNI 1995)



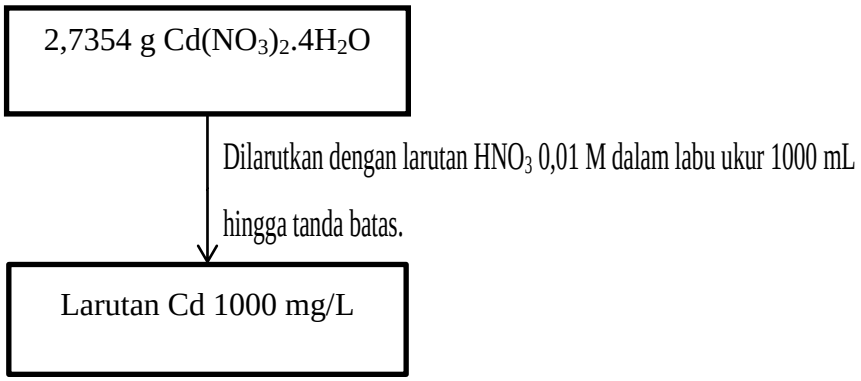
2.2 Penentuan Kadar Air (SNI 1995)



2.3 Penentuan Kadar Abu (SNI 1995)

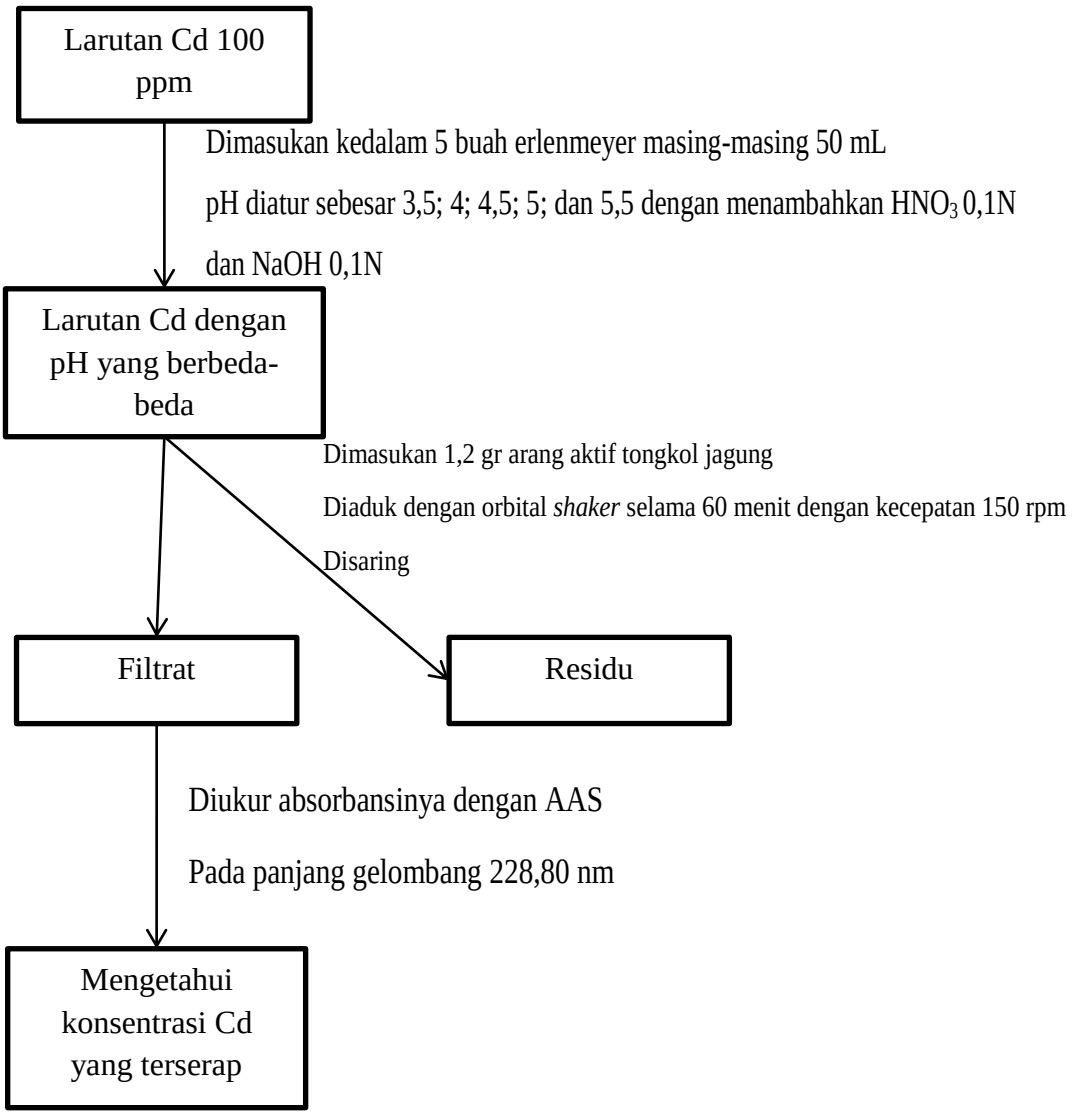


3. Pembuatan larutan baku Cd 1000 mg/L

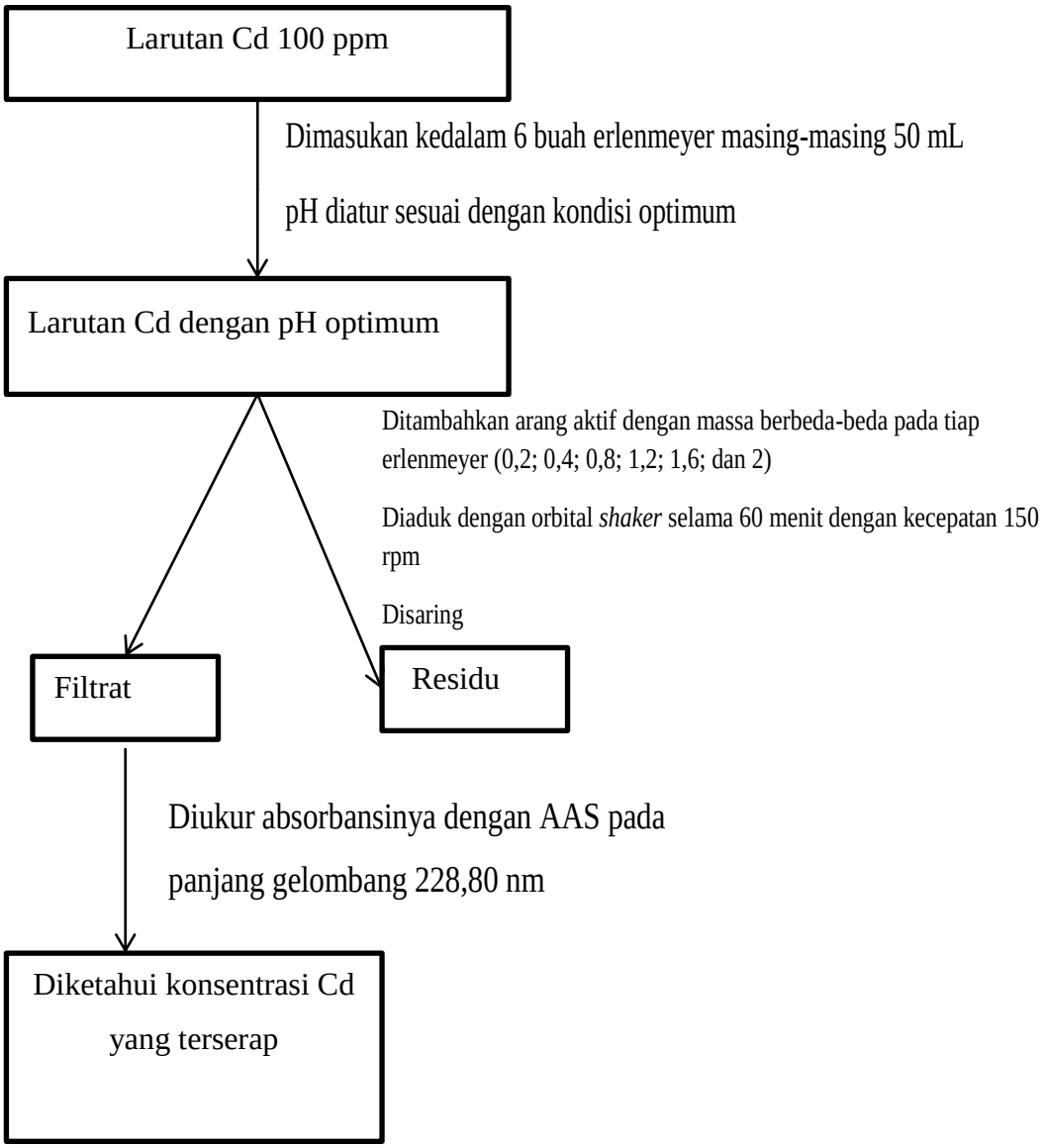


4. Penentuan Kondisi Optimum

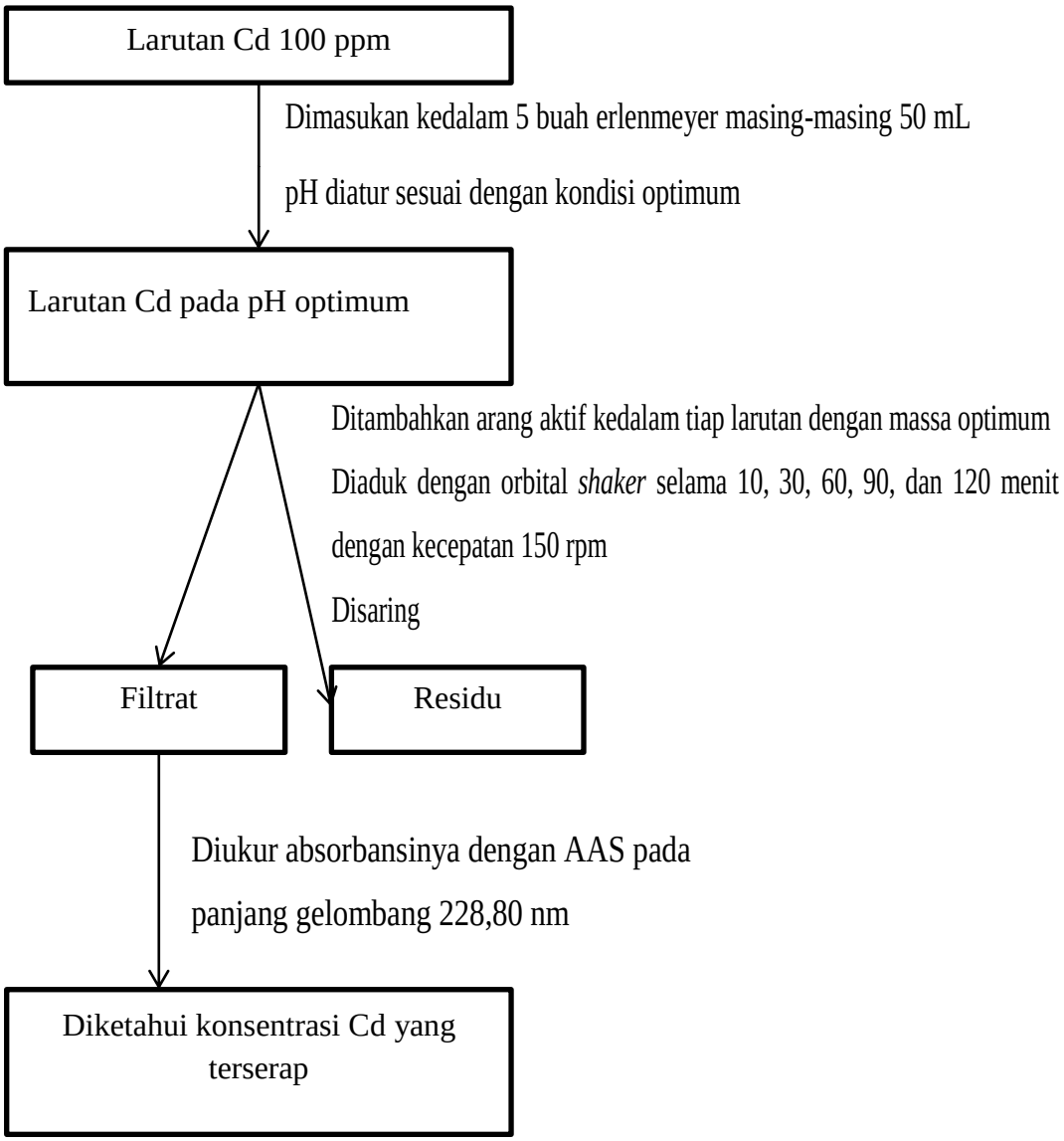
4.1 Penentuan pH Larutan



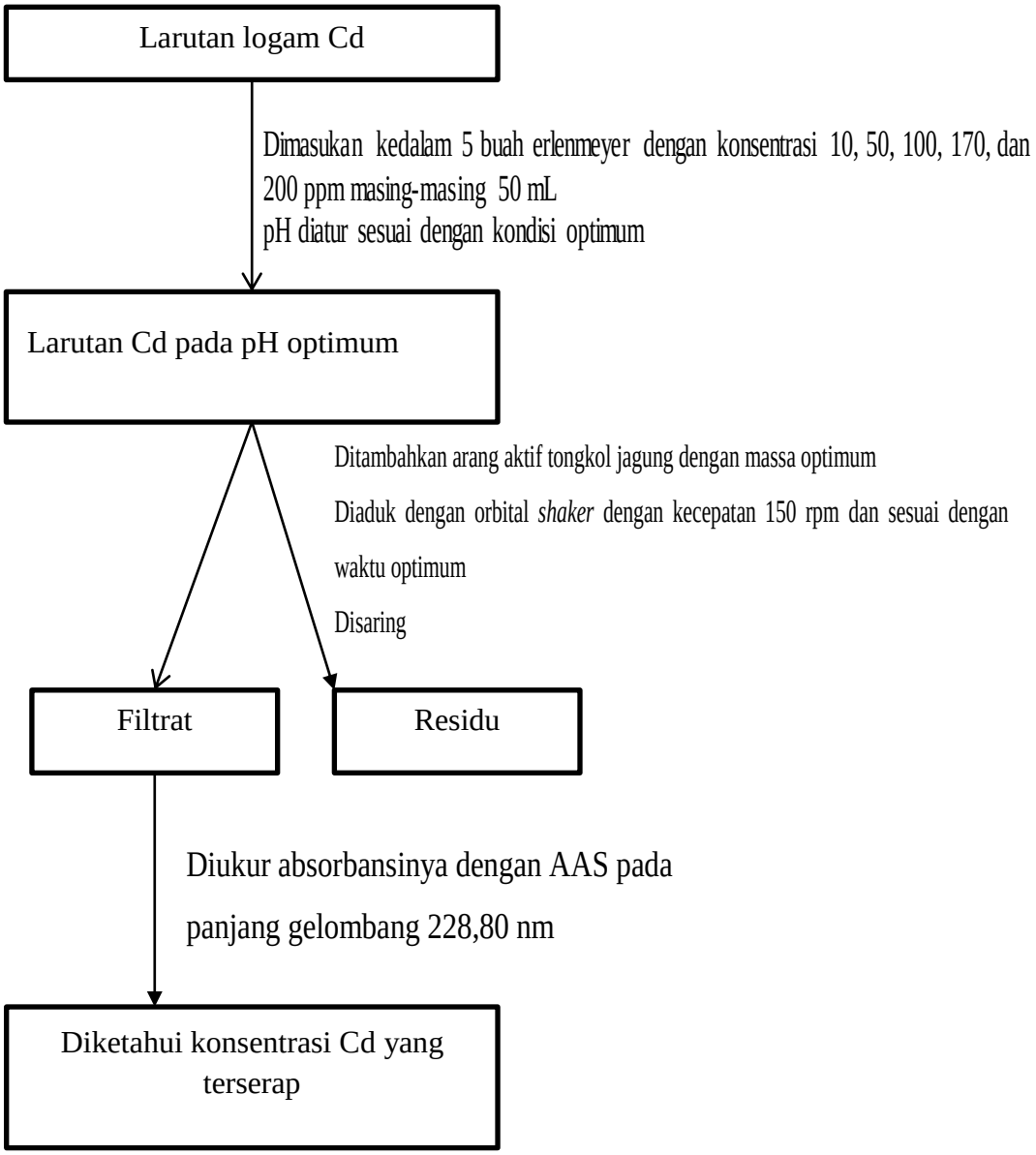
4.2 Penentuan Massa Adsorben



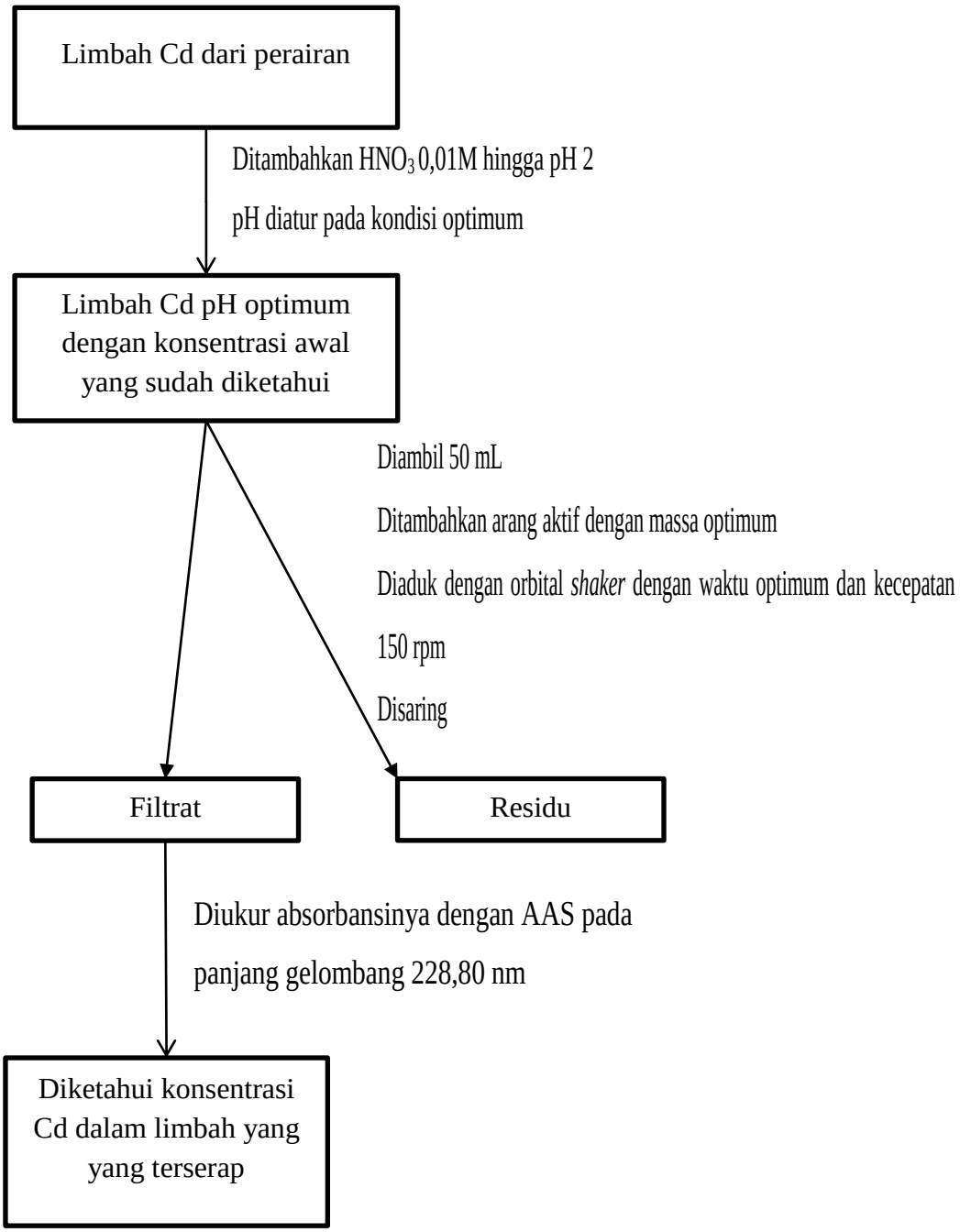
4.3 Penentuan Waktu Kontak



4.4 Penentuan Konsentrasi Logam



5. Penentuan Konsentrasi logam Cd dalam Sampel Limbah



Lampiran 2

Data Penentuan Daya Serap Arang Aktif Tongkol Jagung Terhadap Iod

1. Perhitungan Standarisasi $Na_2S_2O_3$ dengan $KBrO_3$ 0,1N

No	Sampel	Volume $Na_2S_2O_3$ (mL)
1	I	35,90
2	II	35,80
	Rata-rata	35,85

N1 x V1 = N2 x V2

0,1 x 35 = N2 x 35,85

N2 = 0,0976

2. Data Pengamatan Daya Serap Arang Aktif Tongkol Jagung Terhadap Iodin

Sampel Arang	Massa Arang (g)	Volume $Na_2S_2O_3$ (mL)	Iodin yang Diserap (mg/g)
Tidak teraktivasi	0,5032	4,6	59,3254
	0,5032	4,7	
Teraktivasi	0,5032	3,7	182,3466
