

Pembuatan Karbon Aktif dari Cangkang Buah Karet dengan Aktivator H_3PO_4 untuk Adsorpsi Logam Besi (III) dalam Larutan

Siti Arofah¹, M. Naswir¹, Yasdi¹

¹Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Jambi, Muaro Jambi, Indonesia

Email: sitiarofah086@gmail.com, m.naswir@yahoo.com, yasdi@unja.ac.id

Info Artikel

Diterima : 11 April 2019

Disetujui : 25 Juli 2019

Dipublikasikan : 30 Agustus 2019

Alamat Korespondensi :

sitiarofah0806@gmail.com

Copyright © 2019 Jurnal Engineering

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0)

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas karbon aktif yang terbuat dari cangkang buah karet sebagai adsorben untuk penjerapan logam besi (III) dalam larutan. Proses karbonisasi dilakukan pada suhu 400 °C dan 500 °C selama 1 jam dengan variasi ukuran adsorben 80 mesh dan 120 mesh. Selanjutnya dilakukan aktivasi kimia menggunakan H_3PO_4 10 % selama 24 jam. Hasil uji spesifikasi menunjukkan bahwa karbon aktif terbaik pada sampel karbon ukuran 120 mesh dan suhu 500 °C dengan kadar air sebesar 4,1%. Kadar abu terendah dimiliki oleh sampel 80 mesh dan suhu 500 °C sebesar 0,5%. Daya jerap terbaik dimiliki oleh sampel karbon ukuran 120 mesh dan suhu 500 °C terhadap iodin sebesar 5.681 mg/g dan daya jerap terhadap metilen biru sebesar 18,8 mg/g. Karakterisasi karbon aktif cangkang buah karet menunjukkan bahwa terdapat perbedaan gugus fungsi dan kandungan senyawa yang terdapat pada karbon sebelum dan setelah di aktivasi oleh H_3PO_4 . Untuk proses adsorpsi karbon aktif terhadap larutan logam besi (III) waktu kontak terbaik adalah 90 menit dengan massa karbon aktif 0,5 gram menunjukkan efisiensi penjerapan sebesar 68%. Model isoterm yang tepat terhadap adsorpsi pada penelitian ini adalah model isoterm Freundlich.

Kata Kunci: Cangkang buah karet, Karbon aktif, Adsorpsi, Logam Besi (Fe), FTIR, XRD.

1. Pendahuluan

Karet merupakan salah satu jenis tanaman HTI (Hasil Tanaman Industri) yang cukup banyak ditanam dan berhasil dikembangkan khususnya dalam dunia industri. Di Indonesia, karet merupakan satu dari sepuluh komoditas strategis argoindustri. Provinsi Jambi merupakan salah satu dari 37 provinsi yang ada di Indonesia yang dikenal sebagai penghasil karet dalam jumlah yang cukup banyak. Perkebunan karet di Jambi mempunyai luas sekitar 588.043 Ha, dengan hasil karet 312.925 ton (Dinas Perkebunan Provinsi Jambi 2015).

Berdasarkan informasi yang diperoleh dari Dinas Perkebunan Provinsi Jambi mengenai pemanfaatan pohon karet, diketahui bahwa cangkang buah karet belum termanfaatkan secara optimal

bahkan menjadi suatu limbah yang tidak memiliki nilai jual. Padahal bahan tersebut memiliki potensi untuk diolah menjadi produk yang lebih bermanfaat dan bernilai jual, misalnya sebagai bahan baku dalam pembuatan karbon aktif. Selain itu, karbon aktif dapat dibuat dari hampir semua bahan yang mengandung karbon. Salah satunya adalah dari tumbuhan, khususnya tumbuh-tumbuhan yang mengandung lignin atau zat kayu seperti batang pohon atau bagian tumbuhan yang lain yang mengandung lignin.

Secara fisik, cangkang buah karet memiliki ciri sebagai tumbuhan yang berlignin. Konstruksi cangkang yang keras mengindikasikan bahwa cangkang buah karet ini mengandung senyawa aktif berupa lignin. Selain pemanfaatannya yang masih kurang optimal, jika dibandingkan dengan bagian buah lainnya bagian cangkang termasuk bagian yang mengandung lignin yang cukup banyak, sehingga bagian ini cukup potensial untuk diolah menjadi produk karbon aktif yang sangat bermanfaat dan bernilai jual yang tinggi. Hal ini akan membuat cangkang buah karet menjadi lebih termanfaatkan.

