

**PEMANFAATAN NANOPORI KARBON AKTIF DARI
LIMBAH KULIT SINGKONG SEBAGAI ADSORBEN LOGAM
BERAT KROMIUM VALENSI (VI)**

LAPORAN PENELITIAN



**Oleh
Choirul Machmudi
21150286D**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SETIA BUDI
SURAKARTA
2020**

LEMBAR PERSETUJUAN

Laporan hasil penelitian

PEMANFAATAN NANOPORI KARBON AKTIF DARI LIMBAH KULIT
SINGKONG SEBAGAI ADSORBEN LOGAM BERAT KROMIUM
VALENSI (VI)

Disusu oleh :

Choirul Machmudi

21150286D

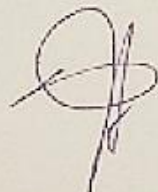
Telah dipeiksa dan disetujui pada :

Tanggal

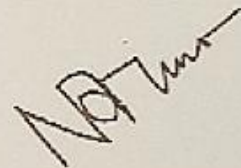
Mengetahui

Ketua Program Studi S-1 Teknik Kimia

Dosen Pembimbing



Gregorius Prima Indra Budianto, S.T., M.Eng
NIS. 01201407261183



Narimo, S.T., MM
NIS. 01199609021057

LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Hasil Penelitian

**PEMANFAATAN NANOPORI KARBON AKTIF DARI LIMBAH KULIT
SINGKONG SEBAGAI ADSORBEN LOGAM BERAT KROMIUM
VALENSI (VI)**

Disusun oleh :

Choirul Machmudl

21150286D

Telah Dipertahankan Oleh Tim Penguji

Pada Tanggal


Nama

Tanda Tangan

Penguji I : Narimo, S.T, MM

Penguji II : Ir. Dewi Astuti Herawati., S.T., M.Eng

Penguji III : Gregorius Prima Indra Budiarto, ST., M.Eng



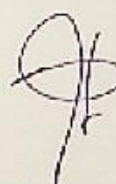
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi S-1 Teknik Kimia



Dr. Suseno, M.Si
NIS. 01199408011044



Gregorius Prima Indra Budiarto., S.T., M.Eng
NIS. 01201407261183

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis haturkan ke hadirat Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya serta sholawat dan salam kepada Nabi Muhammad SAW, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan penelitian yang berjudul “pemanfaatan nano pori karbon aktif dari limbah kulit singkong sebagai adsorben logam berat kromium valensi (vi)”. Tujuan penulisan laporan penelitian ini adalah untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik, khususnya Sarjana Teknik kimia, Fakultas Teknik Universitas Setia Budi Surakarta. Selama proses penulisan dan penyelesaian penelitian ini, penulis banyak memperoleh bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tanpa bantuan dan dorongan yang tiada henti itu rasanya sulit bagi penulis untuk menyelesaikannya. Untuk itu dalam sebuah karya yang sederhana ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Djoni tarigan, MBA selaku Rektor Universitas Setia Budi Surakarta
2. Bapak Dr.Suseno, M.Si selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Setia Budi yang telah memberikan pengesahan skripsi ini.
3. Bapak Gregorius Prima Indra Budiarto., S.T., M.Eng selaku Kepala Program Studi S-1 Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Setia Budi yang telah memberikan kesempatan untuk menyelesaikan penelitian ini.
4. Bapak Narimo, ST., MM selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak memberikan bantuan dan dorongan dalam penyelesaian penelitian ini.
5. Bapak/Ibu Dosen Program Studi S-1 Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Setia Budi yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan.
6. Bapak, Ibu, dan keluarga tercinta yang dengan penuh cinta dan kasih sayangnya telah banyak memberikan doa, dukungan dan motivasi secara materiil maupun moril guna kelancaran penyelesaian skripsi ini.
7. Dan rekan-rekan seperjuangan S-1 Teknik Kimia Angkatan 2015 yang tidak dapat saya sebut satu persatu, terima kasih atas bantuan dan dukungan kalian semua.

Semoga amal, bantuan, bimbingan dan doa yang telah diberikan, mendapat balasan dari Allah SWT. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penelitian ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang bersifat membangun sangat di harapkan demi kesempurnaan laporan penelitian ini. akhirnya penulis berharap semoga apa yang telah penulis selesaikan ini bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
INTISARI	x
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Kulit Singkong	4
2.2. Karbon Aktif	4
2.3. Karbon Nano Pori	5
2.4. Adsorpsi	6
2.5. Logam Berat	7
BAB III. METODE PENELITIAN	9
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	9
3.2. Bahan - Bahan Penelitian.....	9
3.3. Alat – Alat Penelitian	9
3.4. Varabel Penelitian	9
3.5. Cara Penelitian.....	9

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	12
4.1 Karakteristik Karbon Aktif	12
4.2. Adsorpsi	12
4.3. Hasil UJI BET	15
4.4. Persamaan Langmuir dan Freundlich.....	15
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	18
5.1 Kesimpulan	18
5.2 Saran	18
Daftar Pustaka.....	19
Lampiran.....	21

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Standar Mutu Karbon Aktif menurut SNI-06-3730-1995	5
Tabel 2. Karakterisasi Karbon Aktif	12
Tabel 3 Perbandingan Mutu Arang Aktif Terbaik.....	12
Tabel 4. Hasil AAS Pada Variasi konsentrasi HCl.....	13
Tabel 5. Hasil AAS Pada Variasi Waktu Aktivasi.....	14
Tabel 5. Perhitungan harga x/m , $C_e/(x/m)$, $\log (x/m)$ dan $\log C_e$	15
Tabel 7. Harga konstanta Langmuir dan Freundlich.....	16

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Pengaruh konsentrasi HCl terhadap daya adsorpsi karbon aktif..	13
Gambar 2. pengaruh waktu aktivasi terhadap daya adsorpsi karbon aktif..	14
Gambar 3. Persamaan adsorpsi isotherm Langmuir	15
Gambar 3. Persamaan adsorpsi isotherm Freundlich	16

INTISARI

Karbon aktif merupakan produk dari proses aktivasi karbon yang kemampuan penyerapannya lebih baik dibandingkan karbon biasa. Karbon aktif pada penelitian ini akan diujikan daya serapnya terhadap logam berat kromium valensi (VI).

Karbon aktif dapat dibuat menggunakan bahan kulit singkong yang dikarbonasikan dengan difurnace pada suhu 400°C selama 20 menit. Proses aktivasi karbon kulit singkong dilakukan dengan merefluks karbon kulit singkong dengan larutan asam klorida selama 4 jam dengan variasi konsentrasi yang digunakan adalah 2 N, 3 N, 4 N dan 5 N.

Proses sonikasi terhadap karbon aktif dengan amplitudo 40% selama 15 menit dengan jeda 15 detik dilakukan untuk memperbesar luas permukaan karbon aktif dengan memperkecil ukuran dari pori-pori karbon aktif hingga menjadi nano pori karbon aktif.

Karbon aktif yang dihasilkan memenuhi standar (SNI) 06-3730-1995 dengan hasil pengujian kadar air 1,25% dimana standar SNI maksimum 15% dan kadar abu 0,79% dimana standar SNI maksimum 10%, dan daya serap iodium 742078,2 mg/g dimana standar SNI minimum 750 mg/g.