	0,5032	3,6	

3. Perhitungan Daya Serap Arang Aktif Tongkol Jagung Terhadap Iodin

Tidak teraktivasi

G I_2 awal dalam 25 mL larutan iodin =

$$\frac{gr}{0,25} = \frac{gr}{0,025}$$

$= \frac{3,178}{0,25} = \frac{gr}{0,025}$

gr = 0,3178 g = 317,8 mg

G I_2 akhir dengan volume 5 mL I_2 :

mmol $Na_2S_2O_3$ = V x N x valensi

= 4,65 x 0,0976 x 1

= 0,4538 mmol

mmol I_2 = x mmol

	I_2	+	$2\ S_2O_3^{2-}$	$\longrightarrow$	$2\ I^-$	+	$S_4O_6^{2-}$
m :	x		0,4538				
r :	0,2269		0,4538		0,4538		0,2269
s :	-		-		0,4538		0,2269

mmol I_2 adalah :

x – 0,2269 = 0

x = 0,2269 mmol

mg I_2 akhir = mmol I_2 x Mr

= 0,2269 x 253,81

= 57,5895 mg

Jadi, mg I_2 akhir dengan volume 25 mL I_2 :

$= 57,5895 \times \frac{25}{5}$

= 287,9474 mg

I_2 terserap $= \frac{I_2\ awal - I_2\ akhir}{gram\ adsorben}$

$$= \frac{317,8 - 287,9474}{0,5032}$$

= 59,3254 mg/g

Teraktivasi

G I_2 awal = 0,3178 g

= 317,8 mg

G I_2 akhir dengan volume 5 mL I_2 :

mmol $Na_2S_2O_3$ = V x N x valensi

= 3,65 x 0,0976 x 1

= 0,3562 mmol

mmol I_2 = x mmol

	I_2	+	$2\ S_2O_3^{2-}$	$\longrightarrow$	$2\ I^-$	+	$S_4O_6^{2-}$