Berdasarkan penelitian-penelitian yang telah dilakukan terdahulu, karbon aktif dapat dikatakan sebagai bahan yang efektif dalam menyerap logam berat seperti Cr (IV) (*chloride*), Pb²⁺ (*timbal*) dan Fe³⁺ (*ferris*). Pada penelitian ini akan dilakukan adsorpsi terhadap logam besi dalam larutan. Besi adalah salah satu logam berat yang secara alamiah berada di lingkungan akibat adanya pelapukan dari batuan. Ion besi dalam air dapat mengakibatkan air berwarna agak kuning, baunya amis dan menimbulkan karat pada sisi pipa atau bak. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air, kadar besi (Fe) yang diizinkan untuk air bersih adalah 0,3 mg/L. Apabila kadar besi itu melebihi baku mutu, maka air tersebut tidak memenuhi syarat dan harus dilakukan pengolahan sebelum dipakai untuk keperluan sehari-hari terutama untuk dikonsumsi.

2. Metode Penelitian

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain: Oven, Furnace, Saringan 80 & 120 mesh, Timbangan Analitik, Magnetic stirer, Kertas saring, Cawan porselin, Cawan alumunium, Desikator, Gelas ukur, Gelas beker, Erlenmeyer, Labu ukur, Alumunium foil, Pipet volume, Mortar, XRD (*X-Ray Diffraction*), FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*), SSA (*spektrofotometri serapan atom*).

Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain: Cangkang buah karet, H₃PO₄ 10%, Akuades, Iodin 6,25 gram, Kalium iodida 20% 60 ml, Larutan tiosulfat 0,4 N, FeCl₃·2H₂O 2,415 gram, Metilen blue 0,02 gram.

Tabel 1.1 Komposisi yang Terkandung dalam Cangkang Buah Karet

NO	Komponen Penyusun	Presentase (%)
1.	Selulosa	48,64
2.	Lignin	33,54
3.	Pentosan	16,81
4.	Kadar Abu	1,25
5.	Kadar Silika	0,52

Sumber : *Pari dalam Esih Susi Safitri, 2003*

Prosedur Penelitian

Pembuatan Karbon Aktif

Proses pembuatan karbon aktif dimulai dari persiapan cangkang buah karet yang dicuci sampai bersih lalu dikeringkan menggunakan sinar matahari. Selanjutnya cangkang buah karet dihancurkan untuk mengoptimalkan proses pembakaran dan selanjutnya cangkang buah karet di karbonisasi menggunakan furnace pada variasi suhu 400 °C dan 500 °C. Lalu karbon digerus menggunakan mortar dengan menggunakan 2 variasi ukuran yaitu 80 mesh dan 120 mesh setelah itu karbon di aktivasi menggunakan H₃PO₄ selama 24 jam dan dicuci menggunakan akuades sampai pH menjadi netral. Lalu karbon aktif dikeringkan menggunakan oven pada suhu 110 °C selama 3 jam.

Uji Spesifikasi Karbon Aktif (SNI 06 – 3730 – 1995)

a. Kadar Air

kadar air bahan ditentukan dengan cara pengeringan di dalam oven. Sebanyak 1 gr contoh yang telah dihaluskan ditimbang dengan teliti dan ditempatkan dalam cawan alumunium yang telah diketahui bobotnya, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C selama 3 jam hingga bobot konstan, selanjutnya contoh didinginkan dalam eksikator selama 15 menit sebelum ditimbang beratnya.

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{\text{penyusutan bobot}}{\text{gram contoh}} \times 100\%$$

b. Kadar Abu

Ditimbang secara teliti sebanyak 2 gram sampel dalam cawan abu, kemudian dikeringkan di dalam oven pada suhu 105 °C selama 3 jam sampai mencapai bobot konstan. Selanjutnya karbon aktif dibakar lagi menggunakan furnace pada suhu 600 °C selama 1 jam. Abu yang diperoleh didinginkan dan ditimbang beratnya.