Kata kunci : kulit singkong, logam kromium valensi (VI), nano pori karbon aktif, adsorpsi.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Limbah logam berat banyak tersebar di daerah sekitar kita yang dapat menyebabkan masalah yang cukup serius terhadap kesehatan. Limbah logam berat bisa berasal dari berbagai sumber salah satunya adanya limbah dari produksi batik atau limbah dari industri tekstil. Limbah logam berat yang mencemari lingkungan terutama lingkungan perairan dapat dikurangi dengan cara menyerap limbah tersebut dengan arang aktif yang bertindak sebagai adsorben.

Salah satu logam berat yang merupakan sumber polusi dan perlu dihilangkan dalam perairan adalah logam kromium (Cr). Ion krom dalam bentuk Cr (III) dan Cr (VI) merupakan ion krom yang banyak terdapat di lingkungan. Pemanfaatan logam ini banyak digunakan dalam industri penyepuhan logam, penyamakan kulit, Industri tekstil, pendinginan air, pulp serta proses pemurnian bijih (Bayu & Marisa, 2008).

Logam kromium dapat masuk ke dalam semua strata lingkungan, sehingga perlu mendapat perhatian lebih, sebab kadar batas maksimal kromium yang diperbolehkan hanya 0,05 ppm. Kromium dapat menimbulkan kerusakan pada tulang, hidung, paru-paru dan dapat menimbulkan kanker (Sugiarti & Zaenab, 2008).

Usaha-usaha pengendalian limbah ion logam belakangan ini semakin berkembang, yang mengarah pada upaya-upaya pencarian metode-metode baru yang murah, efektif, dan efisien. Proses adsorpsi lebih banyak dipakai dalam industri karena mempunyai beberapa keuntungan, yaitu lebih ekonomis dan juga tidak menimbulkan efek samping yang beracun serta mampu menghilangkan bahan-bahan organik (Hasrianti, 2012).

Saat ini telah dikembangkan beberapa jenis adsorben untuk mengadsorpsi logam berat, salah satunya adalah dengan memanfaatkan selulosa. Selulosa memiliki gugus fungsi dapat melakukan pengikatan dengan ion logam. Gugus fungsi tersebut adalah gugus karboksil dan hidroksil (Safrianti, dkk, 2012).

Penggunaan biomaterial sebagai penyerap ion logam berat merupakan alternatif yang dapat digunakan. Sejumlah biomaterial seperti lumut, daun teh, sekam padi serta beberapa organisme air, Berbagai jenis adsorben telah digunakan untuk menghilangkan logam berat. Contoh adsorben adalah berbagai variasi limbah pertanian yang digunakan untuk menghilangkan ion logam berat, sekam padi untuk menghilangkan logam Cd dan Cr, kulit singkong untuk mengurangi logam Cu dan Pb, kulit singkong untuk mengurangi logam Cu dan Zn (Hasrianti, 2012).

Kulit ubi kayu yang diperoleh dari produk tanaman ubi kayu (*Manihotesculenta* Cranz atau *Manihot utilissima* Pohl) merupakan limbah utama pangan di negara-negara berkembang. Semakin luas areal tanaman ubi kayu diharapkan produksi umbi yang dihasilkan semakin tinggi sehingga tinggi pula limbah kulit yang dihasilkan. Setiap kilogram ubi kayu biasanya dapat menghasilkan 15–20 % kulit umbi. Kulit ubi kayu mempunyai komposisi yang terdiri dari karbohidrat dan serat. Persentase kulit ubi kayu yang dihasilkan berkisar antara 8-15% dari berat umbi yang dikupas (Rahmawati, 2010).

Menurut Hasrianti (2012), limbah kulit singkong dapat dimanfaatkan sebagai bahan yang mampu mengurangi kadar logam berat berbahaya. Kulit singkong memiliki kandungan protein, *sellulosa non reduksi*, serat kasar yang tinggi. Komponen-komponen tersebut mengandung gugus –OH, –NH₂, –SH dan –CN yang dapat mengikat logam. Kulit singkong mengandung C (Karbon) sebesar 59,31 % yang berarti terdapat carbon yang tinggi.

Untuk membuat kulit singkong menjadi karbon aktif salah satunya dibutuhkan proses aktivasi, baik secara kimia maupun fisika. Aktivasi secara kimia menggunakan aktivator dilakukan untuk membersihkan pori sehingga daya serap karbon dapat lebih maksimal. Zat aktivator yang digunakan adalah suatu zat (larutan) yang dapat mengurangi pengotor. Pada penelitian ini digunakan larutan aktivator HCl yang bertujuan untuk menghilangkan kandungan mineral dan oksida-

oksida logam yang terdapat dalam pori-pori arang sehingga pori menjadi lebih besar dan daya adsorpsi menjadi lebih maksimal. Perbedaan konsentrasi zat aktivator bertujuan untuk mengetahui kemampuan asam dalam memperluas pori yang berdampak terhadap daya adsorpsi dari arang yang akan diaktivasi.

Asam klorida (HCl) sebagai zat aktivator kimia bersifat higroskopis yang dapat mengurangi kadar air pada arang aktif yang dihasilkan. Dibandingkan dengan aktivator lainnya seperti H₂SO₄ dan HNO₃, 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 H₂SO₄ dan HNO₃ daya jerap iodnya lebih kecil karena rusaknya dinding struktur dari arang sehingga daya adsorpsi semakin kecil (Alfiany et al, 2013; Nurhasni et al, 2012).

Pengembangan yang dilakukan pada penelitian kali ini yaitu ukuran pori yang akan mempunyai ukuran nano, sehingga penyerapan limbah logam dapat lebih maksimal dan juga diharapkan dapat meningkatkan nilai ekonomi dari kulit singkong itu sendiri.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimanakah pengaruh Konsentrasi HCl pada aktivasi karbon aktif kulit singkong terhadap penyerapan logam kromium valensi (VI) ?
2. Bagaimanakah Pengaruh lamanya waktu aktivasi terhadap penyerapan logam kromium valensi (VI) ?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh Konsentrasi HCl pada aktivasi karbon aktif kulit singkong terhadap penyerapan logam kromium valensi (VI).
2. Mengetahui pengaruh lamanya waktu aktivasi karbon aktif terhadap penyerapan logam kromium valensi (VI).

1.4 Manfaat Penelitian

1. Dapat memberikan solusi dalam penyerapan logam kromium valensi (VI) menggunakan karbon aktif dari kulit singkong untuk pengolahan limbah.
2. Meningkatkan nilai ekonomis dari kulit singkong itu sendiri.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kulit Singkong

Kulit singkong merupakan limbah kupasan hasil pengolahan gapek, tapioka, tape, dan panganan berbahan dasar singkong lainnya. Potensi kulit singkong di Indonesia sangat melimpah, seiring dengan eksistensi negara ini sebagai salah satu penghasil singkong terbesar di dunia dan terus mengalami peningkatan produksi dalam setiap tahunnya. Produktivitas singkong di Indonesia sebesar 24,18 juta ton (Badan Pusat Statistik, 2012). Kulit singkong memiliki kandungan protein, *selulosa non reduksi*, serat kasar yang tinggi. Komponen-komponen tersebut mengandung gugus –OH, –NH₂, –SH dan –CN yang dapat mengikat logam. Kulit singkong mengandung C (Karbon) sebesar 59,31 % yang berarti terdapat carbon yang tinggi. Karena kandungan karbon yang cukup tinggi dalam kulit singkong, kulit singkong dapat dijadikan salah satu bahan baku pembuatan arang aktif.

