

PERBANDINGAN KAPASITAS ADSORPSI KARBON AKTIF DARI KULIT SINGKONG DENGAN KARBON AKTIF KOMERSIL TERHADAP LOGAM TEMBAGA DALAM LIMBAH CAIR *ELECTROPLATING*

Muhamad Engkos Kosim ^{1)*}, Rini Siskayanti ¹⁾, Dwi Prambudi ¹⁾, Wenny Diah Rusanti ¹⁾

¹⁾Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik , Universitas Muhammadiyah Jakarta

^{*)}Correspondence email: engkos.kosim@umj.ac.id

Abstrak

Electroplating adalah pelapisan logam dengan menggunakan teknik elektrokimia atau elektrolisa. Pada proses *electroplating* menghasilkan limbah cair yang mengandung logam berat seperti nikel (Ni), Kromium (Cr), dan Tembaga (Cu). Salah satu alternatif pengolahan limbah cair industri *electroplating* adalah dengan metode adsorpsi yaitu menggunakan adsorben karbon aktif. Kulit singkong mengandung karbon, selulosa, hemiselulosa, dan lignin yang cukup tinggi yaitu sebesar 59,31%, 50 %, 35 %, dan 30 % yang berarti kulit singkong dapat dijadikan salah satu bahan baku pembuatan karbon aktif. Tujuan penelitian ini adalah membandingkan kapasitas adsorpsi terbaik dari karbon aktif kulit singkong dengan karbon aktif komersil pada logam tembaga (Cu) dalam limbah cair *electroplating*. Penelitian ini menggunakan metode adsorpsi dengan aktivasi kimia NaOH 0,3 N dan suhu karbonisasi 350°C. Variabel yang digunakan adalah ukuran mesh yaitu 60, 80, 100 mesh dan variasi massa yaitu 0,2 gram, 0,4 gram, 0,6 gram, 0,8 gram dan 1,0 gram. Pada percobaan ini kapasitas adsorpsi terbaik dari karbon aktif kulit singkong terhadap logam Cu adalah pada variasi massa 1,0 gram dan mesh 100 dengan konsentrasi kadar logam Cu teradsorpsi sebesar 4,77 mg/L. Karbon aktif komersil sebagai pembanding memiliki nilai adsorpsi sebesar 5,87 mg/L , artinya karbon aktif komersil memiliki nilai adsorpsi yang sedikit lebih baik dari bio-adsorben karbon aktif kulit singkong.

Kata Kunci: Adsorpsi, Karbon aktif, Kulit singkong, Limbah *Electroplating*.

PENDAHULUAN

Industri yang berpotensi menghasilkan limbah yang mengandung logam berat Cu (Tembaga) adalah industri *electroplating*. Salah satu cara mengatasi limbah *electroplating* yang mempunyai kandungan logam berat adalah dengan proses adsorpsi (penjerapan).

Adsorpsi adalah serangkaian proses yang terdiri atas reaksi-reaksi permukaan zat padat (adsorben) dengan pencemar (adsorbat) baik pada fase cair maupun fase gas. Adsorben yang paling banyak digunakan untuk tujuan ini adalah karbon aktif. Karbon aktif merupakan adsorben yang paling umum digunakan untuk proses adsorpsi karena kapasitas adsorpsi yang tinggi. Namun demikian, karbon aktif yang tersedia secara komersil memiliki harga yang cukup mahal, oleh karena itu banyak dilakukan pengembangan untuk mencari adsorben alternatif. Pada penelitian ini, kulit singkong digunakan sebagai bahan baku pembuatan adsorben karbon aktif untuk menjerap logam tembaga (Cu) dalam limbah cair *electroplating*.

Pemilihan kulit singkong sebagai bahan baku pembuatan adsorben karbon aktif dikarenakan produksi singkong di Indonesia yang cukup melimpah dan minimnya pengolahan limbah kulit singkong menjadi produk yang berguna bagi masyarakat. Singkong atau cassava merupakan salah satu produk hasil pertanian pangan terbesar di Indonesia.

Volume produksi singkong Indonesia tahun terakhir mencapai 22 juta ton (Kementerian Perindustrian RI, 2018). Saat ini singkong sudah dimanfaatkan menjadi berbagai macam produk

olahan khas di beberapa daerah di Indonesia seperti keripik, tape, ubi goreng, dan sebagainya. Selain itu, singkong juga digunakan sebagai bahan baku pembuatan tepung tapioka berskala industri. Pemanfaatan singkong menghasilkan limbah berupa kulit singkong. Selama ini limbah kulit singkong hanya dimanfaatkan untuk pakan ternak dan selebihnya dibuang begitu saja. Kulit singkong memiliki potensi cukup baik jika digunakan sebagai karbon aktif untuk mengadsorpsi logam berat karena mengandung selulosa yang cukup efektif mengikat ion logam (Maulinda dkk., 2015).

Tujuan penelitian ini adalah membandingkan kapasitas adsorpsi terbaik dari karbon aktif kulit singkong dengan karbon aktif komersial pada logam tembaga (Cu) dalam limbah cair *electroplating*.

Penelitian terdahulu dilakukan oleh Ariyani dkk (2017) yang berjudul Pemanfaatan Kulit Singkong Sebagai Bahan Baku Arang Aktif dengan Variasi Konsentrasi NaOH dan Suhu. Pada penelitian ini didapatkan suhu karbonisasi dan konsentrasi NaOH yang paling baik menyerap logam Fe dan Mn pada air sungai. Untuk logam Fe didapatkan penyerapan yang paling baik pada suhu karbonisasi 700°C dengan konsentrasi NaOH 0,3 N sebesar 0 mg/mL (tidak terdeteksi), sedangkan untuk logam Mn didapatkan penyerapan yang paling baik pada suhu karbonisasi 300°C dengan konsentrasi NaOH 0,3 N sebesar 0,213 mg/ml.