m :	x		0,3562				
r :	0,1781		0,3562		0,3562		0,1781
s :	-		-		0,3562		0,1781

mmol I_2 adalah :

x – 0,1781 = 0

x = 0,1781 mmol

mg I_2 akhir = mmol I_2 x Mr

= 0,1781 x 253,81

= 45,2086 mg

Jadi, mg I_2 akhir dengan volume 25 mL I_2 :

$= 45{,}2086 \text{ x } \frac{25}{5}$

$= 226{,}0432$ mg

I_2 terserap $= \frac{I_2\ awal - I_2\ akhir}{gram\ adsorben}$

$= \frac{317{,}8 - 226{,}0432}{0{,}5032}$

$= 182{,}3466$ mg/g

Lampiran 3

Data Penentuan Kadar Air Arang Aktif Tongkol Jagung

1. Data Pengamatan Penentuan Kadar Air Arang Aktif Tongkol jagung

No	Arang Tongkol Jagung	Berat Sampel Sebelum Pemanasan (g)	Berat Sampel Setelah Pemanasan (g)	Kadar Air (%)
1	Tanpa Aktivasi	1,0187	0,9420	7,5096
		1,0187	0,9423	
2	Teraktivasi HCl	1,0343	1,0003	3,2969
	4M	1,0343	1,0001	

2. Perhitungan Penentuan Kadar Air Arang Aktif Tongkol Jagung

Kadar air (%) = $\frac{a-b}{a}\ x\ 100\ \%$

Keterangan :

a = Berat sampel sebelum pemanasan (g)

b = Berat sampel setelah pemanasan (g)

Tanpa Aktivasi

Kadar air (%) = $\frac{1{,}0187-0{,}9422}{1{,}0187}\ x\ 100\ \%$

= 7,5096 %

Teraktivasi HCl 4 M