2.2 Karbon Aktif

Karbon aktif adalah suatu padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi, dengan menggunakan gas, uap air dan bahan-bahan kimia sehingga pori-porinya terbuka. Karbon aktif merupakan absorben yang sangat bagus dan banyak digunakan karena luas permukaan dan volume mikropori sangat besar, dan relatif mudah di regenerasi. Dengan demikian daya adsorbsinya menjadi lebih tinggi terhadap zat warna dan bau.

Keaktifan daya menyerap dari karbon aktif tergantung dari jumlah senyawa karbonnya. Daya serap karbon aktif ditentukan oleh luas permukaan partikel. Dan kemampuan ini dapat menjadi lebih tinggi, jika karbon aktif tersebut telah dilakukan aktivasi dengan faktor bahan-bahan kimia ataupun dengan pemanasan pada temperatur tinggi. Dengan demikian, karbon akan mengalami perubahan sifat-sifat fisika dan kimia. Karbon aktif yang berwarna hitam, tidak berbau, tidak berasa dan mempunyai daya serap yang jauh lebih besar dibandingkan dengan karbon aktif yang belum menjalani proses

aktivasi, serta mempunyai permukaan yang luas, yaitu memiliki luas antara 300 – 200 m²/gram.

Luas permukaan yang luas disebabkan karbon mempunyai permukaan dalam (*internal surface*) yang berongga, sehingga mempunyai kemampuan menyerap gas dan uap atau zat yang berada di dalam suatu larutan. Sifat dari karbon aktif yang dihasilkan tergantung dari bahan yang digunakan misalnya kulit singkong menghasilkan karbon yang lunak dan cocok untuk menjernihkan air. Karbon aktif dibagi 2 tipe, yaitu karbon aktif sebagai pemucat dan sebagai penyerap uap.

Tabel 1. Standar Mutu Karbon Aktif menurut SNI-06-3730-1995

Uraian	Syarat Kualitas	
	Butiran	Serbuk
Kadar zat terbang (%)	Maks 15	Maks 25
Kadar air (%)	Maks 4,5	Maks 15
Kadar abu (%)	Maks 2,5	Maks 10
Bagian tak mengarang	0	0
Daya serap terhadap I ₂ (mg/g)	Min 750	Min 750
Karbon aktif murni (%)	Min 80	Min 65
Daya serap terhadap benzene (%)	Min 25	-
Daya serap terhadap biru metilena (mg/g)	Min 60	Min 120
Bobot jenis curah (g/ml)	0,45 – 0,55	0,3 – 0,35
Losos mesh	-	Min 90
Jarak mesh (%)	90	-
Kekerasan (%)	80	-

Sumber : BSN RI 1995

2.3 Karbon Nano Pori

Karbon nanopori yang berasal dari karbon aktif sering digunakan sebagai material penyimpanan energi disebabkan luas permukaannya yang besar, stabil, mudah terpolarisasi, dan murah. Karbon berpori secara fisik terdiri dari bahan padat yang berisi karbon (matriks) dan rongga kosong (pori) (Yang dkk., 2008).

Nanopori karbon secara fisik terdiri dari bahan padat berisi karbon (matriks) dan rongga kosong (pori), dengan ukuran pori 0,3 – 19nm. Pembentukan pori-pori pada karbon aktif dipengaruhi oleh proses pembuatannya. Peningkatan jumlah dan ukuran pori dilakukan melalui proses aktivasi dengan beberapa cara yaitu fisika, kimia, dan cetakan (*template*) (Y. Yamada, 2004).

Aktivator berfungsi untuk mengoksidasi molekul-molekul permukaan sehingga karbon mengalami perubahan sifat fisika dan kimia yaitu bertambahnya luas permukaan dan kemampuan penyerapan yang lebih baik.

Nanopori karbon dapat diterapkan dalam berbagai bidang industri sebagai bahan penyerap, penyaring air, pemisahan gas, serat sintetik, dan elektroda penyimpan energi. Keunggulan sifat dan aplikasi yang luas ini menyebabkan penelitian nanopori karbon terus berkembang (Y. Liu, 2008).

2.4 Adsorpsi

Menurut Asip (2008), adsorpsi adalah proses perpindahan massa pada permukaan pori-pori dalam butiran adsorben. Perpindahan massa yang terjadi melalui batas antara dua fasa yaitu: gas-padat, cair-padat. Proses yang terjadi selama adsorpsi yaitu perpindahan massa dari cairan ke permukaan butir, difusi dari permukaan butir ke dalam butir melalui pori, perpindahan massa dari cairan dalam pori ke dinding pori dan adsorpsi pada dinding pori. Adsorpsi dapat terjadi karena adanya energi permukaan dan gaya tarik-menarik permukaan. Sifat dari masing-masing permukaan berbeda, tergantung pada susunan dalam molekul-molekul zat. Setiap molekul dalam interior dikelilingi oleh molekul-molekul lainnya, sehingga gaya tarik menarik antar molekul akan sama besar, setimbang ke segala bagian. Sedangkan untuk molekul dipermukaan hanya mempunyai gaya tarik kearah dalam (Asip, 2008).

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi

Ada sejumlah faktor yang berpengaruh dalam proses adsorpsi yaitu:

1. Proses pengadukan

Jika proses pengadukan relatif kecil maka adsorben sukar menembus lapisan *film* antara permukaan adsorben dan *film diffusion* yang merupakan faktor pembatas yang memperkecil kecepatan penyerapan. Dan jika pengadukan sesuai maka akan menaikkan *film diffusion* sampai titik *pore diffusion* yang merupakan faktor pembatas dalam sistem batch dilakukan pengadukan yang tinggi.

2. Karakteristik adsorben

Adsorpsi dipengaruhi oleh dua faktor permukaan, yaitu energi permukaan dan gaya tarik permukaan, oleh karena itu sifat fisik yaitu ukuran partikel dan luas permukaan merupakan sifat yang terpenting dari bahan yang akan digunakan sebagai adsorben.

3. Kelarutan adsorben

Proses adsorpsi terjadi pada molekul-molekul yang ada dalam larutan harus dapat berpisah dari cairannya dan dapat berikatan dengan permukaan adsorben. Sifat unsur yang terlarut mempunyai gaya tarik-menarik terhadap cairannya yang lebih kuat bila dibandingkan dengan unsur yang sukar larut. Dengan demikian unsur yang terlarut akan lebih sulit terserap pada adsorben bila dibandingkan dengan unsur yang tidak larut (Asip, 2008).

Adsorpsi merupakan metode yang dapat mengatasi masalah pencemaran limbah dilingkungan. Metode adsorpsi ini sangat tergantung pada luas permukaan adsorben, karena permukaan adsorben tersebut berguna untuk menarik partikel – partikel gas atau cairan (Nurdila, 2015). Adsorpsi merupakan metode yang paling sering dipakai, karena metode adsorpsi memiliki konsep yang sederhana, selain sederhana metode adsorpsi memiliki nilai yang ekonomis.