Ikawati dan Melati (2015) dengan judul Pembuatan Karbon Aktif dari Limbah Kulit Singkong UKM Tapioka Kabupaten Pati dengan metode adsorpsi dengan aktivasi secara kimia. Hasil penelitian menunjukkan kondisi optimal terbentuk pada temperatur karbonisasi 300°C dan lamanya waktu karbonisasi 2 jam yaitu 606,589 mg/g dengan total kandungan abu 4,934%, *yield* 40,083%, dan kadar air 1,419%.

Berdasarkan penelitian terdahulu, metode yang relatif sederhana, efektifitas dan efisiensinya relatif tinggi serta tidak memberikan efek samping berupa zat beracun adalah metode adsorpsi. Keuntungan dari proses adsorpsi adalah proses yang digunakan relatif sederhana, lebih murah dalam prosesnya serta ramah lingkungan. Metode adsorpsi adalah metode yang paling mudah dan paling umum digunakan sebagai sarana untuk menjerap berbagai pengotor dalam suatu fluida. Namun, perlu diketahui bahwa metode adsorpsi adalah metode yang hanya dapat menurunkan kadar berbahaya dalam limbah zat cair seperti logam-logam tertentu, bukan untuk mengubah sifat fisik dari adsorbat yang telah dijerap. Adsorpsi ini dapat diterapkan dengan menggunakan media adsorben arang aktif kulit singkong dan limbah cair *electroplating* sebagai adsorbatnya.

Kulit Singkong

Singkong (*Manihot utilissima*) merupakan makanan pokok ketiga setelah padi dan jagung bagi masyarakat Indonesia. Tanaman ini dapat tumbuh sepanjang tahun di daerah tropis dan memiliki daya adaptasi yang tinggi terhadap kondisi berbagai tanah. Tanaman ini memiliki kandungan gizi yang cukup lengkap. Kandungan kimia dan zat gizi pada singkong adalah karbohidrat, lemak, protein, serat makanan, vitamin (B1, C), mineral (Fe, F, Ca), dan zat non gizi, air. Selain itu, umbi singkong mengandung senyawa non gizi tanin (Soenarso, 2004).

Komponen kimia dan zat gizi pada kulit singkong adalah protein 8,11 g, serat kasar 15,2 g, pektin 0,22 g, lemak 1,29 g, dan kalsium 0,63 g. Kulit singkong merupakan salah satu limbah padat yang dihasilkan pada pembuatan keripik singkong hasil olahan industri rumah tangga. Limbah ini mengandung unsur karbon, selulosa, hemiselulosa, dan lignin yang cukup tinggi sebesar 59,31%, 50 %, 35 %, dan 30 %.

Kulit singkong merupakan limbah biomassa yang kaya akan polisakarida. Polisakarida dapat dihidrolisis secara kimiawi dan terkontrol menjadi oligosakarida (Sasangko dkk, 2019).

Limbah Cair *Electroplating*

Electroplating merupakan salah satu proses terpenting dalam industri elektrolit. *Electroplating* adalah proses pengendapan zat atau ion-ion logam pada elektroda katoda (negatif) dengan cara

elektrolisis. Hasil dari elektrolisis tersebut akan mengendap pada elektroda negatif/katoda. Terjadinya suatu endapan pada proses ini disebabkan adanya ion-ion bermuatan listrik yang berpindah dari suatu elektroda melalui elektrolit.

Meningkatnya kebutuhan akan produk yang menggunakan proses *electroplating* mendorong berkembangnya industri *electroplating* yang berada di Indonesia. Perkembangan industri yang semakin pesat tersebut selain memberikan manfaat, juga menimbulkan dampak negatif dari limbah yang dihasilkan. Limbah dari proses *electroplating* merupakan limbah logam berat yang termasuk dalam limbah B3 (Bahan Beracun Berbahaya).

Beberapa unsur logam yang terdapat dalam limbah cair *electroplating* antara lain besi, krom, seng, nikel, mangan, dan tembaga. Kuantitas limbah yang dihasilkan dalam proses *electroplating* tidak terlampau besar, tetapi tingkat toksisitasnya sangat berbahaya, terutama krom, nikel dan seng (Roekmijati, 2002). Karakteristik dan tingkat toksisitas dari air limbah *electroplating* bervariasi tergantung dari kondisi operasi dan proses pelapisan serta cara pembilasan yang dilakukan (Palar, 1994). Pembuangan langsung limbah dari proses *electroplating* tanpa pengolahan terlebih dahulu ke lingkungan dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Cemarannya dapat mencemari mikroorganisme dan lingkungannya baik dalam bentuk larutan, koloid, maupun bentuk partikel lainnya. Mengingat penting dan besarnya dampak yang ditimbulkan bagi lingkungan maka diperlukan suatu pengolahan terlebih dahulu sebelum *effluent* limbah tersebut dibuang ke lingkungan. Beberapa proses penghilangan kandungan logam berat dapat dilakukan melalui proses pengolahan secara kimia seperti dengan presipitasi (pengendapan), adsorpsi (penyerapan), filtrasi (penyaringan) dan koagulasi.

Karbon Aktif

Arang atau karbon dalam wujud yang berbeda memegang peranan yang penting pada kehidupan manusia. Zat ini dapat diperoleh dari bahan alami yang mengandung karbon, seperti batubara, tanaman, kayu kering dll. Karbon adalah jenis campuran yang diperoleh dari pembakaran substansi organik atau non organik yang tentunya memiliki kandungan unsur karbon. Berpori atau tidaknya karbon tersebut tergantung dari keadaan dari proses yang digunakan dan proses lanjutan setelah proses pembakaran atau karbonisasi.