Kadar air (%) = $\frac{1{,}0343-1{,}0002}{1{,}0343}\ x\ 100\ \%$

= 3,2969 %

Lampiran 4

Data Penentuan Kadar Abu Arang Aktif Tongkol Jagung

1. Data Pengamatan Penentuan Kadar Abu Arang Tongkol Jagung

No	Arang Tongkol Jagung	Berat Sampel Sebelum Pengabuan (g)	Berat Sampel Setelah Pengabuan (g)	Kadar Abu (%)
1	Tanpa Aktivasi	1,0055	0,1138	11,2979
		1,0055	0,1133	
2	Teraktivasi HCl	1,0038	0,0897	8,9211
	4M	1,0038	0,0894	

2. Perhitungan Penentuan Kadar Abu Arang Aktif Tongkol Jagung

Kadar abu (%) = $\frac{b}{a}\ x\ 100\ \%$

Keterangan :

a = Berat sampel sebelum pengabuan (g)

b = Berat sampel setelah pengabuan (g)

Tanpa Aktivasi

Kadar abu (%) = $\frac{0,1136}{1,0055}\ x\ 100\ \%$

= 11,2979 %

Teraktivasi HCl 4 M

Kadar abu (%) = $\frac{0,0896}{1,0038}\ x\ 100\ \%$

= 8,9211 %

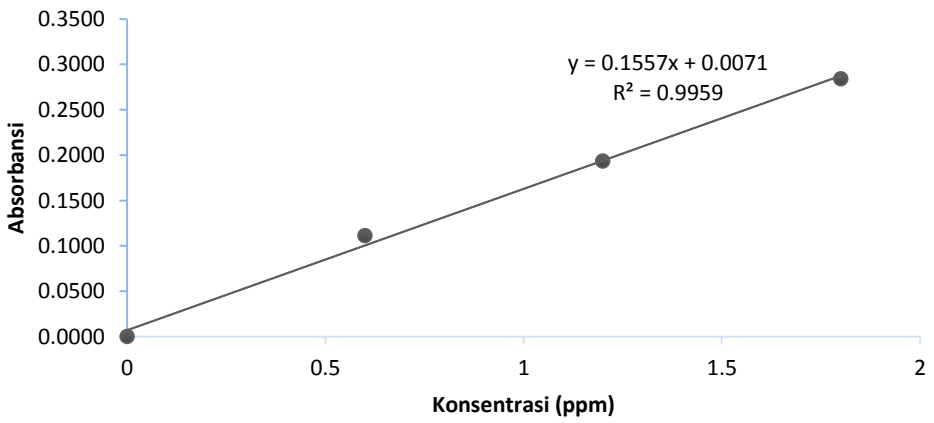
Lampiran 5

Data Penentuan pH Optimum Adsorpsi Ion Cd(II) oleh Arang Aktif Tongkol Jagung

1. Data Kalibrasi Cd^{2+} Untuk Penentuan pH optimum Adsorpsi Cd^{2+}

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
0	0,0000
0,6	0,1114
1,2	0,1935
1,8	0,2841