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

c. Daya Jerap Terhadap Iodin

Pengujian terhadap daya jerap iodium dilakukan dengan cara ditimbang karbon aktif sebanyak 1 gram lalu dimasukkan kedalam erlenmeyer, selanjutnya ditambahkan dengan di pipet 25 ml larutan iodium dan erlenmeyer ditutup dengan tutup yang telah dibasahi dengan KI, kemudian dengan hati-hati dan disimpan ditempat yang gelap selama 2 jam, selanjutnya kedalam erlenmeyer ditambahkan 10 ml larutan Kalium Iodida (KI) 20% dan 150 ml akuades, kemudian dikocok dan diambil 10 ml seterusnya dititrasi dengan larutan tiosulfat 0,4 N.

$$\text{Daya jerap terhadap larutan iod} = \frac{((V1.N1)-(V2.N2)) \times 126,9 \times Fp}{\text{massa karbon}}$$

d. Daya Jerap Terhadap Metilen Biru

Sampel ditimbang sebanyak 1 gram kemudian dimasukkan kedalam erlenmeyer. Selanjutnya ditambahkan 50 ml larutan metilen biru dan di shaker selama 30 menit. Filtrat kemudian di pipet sebanyak 5 ml lalu dimasukkan kedalam labu ukur 100 ml, setelah itu diencerkan dengan akuades hingga larutan menjadi 100 ml. Lalu diukur daya serapnya menggunakan Spektrofotometri UV-VIS pada panjang gelombang 560,5 nm.

$$\text{Efisiensi penjerapan} = \frac{V(Co-Ce)}{W}$$

e. Luas Permukaan

Luas permukaan dapat ditentukan dengan menggunakan data dari metilen biru, yang dirumuskan sebagai berikut :

$$S = \frac{Xm \cdot N \cdot a}{M}$$

Luas permukaan =

Uji Karakterisasi

Uji karakterisasi dilakukan menggunakan FTIR dan XRD.

Uji Terhadap Larutan Besi

Waktu Kontak

Karbon aktif ditimbang sebanyak 0,5 gram. kemudian dimasukan dalam 100 mL larutan besi (III) konsentrasi 100 ppm kemudian diaduk dengan variasi waktu kontak 30, 60, 90 dan 120 menit. Adsorpsi ini dilakukan pada pH 5. Campuran disaring dan filtratnya diuji dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) untuk mengetahui konsentrasi Fe yang teradsorpsi.

$$\% \text{ Efisiensi Penjerapan} = \frac{Co - Ce}{Co} \times 100 \%$$

Daya Jerap Terhadap Larutan Besi

Penentuan daya jerap terhadap logam besi (Fe) dilakukan pada variasi konsentrasi yaitu 20 ppm, 40 ppm, 60 ppm, 80 ppm, 100 ppm. dalam 100 ml larutan ion besi dengan 0,5 gr karbon aktif. Adsorpsi ini dilakukan pada pH 5 dan waktu kontak optimum yang telah ditentukan sebelumnya. Digunakan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ Efisiensi Penjerapan} = \frac{Co - Ce}{Co} \times 100 \%$$

3. Hasil Dan Pembahasan

Preparasi sampel

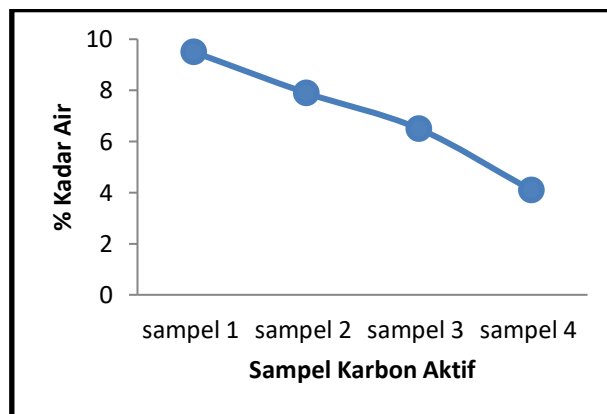
Sampel cangkang buah karet yang di dapatkan di cuci dengan air bersih lalu setelah itu dijemur dibawah sinar matahari selama 3 hari. Setelah itu cangkang buah karet di hancurkan menjadi ukuran yang kecil sehingga meng-optimalisasi saat proses pembakaran.