2.5 Logam Berat

Logam berat merupakan salah satu komponen alami pada bumi yang tidak dapat didegradasi atau dihancurkan. Pada konsentrasi kecil, logam berat dapat memasuki tubuh melalui makanan, minuman, dan udara. Menurut Darmono (2008), dalam tubuh makhluk hidup logam berat termasuk *trace mineral* atau mineral yang jumlahnya sangat sedikit. *Trace element* beberapa logam berat penting untuk mengatur metabolisme dalam tubuh manusia, namun pada konsentrasi tinggi logam ini berbahaya dan beracun karena cenderung mengalami bioakumulasi (Akoto *et al.*, 2008).

2.5.1 Logam berat kromium

Kromium atau dikenal dengan logam Cr merupakan salah satu logam mineral yang keberadaannya terkandung dalam lapisan bumi. Kromium adalah elemen yang secara alamiah ditemukan dalam konsentrasi yang rendah di batuan, hewan, tanaman, tanah, debu vulkanik dan juga gas. Logam Cr sering ditemukan dalam bentuk persenyawaan padat/mineral dengan unsur-unsur yang lain. Kromium memiliki nomor atom 24 dan massa atom relatif 51,996 gram/mol, titik didih 2665 °C, titik leleh 1875 °C, dan jari-jari atom 128 pm (Sugiyarto, 2003).

Krom (Cr) di alam berada pada valensi 3 (Cr³⁺) dan valensi 6 (Cr⁶⁺). Cr⁶⁺ lebih toksik dibandingkan dengan Cr³⁺, karena sifatnya yang berdaya larut dan mobilitas tinggi di lingkungan (Rahman *et al.*, 2007). Melalui rantai makanan Kromium dapat terdeposit pada bagian tubuh makhluk hidup yang pada suatu ukuran tertentu dapat menyebabkan racun (Mulyani, 2004). Apabila masuk ke dalam sel, dapat menyebabkan kerusakan struktur DNA hingga terjadi mutasi (Larashati, 2004).

Terakumulasinya krom dalam jumlah besar di tubuh manusia jelas-jelas mengganggu kesehatan karena krom memiliki dampak negatif terhadap organ hati, ginjal serta bersifat racun bagi protoplasma makhluk hidup. Selain itu juga bersifat karsinogen (penyebab kanker), teratogen (menghambat pertumbuhan janin) dan mutagen (Schiavon *et al.*, 2008).

Dampak Kromium (Cr) yang ditimbulkan bagi organisme akuatik yaitu terganggunya metabolisme tubuh akibat terhalangnya kerja enzim dalam proses fisiologis, Kromium (Cr) dapat menumpuk dalam tubuh dan bersifat kronis yang akhirnya mengakibatkan kematian organisme (Palar, 2008).

Akumulasi logam berat Kromium (Cr) dapat menyebabkan kerusakan terhadap organ respirasi dan dapat juga menyebabkan timbulnya kanker pada manusia (Suprapti, 2008).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan Mei hingga bulan Agustus 2019 di Laboratorium Operasi Teknik Kimia Universitas Setia Budi Surakarta, Laboratorium FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta

3.2 Bahan – bahan Penelitian

Bahan baku yang digunakan untuk penelitian ini adalah kulit singkong yang didapatkan dari pengusaha keripik singkong di daerah Salatiga, Jawa Tengah, HCl, amylum 1%, Na₂S₂O₃, KI 20%, KIO₃ 0,1 N, kertas saring.

3.3 Alat – alat Penelitian

Alat yang digunakan adalah beker glass 1 liter, furnace, oven, shaker, cawan pengup, kurs, neraca analitik, corong, klem, statif, buret, *crusher*, *Atomic Absorption Spectrometry* (AAS), kondensor, pemanas air, erlenmeyer, pipet, sonikator, ayakan ukuran 100 mesh dan alat-alat gelas yang umum digunakan dalam laboratorium untuk analisis iodium.

3.4 Variabel Penelitian

1. Konsentrasi HCl : (2, 3, 4 dan 5) N
2. Waktu Aktivasi : (1, 2, 3 dan 4) jam

3.5 Cara Kerja Penelitian

3.5.1 Dehidrasi

Bahan baku kulit singkong yang sudah didapat dibersihkan dari kulit terluar dan dicuci bersih lalu dikeringkan dibawah sinar matahari selama ± 4 hari.

3.5.2 Pengecilan Ukuran

Potongan kecil kulit singkong dihaluskan dengan bantuan alat *crusher*, setelah itu di seleksi ukurannya dengan ayakan 100 mesh, dan kulit singkong yang belum lolos ayakan 100 mesh di haluskan kembali dengan alat *crusher*.

3.5.3 Karbonasi

Selanjutnya kulit singkong yang telah dihaluskan dan lolos ayakan 100 mesh difurnace pada suhu 400 °C selama \pm 20 menit .

3.5.4 Aktivasi karbon

Pada proses aktivasi akan dilakukan dengan dua cara, yaitu berdasarkan variabel yang akan diteliti.

- Pada variabel pertama proses aktivasi dilakukan dengan mengaktivasi karbon aktif menggunakan variasi dari konsentrasi zat aktivator HCl dengan variasi konsentrasi (2, 3, 4, dan 5) N selama 4 jam.

- Pada variabel yang kedua proses aktivasi dilakukan dengan mengaktivasi karbon aktif dengan varian waktu aktivasi (1, 2, 3 dan 4) jam dengan Konsentrasi HCl 5 N.

Aktivasi karbon dilakukan dengan memanaskan campuran larutan zat aktivator HCl sebanyak 50 ml dan karbon seberat 5 gram menggunakan refluks dengan pemanas air pada tiap variabel yang akan di uji.

3.5.4 Pembuatan Nano Pori

Cara untuk membuat nano pori dari karbon aktif sebagai berikut :

- Hasil arang aktif yang telah diaktivasi berdasarkan konsentrasi HCl dan waktu aktivasi tersebut masing-masing di sonifikasi selama 15 menit dengan amplitudo 40% dengan jeda 15 detik berhenti dan 30 detik berjalan.
- Hasil sonikasi arang aktif disaring, lalu dibilas menggunakan aquadest, dan dipanaskan menggunakan oven untuk menghilangkan air yang masih terikat dengan suhu 110°C.

3.5.5 Pengujian Variabel Penelitian (Konsentrasi HCl dan Waktu Aktivasi)

a. Pengaruh konsentrasi HCl terhadap penurunan kadar kromium.

Cara untuk mengetahui pengaruh konsentrasi HCl terhadap penurunan kadar logam kromium dengan cara sebagai berikut :

- Larutan $K_2Cr_2O_7$ dengan konsentrasi 100 mg/L sebanyak 20 ml dan 1 gram karbon aktif yang telah diaktivasi dengan beberapa variasi

Konsentrasi HCl (1, 2, 3, 4 dan 5) N dan telah melewati proses sonifikasi dimasukkan kedalam 5 buah Erlenmeyer, masing-masing berdasarkan Konsentrasi HCl.