Kurva Kalibrasi Untuk Penentuan pH optimum Adsorpsi Cd^{2+}



2. Data Perhitungan Penentuan pH Optimum Adsorpsi Cd^{2+} oleh Arang Aktif Tongkol Jagung

pH	Massa adsorben (g)	Waktu (menit)	Konsentrasi			Daya adsorpsi (mg/g)
			Awal (Co) (ppm)	Akhir (Ct) (ppm)	Terserap (ppm)	
3,5	1,2004	60	103,2100	99,9047	33,0530	0,1377
4,0	1,2001	**60**	**106,8600**	**45,5795**	**61,2805**	**2,5531**
4,5	1,2006	60	103,2800	63,6091	39,6709	1,6521
5,0	1,2002	60	95,2700	61,9932	33,2768	1,3863
5,5	1,2003	60	56,4800	47,1098	9,3702	0,3903

a. pH 3,5

Konsentrasi awal pada pH 3,5 memiliki absorpbansi sebesar 0,1678

y = 0,1557x + 0,0071

0,1678 = 0,1557x + 0,0071

0,1678- 0,0071= 0,1557x

0,1607 = 0,1557x

x = 1,0321

Pengenceran 100 x, jadi konsentrasi awal = 1,0321 x 100

= 103,2100 ppm

Konsentrasi akhir pada pH 3,5 memiliki absorbansi sebesar 0,2846

y = 0,1557x + 0,0071

0,2846 = 0,1557x + 0,0071

0,2846- 0,0071= 0,1557x

0,2775 = 0,1557x

x = 1,7823

Pengenceran 50 x , jadi konsentrasi akhir = 1,7823 x 50 x$\frac{50}{44,6}$

= 99,9047 ppm

Konsentrasi terserap = 103,2100 – 99,9047

= 33,0530 ppm

Adsorpsi Cd^{2+} = $\frac{Konsentrasi\ terserap\ \frac{mg}{L}\ x\ Volume\ Larutan\ (L)}{Massa\ Adsorben\ (gram)}$

= $\frac{33,0530\ x\ 0,05}{1,2004}$

= 0,1377 mg/g

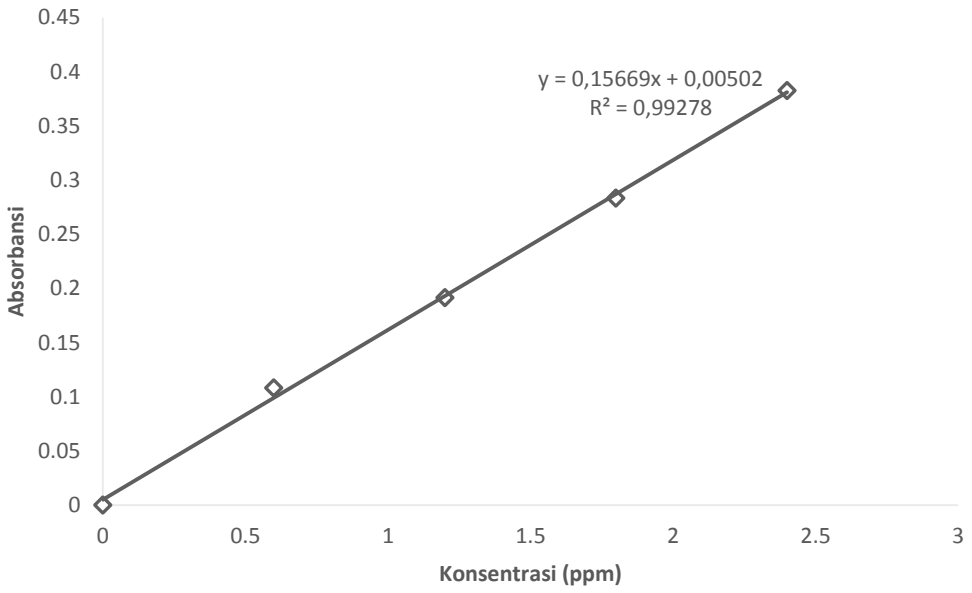
Lampiran 6

Data Penentuan Massa Arang Aktif Tongkol Jagung Optimum yang Dibutuhkan untuk Adsorpsi Ion Cd^{2+}

1. Data Kalibrasi Cd^{2+} Penentuan Massa Optimum yang Dibutuhkan untuk Adsorpsi Cd^{2+}

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
0	0
0,6	0,1081
1,2	0,1913
1,8	0,2832
2,4	0,3825

Kurva Kalibrasi untuk Penentuan Massa optimum Adsorpsi Cd^{2+}



2. Data Perhitungan Penentuan Massa Optimum Adsorpsi Pb^{2+} oleh Arang Aktif Tongkol Jagung

Massa adsorben (g)	pH optimum	Waktu (menit)	Konsentrasi			Daya adsorpsi (mg/g)
			Awal (Co) (ppm)	Akhir (Ct) (ppm)	Terserap (ppm)	
0,3008	4	60	110,0230	87,2089	22,9340	3,5470
0,4001	4	**60**	**110,0230**	**74,7659**	**35,2571**	**4,4060**
0,8003	4	60	110,0230	67,6389	42,3841	2,6480
1,2014	4	60	110,0230	71,0092	39,0138	1,6237
1,6009	4	60	110,0230	67,8236	42,1994	1,3179
2,0004	4	60	110,0230	67,6044	42,4186	1,0603

a. Massa 0,8 gr g

Konsentrasi awal pada massa 0,8 g memiliki absorpbansi sebesar 0,1493

y = 0,13459x + 0,00122

0,1493 = 0,13459x + 0,00122

0,1493- 0,00122= 0,13495x

0,14808 = 0,13495x

x = 1,10023

Pengenceran 100 x, jadi konsentrasi awal = 1,10023 x 100

= 110,0230 ppm

Konsentrasi akhir pada massa 0,8 g memiliki absorbansi sebesar 0,3713

y = 0,15669x + 0,00502

0,3713 = 0,15669x + 0,00502

0,3713- 0,00502= 0,15669x

0,3663 = 0,15669x

x = 2,3376

Pengenceran 25 x, jadi konsentrasi akhir = 2,3376 x 25 x$\frac{50}{43,2}$

= 67,6389 ppm

Konsentrasi terserap = 110,0230– 67,6389

= 42,3841 ppm

Adsorpsi Cd^{2+} = $\frac{Konsentrasi\ terserap\ \frac{mg}{L}\ x\ Volume\ Larutan\ (L)}{Massa\ Adsorben\ (gram)}$