Karbonisasi dan aktivasi

Pada proses karbonisasi cangkang buah karet, suhu yang digunakan untuk pembakaran adalah 400 °C dan 500 °C. Dasar dari pemilihan dari variasi suhu ini adalah teori keunggulan aktivasi secara kimia menurut Suhendra dan Gunawan (2010 : 23) yaitu dalam proses aktivasi kimia, suhu yang digunakan relatif lebih rendah dibandingkan dengan aktivasi fisika. Pada penelitian ini juga menggunakan variasi ukuran karbon yaitu 80 mesh dan 120 mesh. Dasar dari pemilihan variasi ukuran ini adalah Atmayudha (2007) yakni karakteristik penting dari sebuah adsorben yaitu ukuran pori adsorben dan luas permukaan.



Gambar 1. Karbonisasi Cangkang Buah Karet



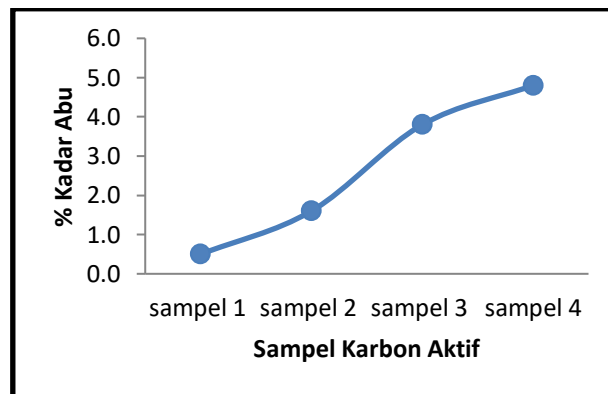
Gambar 2. Grafik Kadar Air Karbon Aktif

Hasil uji spesifikasi

Kadar air

Pada proses analisa kadar air, metode yang digunakan adalah metode gravimetrik yaitu dengan menghitung kuantitas atau jumlah sampel berdasarkan perhitungan selisih berat zat yang akan dijelaskan pada gambar 2.

Pada gambar 2 kadar air yang dihasilkan berkisar antara 4,1% - 9,5%. Sesuai SNI 06 – 3730 – 1995, semua sampel karbon telah memenuhi standar kadar air yang telah ditentukan yakni maksimal 15%. Kadar air tertinggi dimiliki sampel 1 (400 °C, 80 mesh) yaitu sebesar 9,5% dan kadar air terendah dimiliki oleh sampel 4 (500 °C, 120 mesh) yaitu sebesar 4,1%. Kadar air ini mengalami penurunan seiring dengan naiknya suhu karbonisasi yang digunakan. Menurut Fauziah (2011) semakin tinggi suhu maka semakin meningkat pula proses dehidrasi dalam karbon sehingga air yang terkandung semakin banyak menguap dan kadarnya akan semakin rendah. Kadar air yang tinggi menyebabkan daya jerap karbon menjadi berkurang.



Gambar 3. Grafik Kadar Abu Karbon Aktif

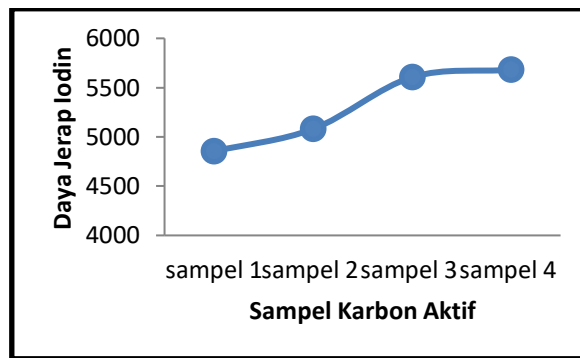
Kadar abu

Pengujian kadar abu karbon aktif bertujuan untuk mengetahui kandungan oksida logam dalam karbon aktif. Pada proses analisa kadar abu menggunakan metode gravimetrik yaitu dengan menghitung kuantitas atau jumlah sampel berdasarkan perhitungan selisih berat zat yang akan dijelaskan pada gambar 3.