Karbon aktif adalah karbon dengan struktur amorphous atau mikrokristalin yang dengan perlakuan khusus akan memiliki luas permukaan dalam yang besar yaitu 300-2000 m²/gram. Peningkatan luas permukaan dalam ini yang mengakibatkan kemampuan penyerapan lebih besar dibanding arang biasa.

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan dan Alat

- Bahan: Kulit singkong, limbah cair *electroplating*, larutan standar Cu 1000 ppm, NaOH 0,3 N, kanji 1 %, aqades.
- Alat : Neraca analitik, mortar dan alu, blender, magnetic stirer, pipet 1, 2, 3, 4, 5, 10 mL, desikator, oven, cawan porselein, *hot plate*, ayakan mesh 00.100 , 80 dan 60 spatula, buret, labu ukur 100 ml, gelas piala, 100 ml, Instrumen AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*), kertas saring whatman no. 40, labu ukur 1 liter.

Kulit singkong yang akan digunakan sebelumnya dibersihkan terlebih dahulu menggunakan air. Kemudian kulit singkong dipotong kecil-kecil lalu dilakukan proses dehidrasi dengan cara dikeringkan

dibawah sinar matahari selama 2 hari. Setelah itu kulit singkong dikeringkan kembali menggunakan oven pada suhu 120 °C selama 2 jam. Setelah kering, kulit singkong dihaluskan dengan menggunakan blender. Karbonisasi kulit singkong dilakukan dengan *hotplate* dengan suhu yang betahap hingga suhu 350 °C sampai terbentuk arang secara merata, hal ini dilakukan untuk menghilangkan zat-zat volatile pada kulit singkong dan juga untuk pemecahan bahan-bahan organik menjadi karbon. Karbon aktif yang sudah terbentuk didinginkan dalam desikator. Setelah arang terbentuk dan didinginkan, arang dihaluskan dengan cara digerus menggunakan mortal dan alu. Kemudian arang yang sudah halus diaktivasi dengan cara direndam dengan larutan NaOH 0,3 N selama 24 jam. Kemudian disaring menggunakan kertas saring, lalu dicuci menggunakan HCl 0,1 N dan aquades sampai pH nya netral atau mencapai pH 7. Kemudian dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 100°C selama 3 jam. Lalu dilakukan pengayakan dengan ayakan mesh No. 60,80,100 dan dilakukan perhitungan rendemen karbon aktif dari kulit singkong.

Selanjutnya dilakukan uji karakteristik karbon aktif dari kulit singkong yang mengacu pada standar SNI 06-3730-1995 tentang Karbon Aktif yang terdiri dari pengujian kadar air, kadar abu dan daya serap terhadap iodin. Setelah diperoleh hasil karakterisasi karbon aktif dari kulit singkong, dilakukan uji adsorpsi pada logam tembaga (Cu) dalam limbah cair *electroplating* dengan variasi massa dan ukuran mesh menggunakan instrumen AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*). Hasil adsorpsi terbaik dari karbon aktif kulit singkong akan dibandingkan dengan karbon aktif komersil pada kondisi karbon aktif kulit singkong dengan hasil adsorpsi terbaik. Proses perbandingan adsorpsi karbon aktif kulit singkong dan karbon aktif komersil limbah cair *electroplating* dapat dilihat pada gambar 1.

Metoda Analisa

Analisa kapasitas adsorpsi dari karbon aktif kulit singkong terhadap limbah cair *electroplating* sebagai adsorbat digunakan uji teknik analisa *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS). Adsorpsi yang akan dilakukan adalah terhadap logam Cu dalam limbah cair *electroplating* agar limbah cair tersebut layak apabila dibuang ke lingkungan. Maka berikut adalah rumus analisa penyisihan kadar logam Cu:

Adsorpsi = $\frac{Co - Ce}{Co}$ Keterangan :

Co = Konsentrasi awal Cu (ppm)

Ce = Konsentrasi Cu setelah adsorpsi (ppm)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Rendemen Karbon Aktif Kulit Singkong