- Campuran tersebut dishaker dengan kecepatan 105 rpm selama 1 jam, didiamkan \pm 15 menit. Kemudian dipisahkan antara filtrat dan residu, kemudian dicek kadar logam yang terjerap dengan menguji filtrat yang telah didapatkan menggunakan AAS.
- b. Untuk mengetahui pengaruh waktu aktivasi terhadap penurunan kadar kromium
- Larutan $K_2Cr_2O_7$ dengan konsentrasi 100 mg/L sebanyak 20 ml dan 1 gram karbon aktif yang telah diaktivasi dengan beberapa variasi waktu aktivasi (1, 2, 3 dan 4) dan telah melewati proses sonifikasi dimasukkan kedalam 5 buah Erlenmeyer, masing-masing berdasarkan variasi waktu aktivasi.
 - Campuran tersebut dishaker dengan kecepatan 100 rpm selama 1 jam, didiamkan \pm 15 menit. Kemudian dipisahkan antara filtrat dan residu, kemudian dicek kadar logam yang terjerap dengan menguji filtrat yang telah didapatkan menggunakan AAS.

3.6 Pengujian Karakterisasi Karbon Katif

Rendemen

Penetapan rendemen arang aktif dilakukan dengan menghitung perbandingan berat arang aktif yang dihasilkan dengan berat arang sebelum aktivasi

$$\%Rendemen = \frac{\text{Berat arang aktif}}{\text{Berat arang}} \times 100\%$$

Kadar Air

Sebanyak 1 gram arang aktif dimasukkan ke dalam cawan yang telah diketahui beratnya, kemudian dimasukkan ke dalam oven pada suhu 110°C selama 3 jam. Selanjutnya didinginkan dan ditimbang.

$$\text{kadar air \%} = \frac{\text{bobot basah} - \text{bobot kering}}{\text{bobot basah}} \times 100\%$$

Kadar Abu (Ash Content)

1. Karbon aktif ditimbang seberat 1-2 gram dan dimasukkan ke dalam cawan porselin yang telah diketahui beratnya.
2. Dilakukan pengabuan dalam furnace secara perlahan setelah semua karbon hilang.
3. Nyala diperbesar pada suhu 650 °C selama 2 jam.
4. Bila seluruh karbon telah menjadi abu, dinginkan lalu ditimbang.

Prinsip penentuan kadar abu adalah menentukan jumlah abu yang tertinggal setelah pembakaran menggunakan energi panas (dalam hal ini menggunakan furnace). Abu terdiri dari mineral yang tidak dapat hilang atau menguap pada proses pengabuan.

$$\text{kadar abu \%} = \frac{\text{bobot abu}}{\text{bobot awal (arang)}} \times 100\%$$

Daya Serap terhadap Iod (I2)

Prinsip penentuan daya serap iodine adalah menghitung jumlah iod yang terserap oleh arang. Daya serap iodine menggambarkan banyaknya struktur mikropori yang terbentuk. Sampel sebanyak 0.25 gram dimasukkan ke dalam erlenmeyer bertutup, kemudian ditambahkan 25 ml larutan iod 0.1 N dan dikocok selama 15 menit pada suhu kamar, selanjutnya larutan langsung disaring. Filtrat hasil penyaring dipipet 10 ml dan dititrasi dengan larutan natrium tiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) 0.1 N hingga larutan berwarna kuning lalu ditambahkan larutan amilum 1% sebagai indikator. Larutan dititrasi kembali hingga warna biru dalam larutan hilang. Daya serap iodine dihitung dengan persamaan :

$$\text{daya serap iod} = \frac{10 - \frac{(\text{ml titrasi} \times N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)}{N \text{ iod}}}{\text{bobot arang (gram)}} \times 12,693$$

Dimana : $N_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}$ = Normalitas natrium tio sulfat

N_{iod} = Normalitas larutan iod

fp = faktor pengenceran

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Karbon Aktif

Tabel 2. Karakterisasi Karbon aktif

Karakteristik karbon aktif	nilai
rendemen arang aktif (%)	83,368
kadar air (%)	1,25
kadar abu (%)	0,79
daya serap iodium (mg/g)	742078,2

Tabel 3. Perbandingan Mutu Arang Aktif Terbaik Dengan Penelitian Gustama, 2013 dan Dengan Standar Nasional Indonesia Parameter

Parameter	Arang aktif		
	Arang aktif terbaik		SNI 06-3730-1995
	Choirul	Gustama, 2013	
Kadar air (%)	1,25	2.45	Mak. 15
Kadar abu (%)	0,79	6.83	Mak. 10
Daya serap I ₂ (mg/g)	742078,2	878.31	Min. 750

Dari hasil perbandingan karakteristik dengan karbon aktif hasil penelitian dari (gustama, 2013) dapat dilihat bahwa data dari penelitian yang dijadikan pembandingan hasilnya lebih besar dan lebih mendekati standar yang ada.

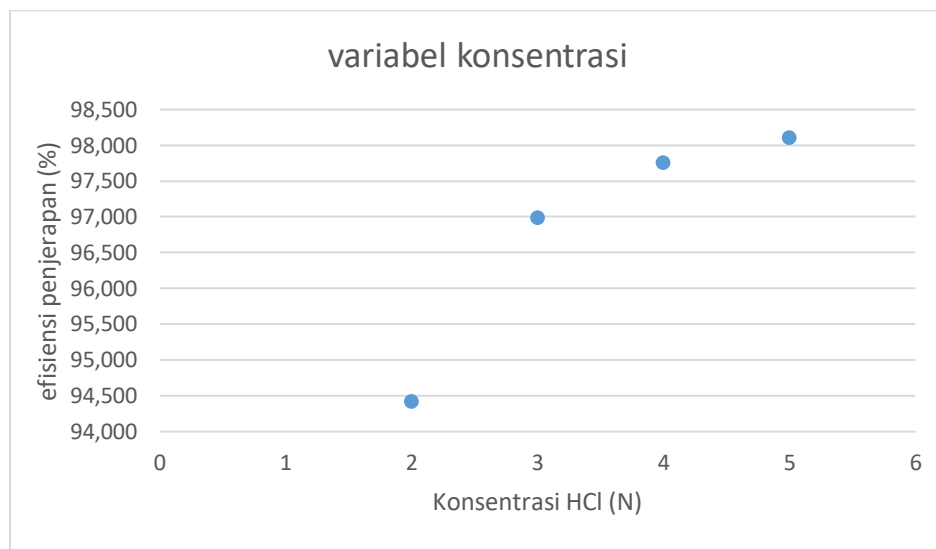
4.2 adsorpsi

Adsorpsi dilakukan dengan pengamatan pengaruh kadar zat aktivator yang digunakan (HCl) dan pengaruh waktu aktivasi karbon.

- Adsorpsi dengan pengaruh kadar zat aktivator dilakukan dengan menggunakan arang yang telah diaktivasi oleh zat aktivator HCl sebesar 2 N, 3 N, 4 N dan 5 N untuk menjerap 20 ml larutan K₂Cr₂O₇ 100 ppm pada masing-masing konsentrasi, kemudian diukur kadar penjerapannya menggunakan AAS dengan hasil sebagai berikut.