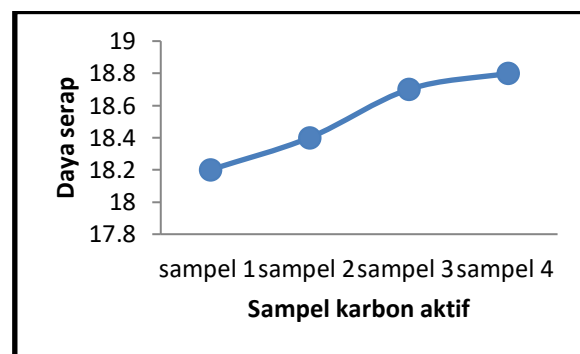
Pada gambar 3 semua sampel yang diuji memenuhi syarat dalam standar baku mutu kadar abu karbon aktif yaitu maksimal 10%. Sampel 1 (suhu 400 °C, 80 mesh) merupakan karbon aktif dengan kadar abu terendah yaitu sebesar 0,5%. Sedangkan kadar abu tertinggi dimiliki oleh sampel 4 (500 °C, 120 mesh) yaitu sebesar 4,8%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu pada proses karbonisasi maka semakin tinggi juga kadar abu yang dimiliki karbon aktif tersebut. Menurut Teger Ardyansah Bangun (2016) bahwa kadar abu diasumsikan sebagai sisa mineral yang tertinggal dari proses karbonisasi karena cangkang buah karet tidak hanya mengandung karbon dan senyawa organik saja tetapi juga mengandung beberapa mineral, dimana sebagian dari mineral ini telah hilang ketika karbonisasi dan aktivasi lalu sebagian lagi diperkirakan masih tertinggal di dalam karbon aktif. Semakin tinggi konsentrasi, suhu dan waktu aktivasi, maka kadar abu dalam karbon aktif juga meningkat. Peningkatan kadar abu ini disebabkan terdapatnya senyawa non-karbon yang menempel pada permukaan karbon aktif. Senyawa non-karbon tersebut merupakan suatu pengotor yang menutupi pori-pori dari arang aktif dan jika jumlahnya melebihi baku mutu maka akan mengurangi efektifitas dalam proses penjerapan.

Daya jerap iodin

Pada proses analisa terhadap penjerapan iodin menggunakan cara titrasi. Hasil dari titrasi akan dijelaskan pada gambar 4.



Gambar 4. Grafik Daya Jerap Terhadap Iodin



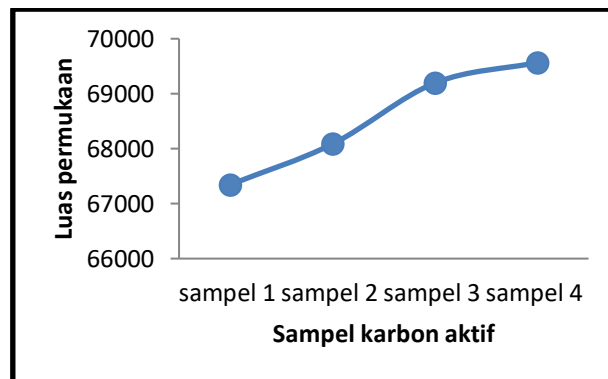
Gambar 5. Grafik Daya Jerap Terhadap Metilen Biru

Pada gambar 4 penjerapan iodin terendah dimiliki sampel 1 (80 mesh, 400 °C) yaitu sebesar 4854 mg/g. Sedangkan penjerapan tertinggi dimiliki oleh sampel 4 (120 mesh, 500 °C) yaitu sebesar 5681 mg/g. Berdasarkan hasil tersebut dapat dikatakan bahwa semakin tinggi suhu pirolisis dan semakin kecil ukuran karbon aktif maka semakin besar daya jerapnya. Hal ini dapat dilihat dari meningkatnya penjerapan iodin seiring dengan meningkatnya suhu dan ukuran karbon aktif. Hal serupa juga diungkapkan oleh Landiana (2016) bahwa daya jerap karbon aktif terhadap iod memiliki korelasi dengan luas permukaan dari karbon aktif. Semakin besar penjerapan terhadap iod maka semakin besar kemampuannya dalam menyerap zat terlarut. Untuk bilangan iodin akan semakin bertambah, daya jerap terhadap iod semakin besar dengan kenaikan suhu, ini berarti bahwa kualitas karbon aktif akan semakin baik dalam penjerapan.