= $\frac{42,3841\ x\ 0,05}{0,8003}$

= 2,6480 mg/g

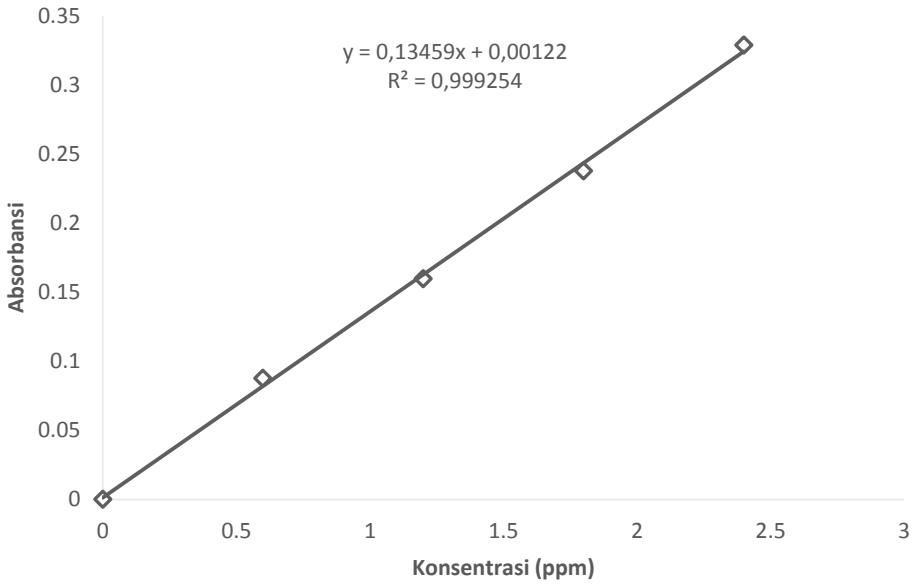
Lampiran 7

Data Penentuan Waktu Kontak Optimum yang Dibutuhkan untuk Adsorpsi Ion Logam Cd^{2+}

1. Data Kalibrasi Cd^{2+} Penentuan Massa Optimum yang Dibutuhkan untuk Adsorpsi Cd^{2+}

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
0	0
0,6	0,0876
1,2	0,1596
1,8	0,2376
2,4	0,3288

Kurva Kalibrasi untuk Penentuan Waktu Kontak Adsorpsi Cd^{2+}



2. Data Perhitungan Penentuan Waktu Optimum Adsorpsi Pb^{2+} oleh Arang Aktif Tongkol Jagung

Massa adsorben optimum (g)	pH optimum	Waktu (menit)	Konsentrasi			Daya adsorpsi (mg/g)
			Awal (Co) (ppm)	Akhir (Ct) (ppm)	Terserap (ppm)	
0,4004	4	10	105,7879	99,4870	6,3009	0,7868
0,4003	4	30	105,7879	97,7972	7,9907	0,9981
0,4003	**4**	**60**	**105,7879**	**85,0630**	**20,7249**	**4,0003**
0,4005	4	90	105,7879	86,3847	19,4032	2,4224
0,4005	4	120	105,7879	88,1038	17,6841	2,2078

a. Waktu kontak 10 menit

Konsentrasi awal pada waktu kontak 10 menit memiliki absorpbansi sebesar 0,1436

y = 0,13459x + 0,00122

0,1436 = 0,13459x + 0,00122

0,1436 - 0,00122= 0,13495x

0,1424 = 0,13495x

x = 1,0579

Pengenceran 100 x, jadi konsentrasi awal = 1,0579 x 100

= 105,7879 ppm

Konsentrasi akhir pada waktu 10 menit memiliki absorbansi sebesar 0,2492

y = 0,13459x + 0,00122

0,2492 = 0,13459x + 0,00122

0,2492 - 0,00122= 0,13459x

0,2479 = 0,13459x

x = 1,8425

Pengenceran 50 x , jadi konsentrasi akhir = 1,8495 x 50 x$\frac{50}{46,3}$

= 99,4870 ppm

Konsentrasi terserap = 105,7879 – 99,4870

= 6,3009 ppm

Adsorpsi Cd^{2+} = $\frac{Konsentrasi\ terserap\ \frac{mg}{L}\ x\ Volume\ Larutan\ (L)}{Massa\ Adsorben\ (gram)}$

= $\frac{6,3009\ x\ 0,05}{0,4004}$

= 0,7868 mg/g

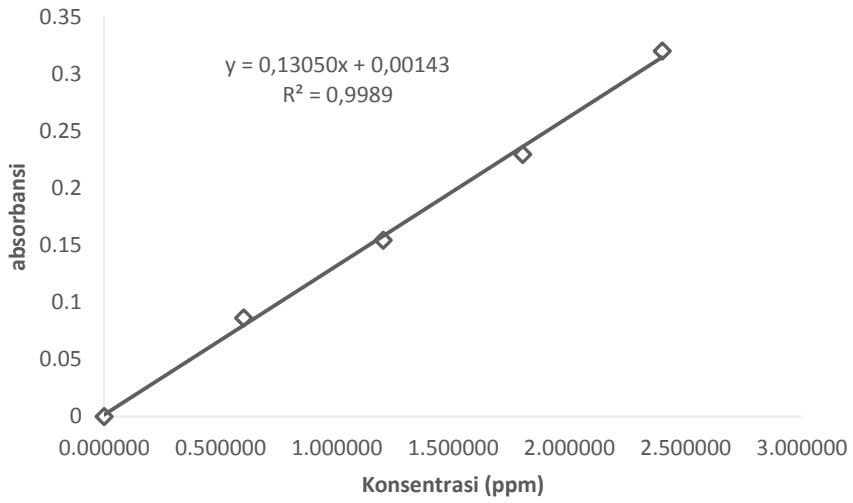
Lampiran 8

Data Penentuan Konsentrasi Awal Cd(II) Optimum untuk Adsorpsi Ion Logam Cd^{2+}.