Tabel 4. Hasil AAS pada variasi konsentrasi HCl

Konsentrasi HCl (N)	Logam Cr ⁶⁺ yang terjerap (ppm)	Efisiensi penjerapan (%)
2	94,420	94,420
3	96,986	96,986
4	97,759	97,759
5	98,107	98,107

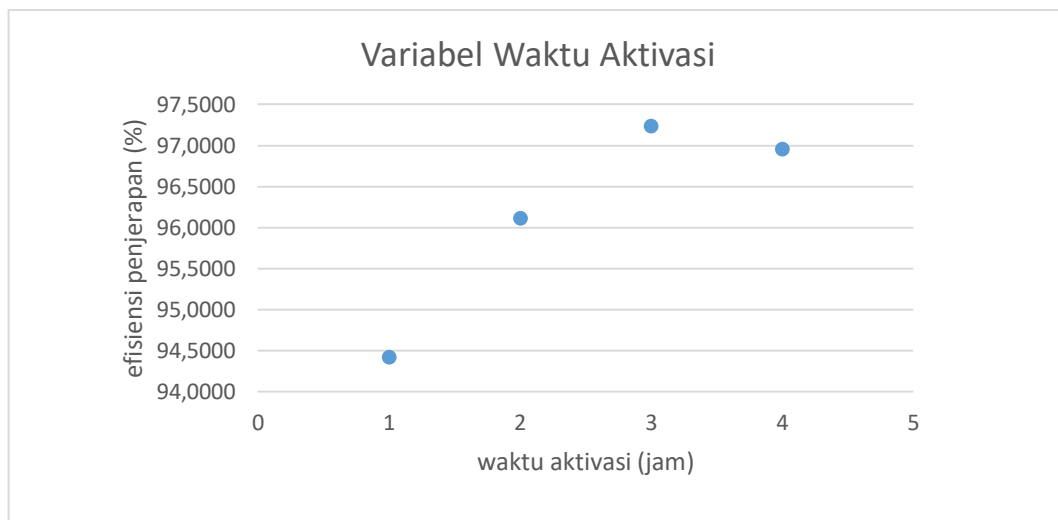
**Gambar 1. Pengaruh kosentrasi HCl terhadap daya adsopsi karbon aktif**

Hasil data yang telah didapatkan dan telah dijadikan grafik menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi zat aktivator HCl semakin tinggi pula daya jerapnya hingga didapatkan titik optimasi, dimana data yang didapatkan hasilnya tidak ada perbedaan yang signifikan dibandingkan pada data awal. Pada grafik diatas menunjukkan bahwa kadar zat aktivator HCl 5 N mampu menjerap larutan kromium yang paling besar dengan efisiensi penjerapan sebesar 98,107 % per 1 gram karbon aktif kulit singkong dengan kadar logam kromium valensi (vi) yang dijerap sebesar 100 ppm. Zat aktivator yang konsentrasinya tinggi akan lebih bereaksi dengan karbon, sehingga terbentuk lebih banyak pori yang membuat luas permukaan dari karbon semakin luas. Semakin luas permukaan karbon daya serap dari karbon aktif akan semakin meningkat. Hal ini lah yang menyebabkan daya serap karbon aktif yang tertinggi dihasilkan oleh zat aktivator dengan kosentrasi 5N.

- Adsorpsi dengan pengaruh waktu aktivasi dilakukan dengan menggunakan arang aktif yang telah diaktivasi, masing-masing selama (1, 2, 3, 4) jam untuk menjerap 20 ml larutan larutan $K_2Cr_2O_7$ 100 ppm pada masing-masing campuran, kemudian diukur kadar Logam Cr^{6+} terjerap menggunakan AAS dengan hasil sebagai berikut.

Tabel 5. Hasil AAS pada variasi waktu aktivasi

Waktu aktivasi (jam)	Logam Cr^{6+} yang terjerap (ppm)	Efisiensi penjerapan (%)
2	94,420	94,420
3	96,114	96,114
4	97,235	97,235
5	96,961	96,961



Gambar 2. pengaruh waktu aktivasi terhadap daya adsorpsi karbon aktif

Hasil menunjukkan bahwa penurunan kadar logam kromium tertinggi terdapat pada waktu aktivasi selama 3 jam sebesar 97,2350 %. Penurunan kemampuan menjerap terlihat pada karbon dengan waktu aktivasi 4 jam, hal ini dapat terjadi karena pada waktu aktivasi selama 4 jam kandungan mineral yang seharusnya terikat oleh HCl malah kembali terserap pada karbon hingga mengotori pori kembali dan jumlah pori yang ada pada karbon berkurang dibandingkan waktu aktivasi selama 3 jam.

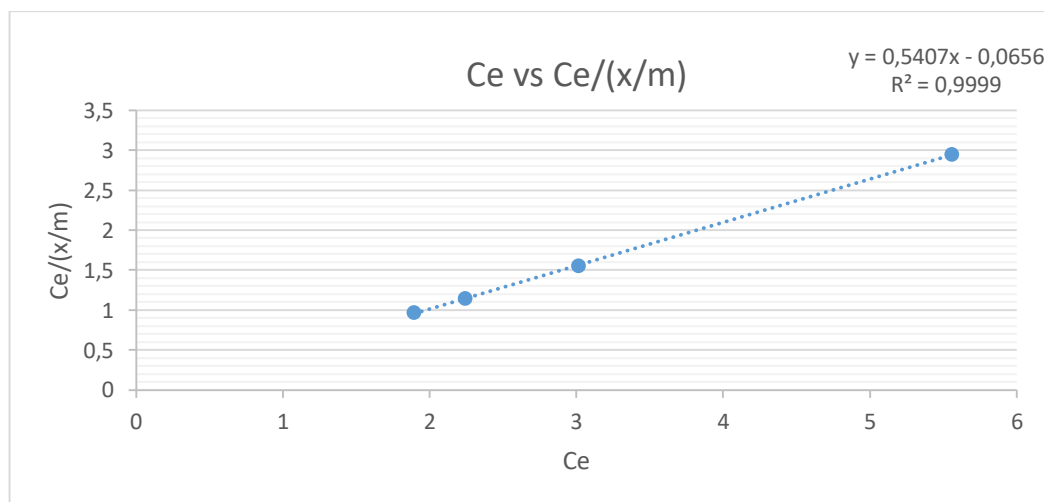
4.2 Hasil Uji BET

Sampel karbon aktif yang di uji adalah karbon aktif yang paling besar daya adsorpsinya terhadap logam berat kromium valensi (vi) yaitu karbon aktif dengan konsentrasi zat aktivator 5N. Sampel di uji di LAB TERPADU UNDIP untuk mendapatkan nilai ukuran pori dari karbon aktif yang telah dibuat dengan metode BJH. Hasil analisisnya didapatkan luas permukaan sebesar 24.271 m²/g dan radius pori (ukuran pori) sebesar 19,156 Å atau 1,9156 nm. Dari hasil yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa pori dari karbon aktif kulit singkong adalah nanopori karena ukuran porinya kurang dari 2 nm.