Daya Jerap Metilen Biru

Pada proses analisa terhadap penjerapan metilen biru digunakan data absorbansi yang diperoleh dari pembacaan filtrat uji menggunakan Spectrophotometri UV-VIS dengan panjang gelombang 560,50 nm yang akan dijelaskan pada gambar 5.

Pada gambar 5 penjerapan terendah dimiliki oleh sampel 1 (80 mesh, 400 °C) yaitu sebesar 18,2 mg/g. Sedangkan penjerapan tertinggi dimiliki oleh sampel 4 (120 mesh, 500 °C) yaitu sebesar 18,8 mg/g. Berdasarkan hasil tersebut maka dapat dikatakan semakin tinggi suhu dan semakin kecil ukuran karbon aktif maka semakin besar luas permukaannya sehingga dapat menyerap lebih banyak. Hal serupa juga diungkapkan oleh Pari (1999) yaitu terdapat kecenderungan semakin tinggi suhu aktivasi maka luas permukaan karbon aktif semakin besar.



Gambar 5. Luas Permukaan Karbon Aktif

Luas Permukaan

Untuk menentukan kapasitas adsorpsi karbon aktif digunakan larutan metilen biru. Kapasitas adsorpsi berhubungan dengan luas permukaan, semakin luas permukaannya maka kemampuan untuk menyerapnya semakin besar. Luas permukaan karbon aktif dalam menyerap metilen biru dijelaskan pada gambar 5.

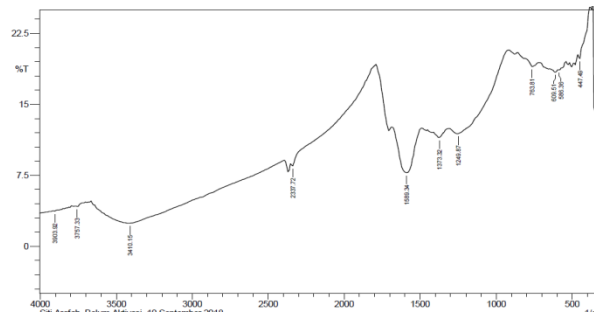
Pada gambar 5 luas permukaan karbon aktif yang paling terkecil pada sampel 1 (80 mesh, 400°C) yaitu sebesar 67345,11 m²/mg. Sedangkan luas permukaan yang terbesar pada sampel 4 (120 mesh, 500 °C) yaitu sebesar 69565,27 m²/mg. Berdasarkan grafik tersebut dapat dilihat bahwa semakin tinggi suhu aktivasi dan ukuran karbon aktif maka semakin luas permukaannya. Peningkatan luas permukaan karbon aktif ini dikarenakan zat pengaktivasi (H₃PO₄) meresap kedalam karbon dan membuka permukaan yang awalnya tertutup oleh komponen kimia sehingga terbentuk pori-pori. Adsorben yang efektif harus memiliki luas permukaan minimal 5 m²/g. Dengan demikian semua luas permukaan karbon aktif yang berbahan dasar cangkang buah karet telah memenuhi luas permukaan minimal untuk menjadi adsorben yang efektif dan komersil.

Hasil Uji Karakterisasi

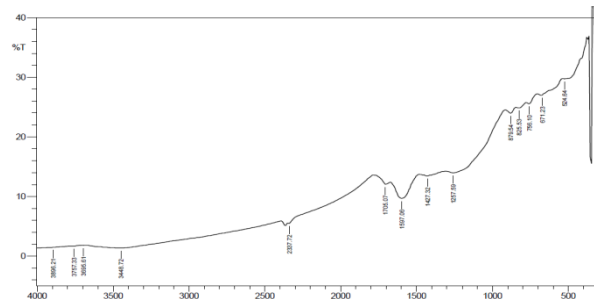
FTIR(Fourier Transform Infrared)