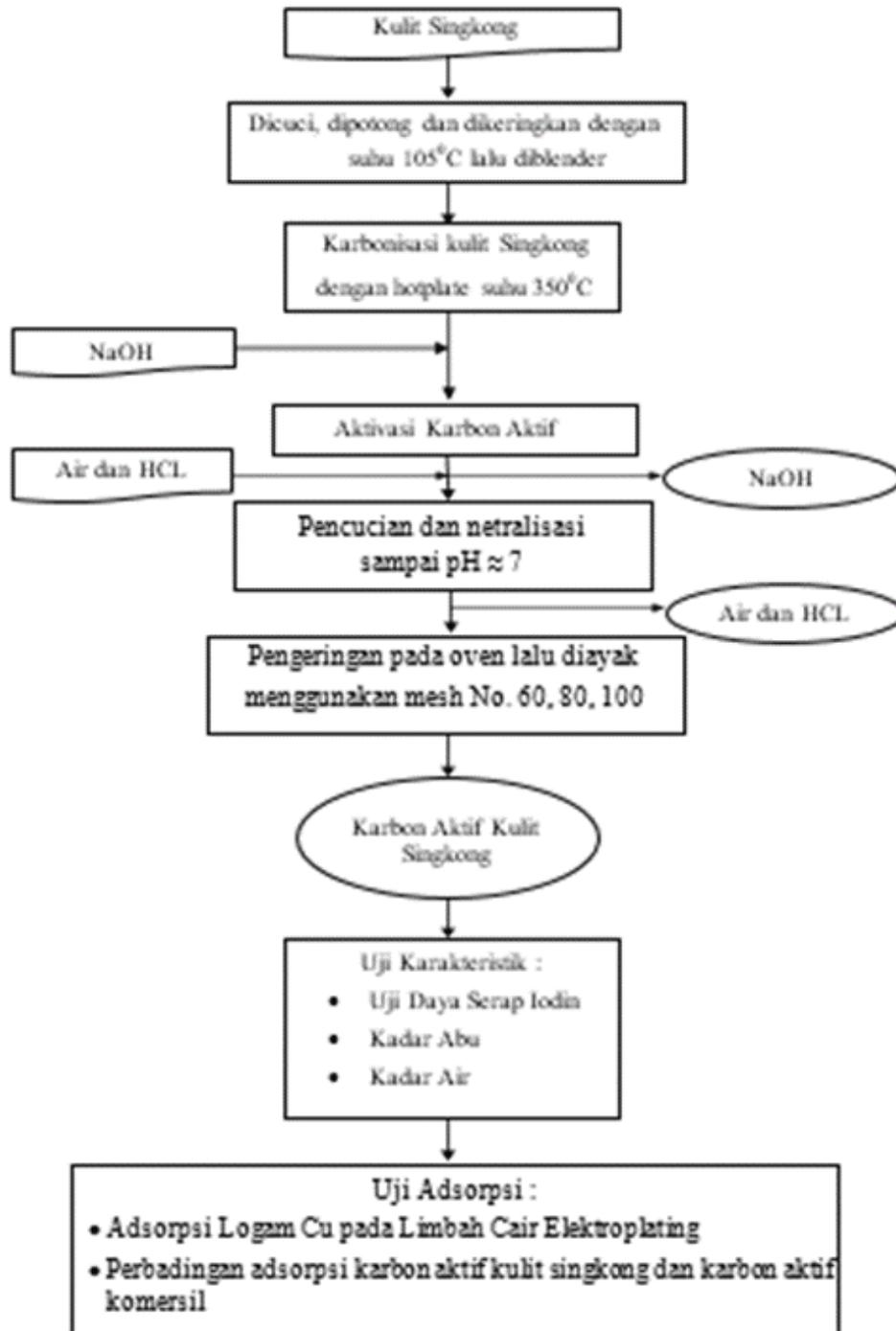
Dari 570 gram kulit singkong yang digunakan sebagai bahan baku dalam penelitian ini, didapatkan karbon aktif yang terbentuk sebanyak 132 gram, sehingga rendemen yang dihasilkan adalah sebesar 23,16%. Hasil rendemen karbon aktif kulit singkong ditampilkan pada tabel 1 dibawah ini:

Tabel 1. Rendemen Karbon Aktif

Massa bahan baku kulit singkong	Massa Karbon aktif terbentuk	% Rendemen
570 gram	132 gram	23.16 %

Kadar Air

Keberadaan air di dalam karbon berkaitan dengan sifat higroskopis dari karbon aktif, dimana umumnya karbon aktif memiliki sifat afinitas yang besar terhadap air. Hasil karakterisasi kadar air ditampilkan pada table 2 dibawah ini:



Gambar 1. Diagram Alir Proses Perbandingan Adsorpsi Karbon Aktif Kulit Singkong dan Karbon Aktif Komersil Limbah Cair *Electroplating*

Tabel 2. Hasil Uji Karakteristik Kadar Air

Sampel	Kadar Air (%)	Syarat Kualitas (%)
Mesh 60	6,93	Maksimal 15
Mesh 80	6,94	
Mesh 100	6,9	

Kadar Abu

Abu adalah oksida-oksida logam dalam arang yang terdiri dari mineral yang tidak dapat menguap (*nonvolatile*) pada proses pengabuan (dikarbonisasi). Kandungan abu sangat berpengaruh pada kualitas karbon aktif. Keberadaan abu yang berlebihan dapat menyebabkan terjadinya penyumbatan pori-pori karbon aktif sehingga luas permukaan karbon aktif menjadi berkurang . Hasil karakterisasi kadar abu ditampilkan pada tabel 3 dibawah ini:

Tabel 3. Hasil Uji Karakteristik Kadar Abu

Sampel	Kadar Abu (%)	Syarat Kualitas (%)
Mesh 60	8,97	Maksimal 10
Mesh 80	8,96	
Mesh 100	8,92	

Daya Serap Iodin

Hasil karakterisasi daya serap terhadap I₂ ditampilkan pada table 4 dibawah ini yang mengacu pada standar SNI 06-3730- 1995 tentang karbon aktif.

Tabel 4. Hasil Uji Karakteristik Daya Serap Iodin

Sampel	Daya Serap Iodin (mg/g)	Syarat Kualitas (mg/g)
Mesh 60	811,31	Minimal 750
Mesh 80	823,42	
Mesh 100	847,64	

Hasil Uji Adsorpsi Logam Cu

Data hasil adsorpsi logam Cu dengan variasi massa dan ukuran mesh karbon aktif kulit singkong dapat dilihat pada table 5, 6 dan 7 dan hasil perbandingan adsorpsi karbon aktif adsorpsi karbon aktif kulit singkong dan karbon aktif momersil dapat dilihat pada table 8 di bawah ini:

Tabel 5. Adsorpsi Logam Tembaga (Cu) ukuran Mesh No. 60

Sampel (Mesh 60)	Konsentrasi Awal Logam Cu (mg/L)	Konsentrasi Akhir Logam Cu (mg/L)	Konsentrasi Logam Cu Terjerap (mg/L)	% Cu Terjerap
Massa 0,2 g	4,862	2,346	2,516	51,74
Massa 0,4 g	4,862	2,011	2,851	58,63
Massa 0,6 g	4,862	1,738	3,124	64,25
Massa 0,8 g	4,862	1,393	3,469	71,34
Massa 1,0 g	4,862	1,151	3,711	76,32

Tabel 6. Adsorpsi Logam Tembaga (Cu) ukuran Mesh No. 80

Sampel (Mesh 80)	Konsentrasi Awal Logam Cu (mg/L)	Konsentrasi Akhir Logam Cu (mg/L)	Konsentrasi Logam Cu Terjerap (mg/L)	% Cu Terjerap
Massa 0,2 g	4,967	2,251	2,716	54,68
Massa 0,4 g	4,967	2,024	2,943	59,25
Massa 0,6 g	4,967	1,643	3,324	66,92
Massa 0,8 g	4,967	1,316	3,651	73,50
Massa 1,0 g	4,967	0,98	3,987	80,26