1. Data Kalibrasi Cd^{2+} Penentuan Konsentrasi Awal Optimum Adsorpsi Cd^{2+} yang Dibutuhkan untuk Adsorpsi Cd^{2+}

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
0	0
0,6	0,0863
1,2	0,1545
1,8	0,2294
2,4	0,3200

Kurva Kalibrasi untuk Penentuan Konsentrasi Awal Cd^{2+} Optimum Adsorpsi Cd^{2+}



2. Data Perhitungan Penentuan Konsentrasi Awal Optimum Adsorpsi Cd^{2+} oleh Arang Aktif Tongkol Jagung

Massa adsorben optimum (g)	pH optimum	Waktu Optimum (menit)	Konsentrasi			Kapasitas adsorpsi (mg/g)
			Awal (Co) (ppm)	Akhir (Ct) (ppm)	Terserap (ppm)	
0,4008	4	60	11,8716	6,0839	5,7877	0,2894
0,4001	4	60	40,5881	26,0362	14,5519	1,8185
0,4006	4	60	58,8390	44,2247	14,6143	1,8240
0,4008	4	60	111,6245	84,7802	26,8443	3,3488
0,4002	**4**	**60**	**178,2912**	**99,0629**	**79,2283**	**9,8986**
0,4005	4	60	187,0968	129,0426	58,0542	7,2477

a. Konsentrasi 10 ppm

Konsentrasi awal 10 ppm memiliki absorpbansi sebesar 0,0634

y = 0,13050x + 0,00143

0,0634 = 0,13050x + 0,00143

0,0634 - 0,00143 = 0,13050x

0,06197 = 0,13050x

x = 0,4749

Pengenceran 25 x, jadi konsentrasi awal = 0,4749 x 25

= 11,8716 ppm

Konsentrasi akhir pada konsentrasi 11,8716 ppm memiliki absorbansi sebesar 0,0302

y = 0,13050x + 0,00143

0,0316 = 0,13050x + 0,00143

0,0316 - 0,00143= 0,13050x

0,0302 = 0,13050x

x = 0,2312

Pengenceran 25 x , jadi konsentrasi akhir = 0,2312 x 25 x$\frac{50}{47,5}$

= 6,0839 ppm

Konsentrasi terserap = 11,8716 – 6,0839

= 5,7877 ppm

Adsorpsi Cd^{2+} = $\frac{Konsentrasi\ terserap\ \frac{mg}{L}\ x\ Volume\ Larutan\ (L)}{Massa\ Adsorben\ (gram)}$

= $\frac{5,7877\ x\ 0,05}{0,4008}$

= 0,2894 mg/g

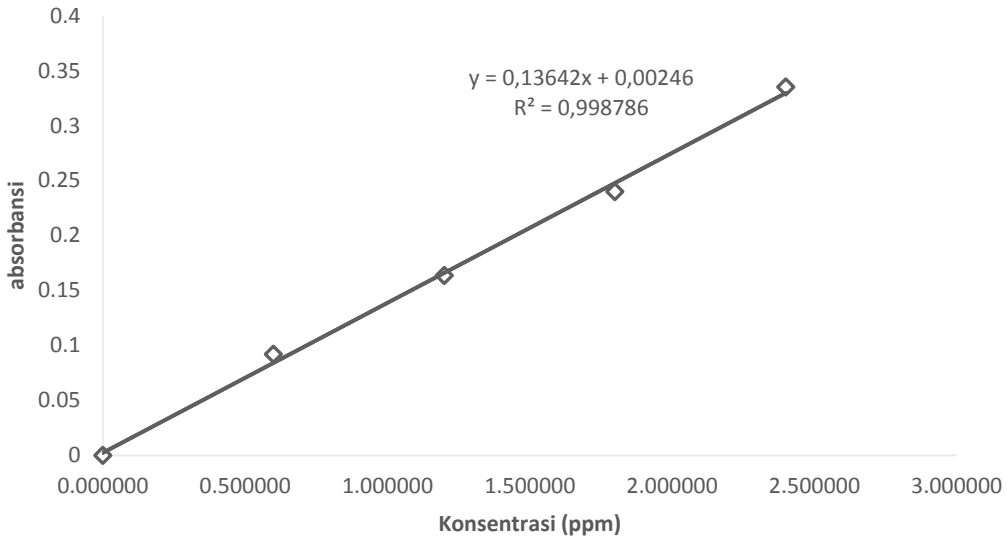
Lampiran 9

Data Penentuan Konsentrasi Akhir Cd^{2+} pada Limbah.

1. Data absorbansi larutan standar Cd untuk Penentuan konsentrasi limbah

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
0	0
0,6	0,092
1,2	0,1636
1,8	0,24
2,4	0,3352

Kurva Kalibrasi untuk Penentuan Konsentrasi Cd^{2+} pada Limbah Perairan yang Mengandung Limbah Logam Cd.



2. Data Perhitungan Penentuan Konsentrasi Cd^{2+} pada Limbah Parairan yang Mengandung Limbah Logam Cd yang Diadsorpsi oleh Arang Aktif Tongkol Jagung

Sampel	pH optimum	Massa adsorben optimum (g)	Waktu Optimum (menit)	Konsentrasi			Daya adsorpsi (mg/g)
				Awal (Co) (ppm)	Akhir (Ct) (ppm)	Terserap (ppm)	
Limbah	4	0,4004	60	93,5639	62,9958	30,5681	3,8162

Konsentrasi Awal Limbah yang Mengandung Cd^{2+} Memiliki Absorbansi Sebesar 0,1301

y = 0,13642x + 0,00246

0,1301 = 0,13642x + 0,00246

0,1301 - 0,00246 = 0,13642x

0,1276= 0,13642x

x = 0,9356

Pengenceran 100 x : $[Cd]^{2+}$ = 0,9356 x 100

= 93,5639 ppm

Konsentrasi Akhir Limbah yang Mengandung Cd^{2+} Memiliki Absorbansi Sebesar 0,1408

y = 0,13642x + 0,00246

0,1654 = 0,13642x + 0,00246

0,1654 - 0,00246 = 0,13642x

0,1629 = 0,13642x

x = 1,1944

Pengenceran 50 x : $[Cd]^{2+}$ = 1,1944 x 50 x $\frac{50}{47,4}$

= 62,9958 ppm

Konsentrasi Terserap = 93,5639 ppm – 62,9958 ppm

= 30,5681 ppm

Daya adsorpsi (mg/g) :

x/m = $\frac{Co-Ct}{w}$ $X\ Vol\ lar$

x/m = $\frac{93,5639-62,9958}{0,4005}$ X 0,05

= 3,8162 mg/g

% Teradsorpsi = $\frac{konsentrasi\ awal-konsentrasi\ akhir}{Konsentrasi\ awal}$ x 100

= $\frac{93,5639-62,9958}{93,5639}$ x 100

= 32,6708 %

Lampiran 10

Perhitungan Bahan-Bahan yang Dibutuhkan

1. Menghitung Massa Padatan Kadmium untuk Membuat Larutan Cd dan Mn 1000 ppm

1000 ppm = 1000 $\frac{mg}{L}$ = 1$\frac{g}{L}$

Gram Cd = $\frac{\text{Mr Cd}(NO_3)_2.4H_2\text{O}}{Ar\ Cd}$ x g/L x Vol

= $\frac{308,41}{112,41}$ x 1 g/L x 1L

= 2,7080 g

= 2,7080 g x $\frac{100}{99}$ = 2,7354 g

Jadi 2,7354 g $Cd(NO_3)_2.4H_2O$ dilarutkan dalam HNO_3 0,01 M (pH 2) dalam labu ukur 1L hingga tanda batas.