Pada gambar 6 menunjukkan perbandingan bilangan gelombang pita serapan karbon dari cangkang buah karet sebelum dan sesudah teraktivasi H₃PO₄ 10%. Dapat dilihat pada gambar tersebut terdapat perubahan. Hal ini dikarenakan *activating agent* dapat menyebabkan terjadinya pergeseran bilangan gelombang dan intensitas berdasarkan lingkungan kimianya. Hal serupa juga diungkapkan oleh Vidyanova (2018) bahwa proses aktivasi pada karbon aktif dapat meningkatkan kadar karbon yang ditandai dengan meningkatnya intensitas daya jerap karbon. Semakin rendah transmitasi-nya semakin tinggi daya adsorpsi karbon tersebut.

a) Karbon sebelum di aktivasi

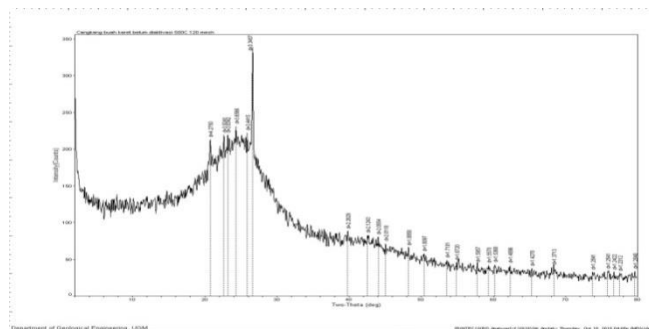


b) Karbon aktif sesudah di aktivasi H₃PO₄

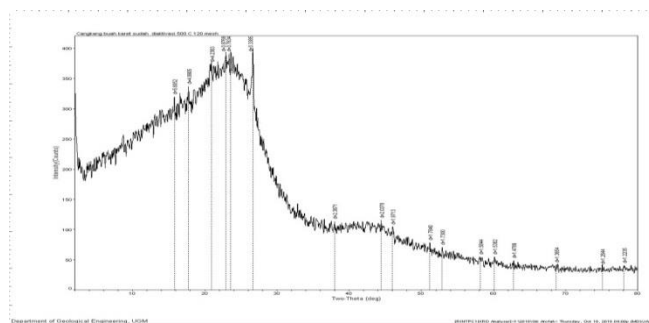


Gambar 6. Hasil Uji Karakterisasi Karbon dan Karbon Aktif Menggunakan FTIR(Fourier Transform Infrared)

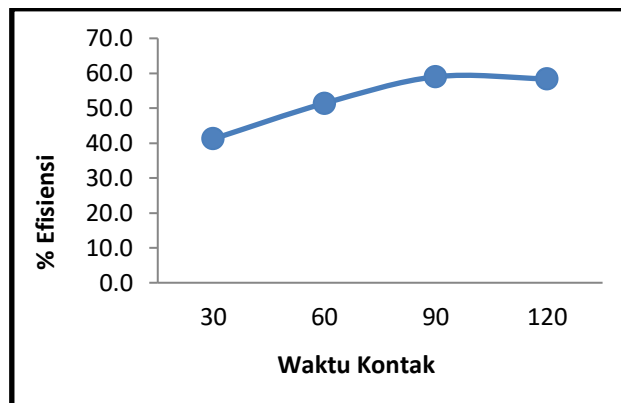
a) Karbon sebelum di aktivasi



b) Karbon setelah di aktivasi H₃PO₄



Gambar 7. Hasil Uji Karbon dan Karbon Aktif Menggunakan XRD(X-Ray Diffraction)



Gambar 8 Grafik Daya Jerap Karbon Aktif Berdasarkan Waktu Kontak

XRD(X-Ray Diffraction)

Pada gambar 7 dapat dilihat bahwa karakterisasi dengan X-ray Diffraction pada karbon sebelum di aktivasi dan karbon setelah di aktivasi H_3PO_4 10% mengalami perubahan yang cukup signifikan. Atom C pada karbon sebelum di aktivasi memiliki kadar karbon sebesar 78%. Lalu setelah di aktivasi oleh H_3PO_4 10% kadar karbon meningkat menjadi 97%. Hal ini menandakan bahwa H_3PO_4 merupakan aktivator yang tepat untuk meng-aktivasi karbon dari cangkang buah karet karena semakin besar kadar karbonnya maka semakin besar kapasitas karbon tersebut dalam menyerap senyawa.