Tabel 7. Adsorpsi Logam Tembaga (Cu) ukuran Mesh No. 100

Sampel (Mesh 100)	Konsentrasi Awal Logam Cu (mg/L)	Konsentrasi Akhir Logam Cu (mg/L)	Konsentrasi Logam Cu Terjerap (mg/L)	% Cu Terjerap
Massa 0,2 g	5,749	2,604	3,145	54,70
Massa 0,4 g	5,749	2,282	3,467	60,30
Massa 0,6 g	5,749	1,885	3,864	67,21
Massa 0,8 g	5,749	1,518	4,231	73,59
Massa 1,0 g	5,749	0,981	4,768	82,93

Tabel 8. Perbandingan Adsorpsi Karbon Aktif Kulit Singkong dan Karbon Aktif Komersil

Nama Sampel	Konsentrasi Awal Logam Cu (mg/L)	Konsentrasi Akhir Logam Cu (mg/L)	Konsentrasi Logam Cu Terjerap (mg/L)	% Cu Terjerap
Massa 1,0 g	6,51	1,74	4,770	73,27
Karbon aktif Komersil	6,51	0,64	5,87	90,17

Pembahasan

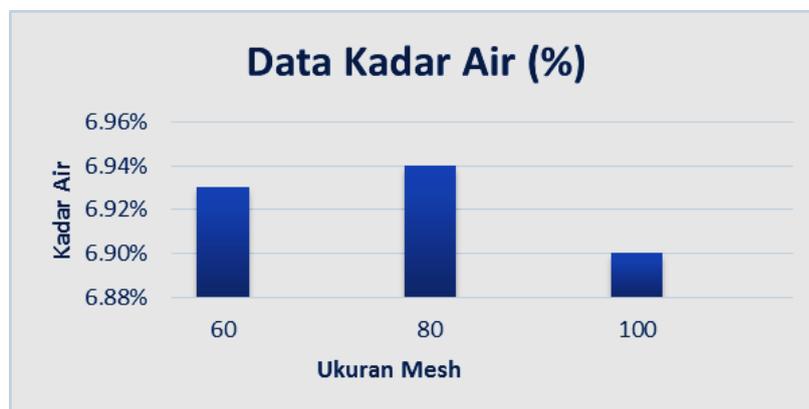
Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah karbon aktif berbahan dasar limbah kulit singkong memiliki kemampuan adsorpsi yang baik jika dibandingkan dengan karbon aktif komersil. Alasan pemilihan kulit singkong sebagai bahan baku penelitian yakni dikarenakan produksi singkong di Indonesia yang cukup melimpah dan minimnya pengolahan limbah kulit singkong menjadi produk yang berguna bagi masyarakat. Selain itu Kulit singkong mengandung karbon, selulosa, hemiselulosa,

dan lignin yang cukup tinggi sebesar 59,31%, 50 %, 35 %, dan 30 %. Karena kandungan tersebut kulit singkong dapat dijadikan salah satu bahan baku pembuatan karbon aktif.

Pertama-tama kulit singkong sebanyak 570 gram yang sudah dibersihkan akan dilakukan proses dehidrasi. Proses dehidrasi merupakan proses penghilangan kandungan air dalam kulit singkong. Dehidrasi dilakukan dengan memanaskan kulit singkong yang telah dipotong kecil-kecil di bawah sinar matahari selama 2 hari lalu dikeringkan menggunakan oven pada suhu 120 °C selama 2 jam hingga diperoleh bobot konstan dari kulit singkong. Proses dehidrasi ini bertujuan agar saat karbonisasi, kandungan air pada kulit singkong sudah habis, sehingga proses pembentukan karbon menjadi lebih sempurna. Pada proses karbonisasi kulit singkong dilakukan dengan menggunakan hotplate dengan suhu yang bertahap dari 100 °C hingga suhu 350 °C sampai terbentuk arang secara merata, hal ini dilakukan untuk menghilangkan zat-zat volatile seperti CH_4 pada kulit singkong dan juga untuk pemecahan bahan-bahan organik menjadi karbon. Dari proses karbonisasi menggunakan hot plate dihasilkan rasio pembentukan karbon aktif terhadap kulit singkong yang cukup tinggi. Dari tiap 4,3 gram kulit singkong yang dikarbonisasi akan dihasilkan arang seberat 1 gram, sehingga dari 570 gram kulit singkong dihasilkan 132 gram arang aktif kulit singkong. Karbon aktif yang terbentuk didinginkan dalam desikator untuk diaktivasi selanjutnya.

Setelah arang terbentuk dan didinginkan, arang dihaluskan dengan cara digerus. Lalu dilakukan pengayakan dengan ukuran mesh 60, 80, dan 100. Proses setelah karbonisasi adalah aktivasi kimia. Proses aktivasi bertujuan agar karbon aktif memiliki ukuran pori dan luas permukaan yang lebih besar. Pada penelitian ini, aktivasi yang digunakan adalah aktivasi secara kimia. Karbon yang dihasilkan dari proses karbonisasi dicampur dengan zat kimia sebagai zat pengaktifannya. Zat pengaktifan yang digunakan dalam penelitian ini adalah NaOH. Proses aktivasi arang aktif kulit singkong dilakukan dengan cara direndam dalam larutan NaOH 0,3 N selama 24 jam. Pemakaian zat pengaktifan mengakibatkan pengotoran pada karbon aktif yang dihasilkan. Oleh karena itu, karbon aktif yang dihasilkan akan dicuci dengan HCl dan aquades hingga mencapai pH netral untuk membersihkan karbon aktif dari pengotornya, terutama zat pengaktifan yang dipakai.