2. Membuat Larutan HCl 4 M 250 mL

Diketahui : Mr HCl = 36,46 g/mol

ρ = 1,19 g/mol

% HCl p.a = 37 %

$$M = \frac{\% \ x \ 10 \ x \ \rho}{Mr \ HCl}$$

$$= \frac{37 \ x \ 10 \ x \ 1{,}19 \ g/mol}{36{,}469 \ g/mol}$$

= 12,073 M

Ditambah 300 mL larutan pengencer.

- Konsentrasi HCl 4N = V1 x M1 = V2 x M2

  V1 x 12,073 M = 250 mL x 4 M

  V1 = 82,8294 mL

Jadi, 82,8294 mL HCl p.a dilarutkan dengan larutan pengencer dalam labu takar 250 mL hingga tanda batas.

4. Membuat Larutan HNO_3 0,01 M

Diketahui : Mr HNO_3 = 63,01 g/mol

ρ = 1,39 g/mol

% HNO_3 p.a = 65 %

Molaritas :

$$M = \frac{\% \ x \ 10 \ x \ \rho}{Mr \ \text{HNO3}}$$

$$= \frac{1{,}39 \ x \ 10 \ x \ 65 \ g/mol}{63{,}01 \ g/mol}$$

= 14,3389 M

Pengenceran dilakukan dalam 1000 mL larutan pengencer

- Konsentrasi HNO_3 0,01 M = V1 x M1 = V2 x M2

V1 x 14,3389 M = 1000 mL x 0,01 M

V1 = 0,6974 mL

Jadi, 0,6974 mL HNO_3 p.a dilarutkan dengan aquades hingga tanda batas pada labu ukur 1000 mL.

5. Membuat Larutan NaOH 0,1 M 500 mL

Mr = 40,00 g/mol

Kadar = 99,0%

M = $\frac{mol}{Vol}$

0,1= $\frac{\frac{gr}{40}}{0,5L}$

0,05= $\frac{gr}{40}$

gr = 2 g

Massa = 2 g X $\frac{100}{99}$

= 2,0202 g

Jadi, 2,0202 g NaOH p.a dilarutkan dalam 500 mL aquades.

(HNO_3 0,1M dan NaOH 0,1M sebagai pengatur pH)

6. Membuat Larutan HNO_3 0,01 M 1000 mL

M1 x V1= M2 x V2

14,3389 x V1 = 0,01 x 1000 mL

V1 = 0,6974 mL

Jadi, 0,6974 mL HNO_3 p.a diencerkan dengan aquades menggunakan labu ukur 1000 mL hingga tanda batas.

7. Pembuatan Amilum 1%

Satu g amilum dilarutkan dengan 100 mL aquades, kemudian memanaskan hingga jernih (tidak sampai mendidih).

8. Pembuatan Natrium Tiosulfat ($Na_2S_2O_3$) 0,1 N

Membuat larutan $Na_2S_2O_3$ sebanyak 250 mL , maka

M = $\frac{\frac{gr}{Mr}}{Vol}$

0,1 = $\frac{\frac{gr}{248,21}}{0,25\ L}$

0,025 = $\frac{gr}{248,21}$

gr = 6,2052 g x $\frac{100}{99,5}$

= 6,2364 g

Jadi 6,2364 g dilarutkan dengan aquades dalam labu ukur 250 mL hingga tanda batas.

9. Membuat Larutan H_2SO_4 3M

M1 x V1 = M2 x V2

$$\frac{\rho\ x\ 10x\ \%}{Mr}\ x\ V1 = M2\ x\ V2$$

$$\frac{1,84\ x\ 10x\ 96,1}{98,07}\ x\ V1 = 3\ x\ 50\ mL$$

18,0303 V1 = 150

V1 = 8,3193mL

Jadi, 8,3193 diencerkan dengan aquades dalam labu ukur 50 mL hingga tanda batas.

10. Standarisasi Larutan Natrium Tiosulfat 0,1 N dengan $KBrO_3$

35 mL $KBrO_3$, 0,1N ditambah 1g KI dan 3 mL H_2SO_4 3M. Kemudian menitrasi dengan natrium tiosulfat yang akan distandarisasi sampai larutan kuning dan menambahkan 1 mL amilum. Meneruskan titrasi sampai warna biru pada larutan hilang. Menghitung normalitas natrium tiosulfat.

N1 x V1 = N2x V2

0,1 x 35 = N2x V2

11. Pembuatan Larutan $KBrO_3$ 0,1N

Diketahui : Mr $KBrO_3$: 167,011

Valensi $KBrO_3$: 6

$$N = \frac{\frac{gr}{Mr}}{Vol\ lar}\ x\ Val$$

$$0{,}1 = \frac{\frac{gr}{167{,}011}}{0{,}1\ L}\ x\ 6$$

$$0{,}1 \text{ x } 0{,}1 = \frac{gr}{167{,}011}\ x\ 6$$

gr $KBrO_3$ = 0,2784 g x $\frac{100}{99{,}5}$

= 0,2797 g

Jadi, sebanyak 0,2797 g $KBrO_3$ dilarutkan dengan aquades dalam 100 mL labu ukur hingga tanda batas.

12. Pembuatan Larutan Iodin 0,1N

Diketahui : Mr I_2 : 253,808 g/mol

Valensi I_2 : 2

N = M x Val

$$0{,}1 = \frac{gr}{\frac{Mr}{Vol\ lar}} \text{ X Val}$$

$0{,}1 = \frac{\frac{gr}{253{,}808}}{0{,}25\ L}\ x\ 2$

$0{,}025 = \frac{gr}{253{,}808}$ x 2

gr = $\frac{6{,}34525}{2}$

gr = 3,1726 x $\frac{100}{99{,}8}$

gr = 3,17898 g

(3,17898 g iodin dilarutkan dalam campuran aquades + 10 g KI)

Digojog hingga iodin larut, mendiamkan hingga mencapai temperatur ruang, kemudian diencerkan hingga tanda batas labu ukur 250 mL aquades.

13. Membuat Larutan Logam Cd 100 ppm 500 mL

V1 x M1 = V2xM2

V1 x 1000 ppm = 500 mL x 100 ppm

1000 V1 = 50000

V1 = 50 mL

Mengencerkan 50 mL larutan logam Cd dengan HNO_3 0,01 M dalam labu ukur 500 mL hingga tanda batas.

Lampiran 11

Dokumentasi Penelitian

Drum untuk membuat arang

Arang tongkol jagung

Arang 100 *mesh*

Arang + HCl

Adsorpsi iod dengan arang

Titrasi filtrat iod

Tritrasi dihentikan

Larutan Logam Cd

Mengatur pH larutan

Variasi konsentrasi

adsorpsi limbah

Menyaring

Men*shaker*