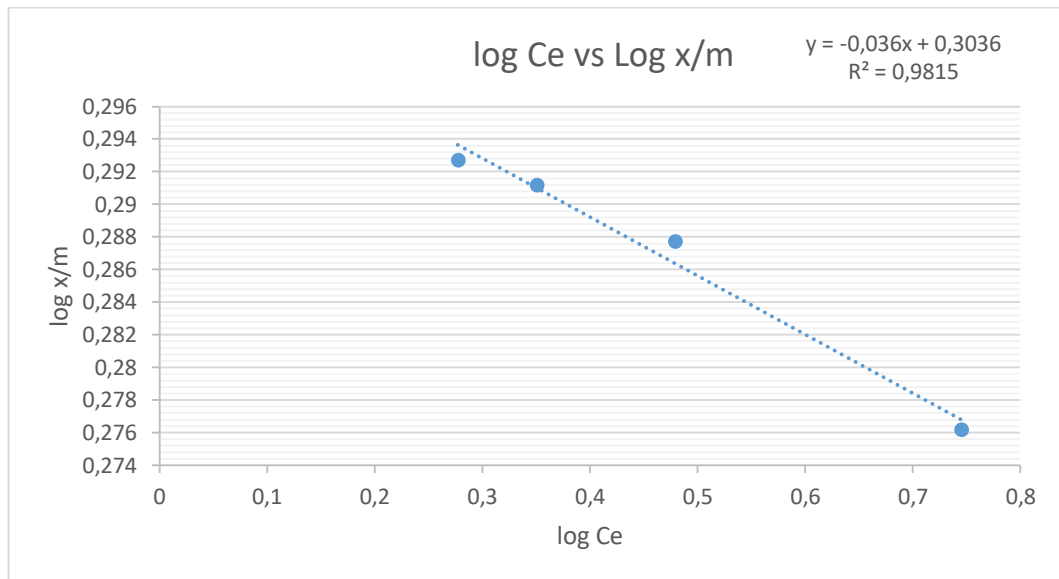
4.3 Persamaan Langmuir dan Freundlich

Tabel 6. Perhitungan harga x/m , $C_e/(x/m)$, $\log(x/m)$ dan $\log C_e$

konsentrasi awal (C_0) (ppm)	konsentrasi akhir (C_e)(ppm)	konsentrasi terserap (ppm)	x/m (mg/g)	$C_e/(x/m)$	$\log(x/m)$	$\log C_e$
100	5,558	94,442	1,88884	2,942546748	0,276195	0,744919
100	3,014	96,986	1,93972	1,553832512	0,287739	0,479143
100	2,241	97,759	1,95518	1,146186029	0,291187	0,350442
100	1,893	98,107	1,96214	0,964762963	0,29273	0,277151



Gambar 3. Persamaan adsorpsi isoterm Langmuir dari C_e versus $C_e/(x/m)$



Gambar 4. Persamaan adsorpsi isoterm Freundlich dari log (x/m) versus log Ce

Pengujian menggunakan persamaan adsorpsi Langmuir dan juga persamaan adsorpsi Freundlich didapatkan grafik linierisasi yang baik dan juga menghasilkan harga koefisien determinasi R^2 mendekati 1. Persamaan adsorpsi langmuir menghasilkan $R^2 = 0,9999$ dan persamaan adsorpsi Freundlich dengan $R^2 = 0,9815$.

Hal ini menunjukkan bahwa persamaan Langmuir dan Freundlich dapat diterapkan pada proses adsorpsi ion logam chrom (VI) oleh karbon aktif kulit singkong. Hasil yang diperoleh dari persamaan langmuir $y = 0,5407 x - 0,0656$ sedangkan hasil dari persamaan Freudlich $y = -0,036 x + 0,3036$ serta harga konstanta dari persamaan Langmuir dan freundlich ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 7. Harga konstanta Langmuir dan Freundlich

Isoterm	Konstanta	Harga
Langmuir	a	1,8945
	b	8,2424
Freundlich	k	2,0118
	n	27,7778

Hasil perhitungan kapasitas adsorpsi sebesar 1,8495 didapatkan dari persamaan Langmuir dan pada persamaan Freundlich sebesar 2,0118. Dari hasil yang didapatkan, perhitungan daya adsorpsi maksimum karbon aktif kulit singkong pada proses penyerapan logam krom valensi (VI) dihitung menggunakan persamaan adsorpsi Freundlich karena kapasitas adsorpsi yang didapatkan lebih besar dengan daya adsorpsi maksimum sebesar 2,0118 mg/g.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

- a. Semakin tinggi konsentrasi zat aktivator HCl yang digunakan semakin besar penyerapan terhadap logam berat kromium valensi (vi) hingga tercapai titik optimasi, penyerapan logam berat kromium valensi (vi) tertinggi adalah larutan aktivator HCl 5 N sebesar 98,107 %.
- b. Semakin lama waktu aktivasi karbon aktif semakin besar pula daya serap terhadap logam berat Kromium valensi (vi) hingga tercapai titik optimasi. Hasil tertinggi dan titik optimasi yang didapatkan yaitu pada waktu aktivasi 3 jam sebesar 97,2350 %.

5.2 Saran

Saran yang dapat saya sampaikan yakni peneliti yang lain dapat menggunakan variasi konsentrasi zat aktivator yang lebih tinggi dari hasil tertinggi dan variasi waktu aktivasi yang berbeda untuk menghasilkan karbon aktif yang lebih baik lagi. Selain itu dapat dilakukan pula penelitian lebih lanjut tentang kegunaan lain dari karbon aktif kulit singkong.

DAFTAR PUSTAKA

- Akoto, O., Bruce, T. N., Darkol, G. 2008, Heavy metals pollution profiles in streams serving the Owabi reservoir. *African Journal of Environmental Science and Technology*, 2 (11) : 354-359.
- 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.
- Anonim, “*Mutu dan Cara Uji Arang Aktif Teknis*”, Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-3730-1995, Dewan Standarisasi Jakarta. Sekretariat Jenderal Kehutanan. Biro Perencanaan, Jakarta, 1995.
- Asip, F., Mardhiah, R., dan Husna, 2008. *Uji Efektivitas Cangkang Telur dalam Mengadsorpsi Ion Fe dengan Proses Batch*.
- Badan Pusat Statistik (BPS). Produksi Tanaman Pangan 2012. Katalog BPS 5203014. Jakarta: Suryamin
- Bayu, R & Marisa, H, 2008, *Biosorpsi Logam Berat Cr(VI) dengan Menggunakan Biomassa Saccharomyces cerevisiae*, Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, ITB. Bandung.
- Darmono. 2008. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran Hubungannya Dengan Toksikologi Senyawa Logam*. UI – Press. Jakarta.
- Gustama, A. 2013. *Pembuatan arang aktif tempurung kelapa sawit sebagai adsorben dalam pemurnian biodiesel*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB. Bogor.
- Handayani, M dan Sulistiono, E. 2009. Uji persamaan langmuir dan freundlich pada penyerapan limbah chrom (VI) oleh zeolit. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir PTNBR – BATAN Bandung, 3 juni 2009. Hal: 130-136.
- Hasrianti. 2012. *Adsorpsi Ion Cd²⁺ dan Cr⁶⁺ pada Limbah Cair Menggunakan Kulit Singkong*. Tesis. Makassar: Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin.
- Laos, L.E. dan Selan, A. 2016. Pemanfaatan Kulit Singkong Sebagai Bahan Baku Arang Aktif. *Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika*1(1):32-36.
- Larashati, S. 2004. *Reduksi Krom (Cr) Secara In Vitro Oleh Kultur Campuran Bakteri Yang Di isolasi Dari Lindi Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPA)*. Thesis : ITB.