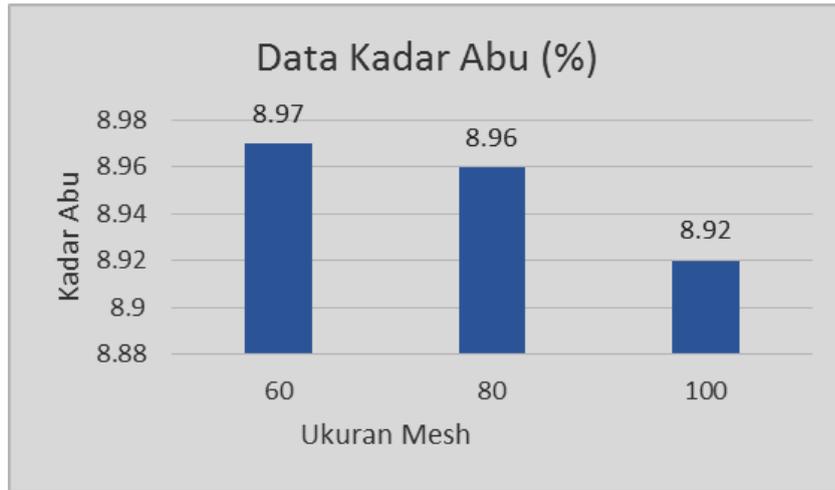
Uji karakterisasi dalam penelitian ini adalah uji kadar air, kadar abu dan daya serap iodin. Uji kadar air dilakukan untuk mengetahui sifat higroskopis arang aktif. Semakin kecil kadar air arang aktif, maka mutu arang aktif semakin baik untuk digunakan sebagai adsorben. Kadar air yang didapatkan dari semua ukuran partikel masih memenuhi SNI 06-3730-1995. Data tersebut dapat dilihat dari gambar 2 dibawah ini:



Gambar 2. Data analisa Kadar Air

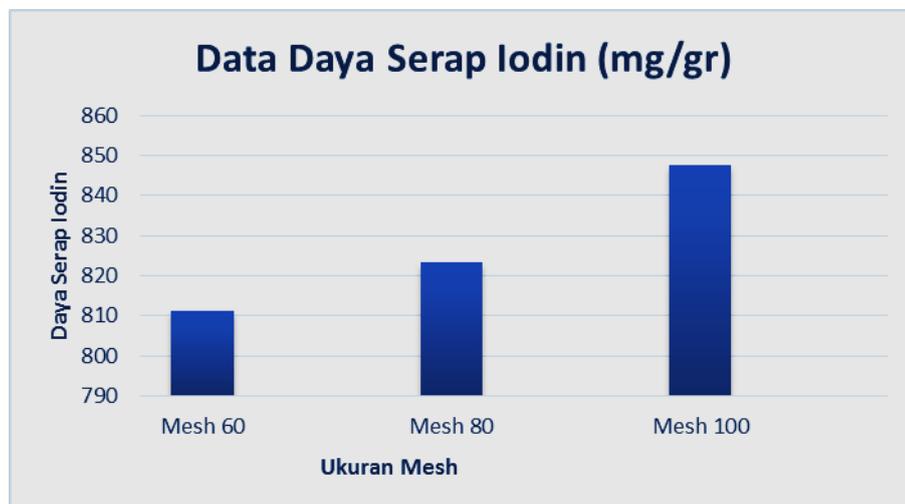
Uji karakteristik penentuan kadar abu arang aktif dilakukan untuk mengetahui kandungan oksida logam dalam arang aktif. Abu adalah oksida-oksida logam dalam arang yang terdiri dari mineral yang tidak dapat menguap (*nonvolatile*) pada proses pengabuan (dikarbonisasi). Kandungan abu sangat

berpengaruh pada kualitas karbon aktif. Keberadaan abu yang berlebihan dapat menyebabkan terjadinya penyumbatan pori- pori karbon aktif sehingga luas permukaan karbon aktif menjadi berkurang . Selain itu juga menyebabkan korosi di mana karbon aktif yang telah terbentuk menjadi rusak. Semakin rendah kadar abu maka kandungan mineral anorganik dari arang aktif akan semakin rendah sehingga baik digunakan sebagai adsorben. Hasil penelitian pada semua ukuran, partikel kadar abu yang diperoleh masih memenuhi syarat SNI 06-3730-1995. Dari hasil penelitian dapat dilihat bahwa perbedaan ukuran partikel dari arang aktif kulit singkong tidak mempengaruhi kadar abunya. Data kadar abu dapat dilihat pada gambar 3 dibawah ini:



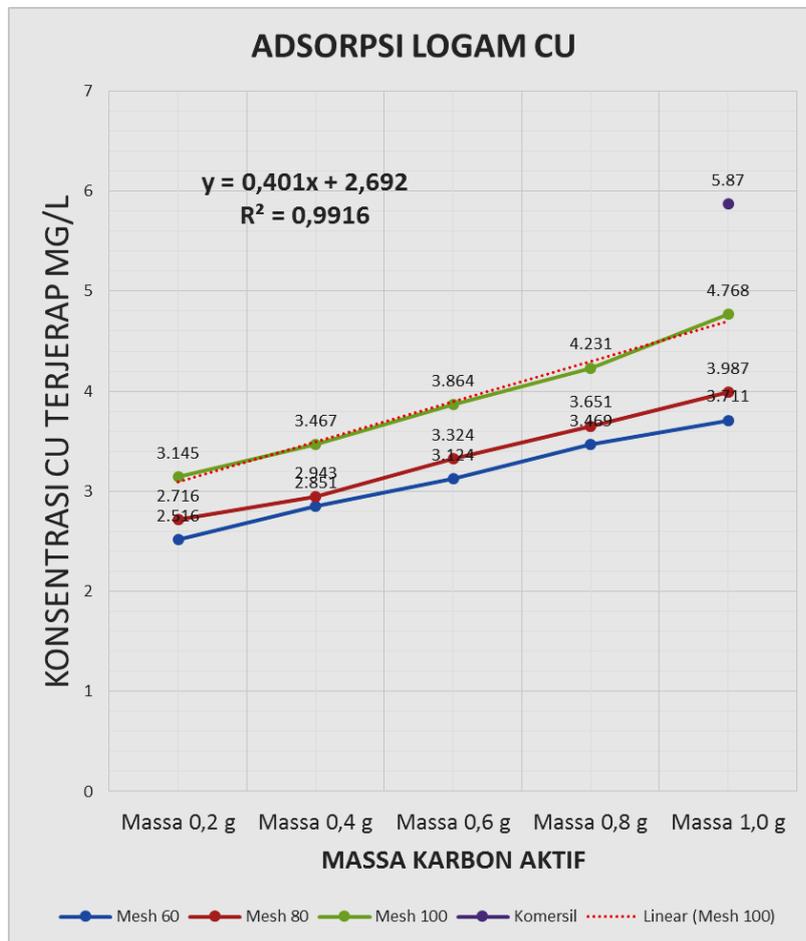
Gambar 3. Data Kadar Abu

Uji adsorpsi iodium merupakan parameter untuk mengetahui kemampuan karbon aktif dalam menyerap molekul-molekul dengan ukuran kecil. Besarnya nilai adsorpsi karbon aktif terhadap iodium memberikan petunjuk terhadap besarnya ukuran pori dari karbon aktif yang dapat dimasuki oleh molekul yang ukurannya tidak lebih dari 20-40 oA. Selain itu, uji adsorpsi iodium juga dijadikan parameter kemampuan adsorpsi karbon aktif dalam menyerap zat dalam fasa cair. Uji adsorpsi iodium ini dilakukan dengan metode titrasi iodometri. Secara umum kemampuan adsorpsi karbon aktif terhadap iodium adalah 500-1200 mg/gr, yaitu tiap gr karbon aktif mampu menyerap iodium sebesar 500-1200 mg. Hasil analisis kemampuan adsorpsi karbon aktif terhadap iodium dapat dilihat pada gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4. Data Analisa Daya Serap Iodin

Dari gambar 4 diatas dapat dilihat kapasitas adsorpsi karbon aktif dari kulit singkong terhadap molekul iodium, yaitu antara 811,31 mg/gr hingga 847,64 mg/gr. Kemampuan adsorpsi terhadap iodium yang terendah oleh karbon aktif kulit singkong adalah pada ukuran mesh No. 60, sedangkan kemampuan adsorpsi terhadap iodium yang tertinggi oleh karbon aktif kulit singkong adalah pada ukuran mesh No. 100. Dengan hasil ini kemampuan adsorpsi karbon aktif kulit singkong terhadap iodium sudah termasuk baik dan memenuhi syarat SNI 06-3730-1995. Hasil uji adsorpsi karbon aktif kulit singkong dan karbon aktif komersil terhadap logam Cu dalam limbah cair *electroplating* dengan penggunaan variasi ukuran dan berat karbon aktif kulit singkong dapat dilihat pada Gambar 5. Variasi berat karbon aktif yang dipakai adalah 0.2 gram, 0.4 gram, 0.6 gram, 0.8 gram, 1.0 gram. Variasi ukuran partikel juga diterapkan pada penelitian ini yaitu mesh No 60, 80 dan 100. Larutan yang digunakan sebagai media yang akan dijerap adalah limbah cair *electroplating* dengan konsentrasi 4-5 ppm sebanyak 100 ml dalam tiap variasi massa dan ukuran karbon aktif. Adsorpsi ini dilakukan dengan dengan waktu kontak 15 menit.



Gambar 5. Adsorpsi Logam Tembaga (Cu) Kulit Singkong dan Karbon Aktif Komersil terhadap Logam Cu dalam Limbah Cair Electroplating

Dari data diatas menggambarkan pengaruh massa dan ukuran adsorben pada besarnya penyisihan konsentrasi ion Cu dalam limbah cair *electroplating*. Dari gambar 5 terlihat, semakin banyak jumlah adsorben yang dipakai dan semakin kecil ukuran adsorben maka nilai penyisihan konsentrasi tembaga pada limbah juga semakin besar, hal ini ditunjukkan juga oleh persamaan matematika grafik $Y = 0,401X + 2,692$. Dari data diatas menunjukkan kapasitas adsorpsi terbaik karbon aktif kulit singkong didapat pada massa 1.0 gram dan ukuran mesh 100 dengan nilai adsorpsi

sebesar 4,77 mg/L. Karbon aktif yang memiliki kemampuan adsorpsi terbesar terhadap ion Cu dalam limbah electroplating adalah karbon aktif komersil dengan nilai adsorpsi sebesar 5,87 mg/L artinya karbon aktif komersil memiliki kapasitas adsorpsi yang sedikit lebih baik daripada karbon aktif kulit singkong. Kemungkinan hal ini disebabkan karena pemakaian kondisi operasi berupa waktu yang dipakai saat karbonisasi dan aktivasi diperkirakan terlalu lama, sehingga karbon aktif yang seharusnya telah terbentuk berubah menjadi abu yang justru menutupi pori karbon aktif dan menyebabkan kurang besarnya luas permukaan karbon kulit singkong jika dibandingkan karbon aktif komersil.