- Nurdila, F.A., N.S.Asri. dan E. Suharyadi. 2015. "Adsorpsi Logam Tembaga (Cu), Besi (Fe), dan Nikel (Ni) dalam Limbah Cair Buatan Menggunakan Nanopartikel *Cobalt Ferrite* (CoFe_2O_4)". *Jurnal Fisika Indonesia*, 19(55) : 23 – 27.
- Nurhasni, F. Firdiyono, dan Qosim Sya'ban. 2012. Penyerapan Ion Aluminium dan Besi dalam Larutan Sodium Silikat Menggunakan Karbon Aktif. *Jurnal valensi*. 4: 516-525
- Palar, Heryandon. 2008. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Penerbit Rineka Cipta, Jakarta. 152 hal.
- Schiavon, M. E. A. H. Pilon. Smits, M. Wirtz, R. Hell and M. Malagoli. 2008. Interactions Between Chromium And Sulfur Metabolism In *Brassica juncea*. *Journal Of Enviromental Quality*. 37 : 1536-1545.
- SNI, 1995, SNI 06-3730-1995: Arang Aktif Teknis, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta
- Sugiarti & Amirudin, St. Z. *Pengaruh Jenis Aktivasi Terhadap Kapasitas Adsorpsi Zeolit pada Ion Kromium (VI)*. *Jurnal Penelitian Saintek*, Vol. 14, No. 1, April 2009: 59-76. Dosen dan Alumni Kimia FMIPA UNM Makassar.
- Suhaeri, A. Dkk. 2014. Kapasitas Adsorpsi Arang Aktif Kulit Singkong Terhadap Ion Cr^{6+} . *Jurnal Chimica2*(15):95-104
- Suherman, I., Melati, 2009, *Pembuatan Karbon Aktif Dari Limbah Kulit Singkong, UKM Tapioka Kabupaten Pati*, Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia, Bandung.
- Suprpti, N. H. 2008. Kandungan Chromium pada Sedimen dan Kerang Darah (*Anadara granosa*) di Wilayah Pantai Sekitar Muara Sungai Sayung, Desa Morosari Kabupaten Demak Jawa Tengah. *Bioma J.* 10 (2) : 53-56.
- Y. Liu, Z. Hu, K. Xua, X. Zheng, and Q. Gao, *Acta Physico-Chemica Sinica* 24, 1143 (2008).
- Y. Yamada and J.Ozaki, *Encyclopedia of Nanoscience and Nanotechnology*, Vol 7, American Scientific Publisher (2004)
- Yang, J. Liu, J. Chen, X. Hu, Z. Zhao, G., 2008, Carbone Electrode Material with High Densities of Energi and Power, *Acta Physica-Chimica Sinica*, 24: (13-19).

LAMPIRAN

1. Perhitungan pembuatan larutan $K_2Cr_2O_7$ 100 ppm sebanyak 250 ml

$$100 \text{ ppm} = \frac{294,16}{4 \times 52} \times 100 \text{ mg/l}$$

$$100 \text{ ppm} = 141,4231 \text{ mg/l}$$

$$100 \text{ ppm} = 0,1414231 \text{ g/l}$$

2. Perhitungan rendemen arang aktif

$$\% \text{Rendemen} = \frac{\text{Berat arang aktif (g)}}{\text{Berat arang (g)}} \times 100\%$$

$$\% \text{Rendemen} = \frac{4,1819 \text{ gram}}{5 \text{ gram}} \times 100\%$$

$$\% \text{Rendemen} = 83,638 \%$$

3. Perhitungan kadar air

$$\% \text{kadar air} = \frac{\text{bobot basah} - \text{bobot kering}}{\text{bobot basah}} \times 100\%$$

$$\% \text{kadar air} = \frac{1,0018 - 0,9893}{1,0018} \times 100\%$$

$$\% \text{kadar air} = 1,25 \%$$

4. Perhitungan kadar abu

$$\% \text{kadar abu} = \frac{\text{bobot abu}}{\text{bobot awal(arang)}} \times 100\%$$

$$\% \text{kadar abu} = \frac{0,0158}{2,0033} \times 100\%$$

$$\% \text{kadar abu} = 0,79 \%$$

5. Perhitungan daya serap iodium

$$\text{daya serap iod} = \frac{10 - \left(\frac{\text{ml titrasi} \times N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{N \text{ iod}} \right) \times 12,693}{\text{bobot arang (gram)}}$$

$$\text{daya serap iod} = \frac{10 - \left(\frac{0,2 \text{ ml} \times 0,1016 \text{ N}}{0,1 \text{ N}} \right) \times 12,693}{1 \text{ gram}}$$

$$\text{daya serap iod} = 742,0782 \text{ ml/gram}$$

$$\text{daya serap iod} = 742078,2 \text{ mg/g}$$

6. Perhitungan daya adsorpsi dari persamaan langmuir dan freundlich

konsentrasi awal (Co) (ppm)	konsentrasi akhir (Ce)(ppm)	konsentrasi terserap (ppm)	x/m (mg/g)	Ce/(x/m)	log (x/m)	log Ce
100	5,558	94,442	1,88884	2,942546748	0,276195	0,744919
100	3,014	96,986	1,93972	1,553832512	0,287739	0,479143
100	2,241	97,759	1,95518	1,146186029	0,291187	0,350442
100	1,893	98,107	1,96214	0,964762963	0,29273	0,277151

a. Perhitungan daya adsorpsi pada persamaan Langmuir

$$y = 0,5407 x - 0,0656$$

$$1/a = 0,5407$$

$$a = 1,8495$$

$$1/ab = 0,0656$$

$$b = 8,9424$$

$$Ce/(X/m) = 1/ab + 1/a Ce$$

$$Ce/(X/m) = 0,0656 + 0,5407 Ce$$

b. Perhitungan daya adsorpsi pada persamaan Freundlich

$$y = -0,036 x + 0,3036$$

$$\log k = 0,3036$$

$$k = 2,0118$$

$$1/n = 0,036$$

$$n = 27,7778$$

$$\log (x/m) = \log k + 1/n \log Ce$$

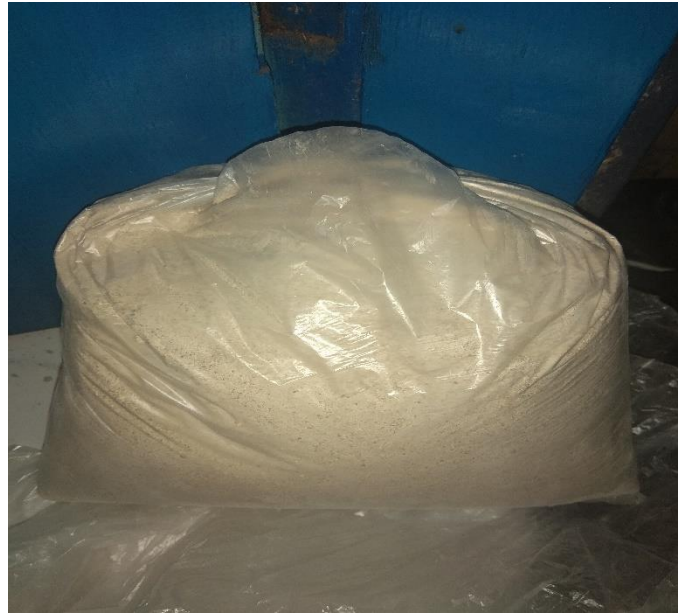
$$\log (x/m) = 0,3036 + 0,036 \log Ce$$



Gambar 5 kulit singkong



Gambar 6 penjemuran kulit singkong



Gambar 7 hasil penghalusan kulit singkong



Gambar 8 hasil ayakan serbuk singkong



Gambar 9 hasil furnace serbuk kulit singkong



Gambar 6 proses aktivasi arang kulit singkong



Gambar 10 shaker



Gambar 11 sonikator