KESIMPULAN

Kualitas karbon aktif dari kulit singkong yang dihasilkan memenuhi standar SNI 06- 3730-1995 tentang karbon aktif. Dalam penelitian ini karbon aktif kulit singkong yang memiliki kapasitas adsorpsi logam Cu paling terbaik adalah dengan massa adsorben sebesar 1,0 gram dengan ukuran mesh 100 dengan konsentrasi Cu terjerap yaitu 4,77 mg/L. Karbon aktif komersil sebagai pembanding memiliki nilai kapasitas adsorpsi sebesar 5,87 mg/L, artinya karbon aktif komersil memiliki nilai adsorpsi yang sedikit lebih baik dari bio-adsorben karbon aktif kulit singkong.

Saran

Aktivasi karbon aktif dilakukan dengan bahan kimia lain seperti asam klorida (HCl), asam nitrat (HNO₃), asam phosphate (H₃PO₄), kalsium phosphat (Ca(PO₄)₂), kalsium hidroksida (Ca(OH)₂), kalsium klorida (CaCl₂), kalium hidroksida (KOH), natrium sulfat (Na₂SO₄), zink klorida (ZnCl₂) atau natrium karbonat (Na₂CO₃) untuk mendapatkan aktivator yang lebih baik. Perlu dilakukannya uji adsorpsi terhadap kandungan logam lain yang terdapat dalam limbah electroplating seperti krom, nikel, cadmium, dan logam berat lainnya agar mengetahui apakah karbon aktif dari kulit singkong ini mampu menurunkan semua kandungan logam berat yang terdapat dalam limbah *electroplating*.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariyani, A. P. (2017). Pemanfaatan Kulit Singkong Sebagai Bahan Baku Arang Aktif Dengan Variasi Konsentrasi NaOH Dan Suhu. *Jurnal Konversi*, 6(1), 7-11.
- Badan Standar Nasional. (1995). Arang Aktif SNI 06-3730-1995. Jakarta: BSN.
- Dewatisari, W. F., Rumiyantri, L., & Rakhmawati, I. (2017). Rendemen dan Skrining Fitokimia pada Ekstrak Daun Sansevieria sp. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 17(3), 197-202.
- Erdawati. (2008). Kapasitas Adsorpsi Kitosan dan Nanomagnetik Kitosan Terhadap Ion Ni(II). *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi-Ii 2008 Universitas Lampung*, 17-18 November 2008. pp. 248-256.
- Hardoyo, Sulastri, Prilitasari. N.M., Natalina. (2018). Penurunan Kadar Kromium Total Pada Limbah Electroplating Menggunakan Adsorben Dari Daun Sukun (Artocarpus Altilis) Dengan Aliran Kontinu. Bandar Lampung: *Jurnal Teknik*, 39(2), 114-119.
- Hart, H. (1987). *Kimia Organik Suatu Kuliah Singkat*. Jakarta: Erlangga.
- Hartanto, Hanadyani, W., Sumiyati, D.S., Sri. (2009). Pemanfaatan Hydrilla (Hydrilla verticillata) Untuk Menurunkan Logam Tembaga (Cu) Dalam Limbah Electroplating Studi Kasus: Industri Kerajinan Perak Kelurahan Citran, Kotagede. *Jurnal Presipitasi*, 6(2), 23-26.
- Ikawati, Melati. (2010). Pembuatan Karbon Aktif dari Limbah Kulit Singkong UKM Tapioka Kabupaten Pati. *Seminar Tugas Akhir SI Jurusan Teknik Kimia UNDIP 2010, Jurusan teknik Kimia UNDIP*. 1-8.
- Irmayani. (2016). *Pengolahan Air Limbah Secara Adsorpsi*. Aceh: Universitas Syiah Kuala.
- Jannah, I. S. (2015). Pemanfaatan Limbah Bulu Ayam dan Kulit Singkong Sebagai Bahan Pembuatan

- Kertas Seni Dengan Penambahan NaOH dan Pewarna Alami. *Publikasi Ilmiah*, 1-18.
- Jayantiningrum, V. D. (2017). Pemanfaatan Limbah Tahu Sebagai Media Adsorben Logam Berat Tembaga (Cu) Pada Limbah Elektroplating. *Jurnal lingkungan*, 5(1), 1-8.
<http://dx.doi.org/10.26418/jtllb.v5i1.18338>
- Kementerian Perindustrian RI. (2018). *Ekspor Naik, Produksi Singkong Bertambah*. Jakarta: KEMENPRIN
- Machmudi, C. (2020). *Pemanfaatan Nanopori Karbon Aktif dari Limbah Kulit Singkong Sebagai Adsorben Logam Berat Kromium Valensi (VI)*. Skripsi, 1-38.
- Maulinda, L., ZA, N., Sari, D.N. (2015). Pemanfaatan Kulit Singkong sebagai Bahan Baku Karbon Aktif. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 4(2), 11-19.
- Palar, H. (1994). *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Roekmijati. 2002. Presipitasi Bertahap Logam Berat Limbah Cair Industri Pelapisan Logam Menggunakan Larutan Kaustik Soda. *Jurnal kimia lingkungan*.
- Sailah, I., Mulyaningsih, F., Ismayana, A., Puspaningrum, T., Adnan, A.A., Indrasti, N.S. (2020). Kinerja Karbon Aktif Dari Kulit Singkong Dalam Menurunkan Konsentrasi Fosfat Pada Air Limbah Laundry. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 30(2), 180-189.
<https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2020.30.2.180>
- Sasongko, A., Lumbantobing, D.F.H., Rifani, A., Gotama, B. (2019). Pemanfaatan Limbah Kulit Singkong untuk Produksi Oligosakarida melalui Hidrolisis Kimiawi. *Jurnal Sains Terapan*, 5(1), 16-21.
- Soenarso, Soehardi. (2004). *Memelihara Kesehatan Jasmani Melalui Makanan*. Bandung: Institut Teknologi Bandung
- Worch, E. (2012). *Adsorption Technology in Water Treatment-Fundamentals. Processes, and Modeling*. Germany : Walter de Gruyter GmbH & Co. KG