Uji Daya Jerap Terhadap Larutan Logam Besi (III)

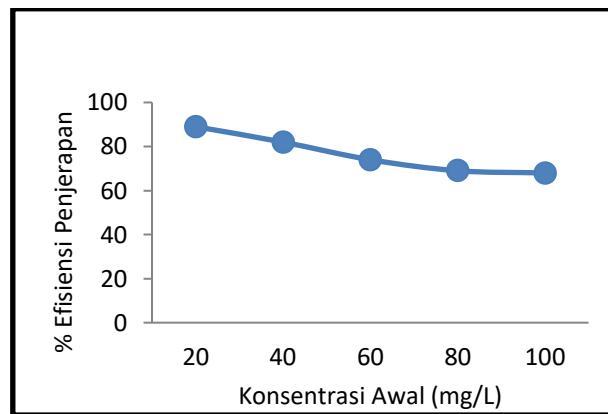
Waktu Kontak

Penentuan waktu kontak optimum karbon aktif cangkang buah karet pada penelitian ini ditentukan dengan variasi waktu 30 menit, 60 menit, 90 menit dan 120 menit. Kemudian digunakan karbon aktif dengan massa 0,5 gram dalam konsentrasi ion besi (III) 100 ppm. Pengaruh waktu kontak optimum untuk adsorpsi Fe dapat dijelaskan pada gambar 8.

Pada gambar 8 dapat dilihat bahwa efisiensi penjerapan dapat meningkat seiring dengan bertambahnya waktu kontak. Pada awal waktu kontak (30 menit) masih tersedia banyak pori-pori karbon aktif yang belum terisi adsorbat sehingga pada saat penambahan waktu kontak, proses adsorpsi masih bisa meningkat dan mencapai pada waktu optimum yaitu di waktu 90 menit. Meningkatnya efisiensi adsorpsi tersebut dikarenakan semakin lama waktu kontak maka semakin banyak Fe yang mampu menempati pori-pori karbon aktif yang kosong sampai tercapai kondisi kesetimbangan. Penurunan daya jerap Fe terjadi pada waktu kontak 120 menit. Hal tersebut dikarenakan pori-pori dalam karbon aktif sudah terisi penuh sehingga permukaan karbon aktif menjadi jenuh dan kemampuan daya jerapnya juga menurun. Hal serupa juga diungkapkan oleh Ai Nailil Muna (2011) bahwa waktu kesetimbangan ditentukan untuk mengetahui kapan suatu adsorben mengalami kejenuhan sehingga proses adsorpsi terhenti.

Daya Jerap Terhadap Ion Besi (III)

Analisa daya jerap karbon aktif terhadap Fe (III) dilakukan dengan pengukuran menggunakan alat Spectrophotometri Serapan Atom (SSA). Pada penelitian kali ini digunakan lima variasi konsentrasi yaitu 20 ppm, 40 ppm, 60 ppm, 80 ppm dan 100 ppm dengan menggunakan massa karbon aktif sebesar 0,5 gram



Gambar 9. Grafik Daya Jerap Terhadap Ion Besi (III)

dan diaduk selama 90 menit berdasarkan hasil dari waktu kontak optimum. Hasil dari penjerapan ini akan dijelaskan pada gambar 9.

Pada gambar 9 dapat dilihat bahwa semakin besar konsentrasi larutan Fe (III) maka efisiensi penjerapannya semakin berkurang. Efisiensi Penjerapan tertinggi dimiliki oleh larutan Fe dengan konsentrasi 20 ppm yaitu sebesar 89% dengan luas permukaan karbon aktif 3574 mg/g. Penjerapan terendah dimiliki oleh konsentrasi 100 ppm dengan efisiensi penjerapan sebesar 68% dan luas permukaan sebesar 13736 mg/g. Efisiensi penjerapan diperkirakan akan semakin menurun karena pada konsentrasi yang lebih tinggi, jumlah ion logam dalam larutan tidak sebanding dengan jumlah partikel karbon aktif yang tersedia sehingga permukaan karbon aktif akan mencapai titik jenuh dan kemungkinan akan terjadi proses desorpsi atau pelepasan kembali antara adsorben dengan adsorbat. Jika konsentrasi dinaikkan maka akan menyebabkan terjadinya peningkatan jumlah ion yang terikat pada adsorben sehingga nilai kapasitas penjerapannya meningkat.

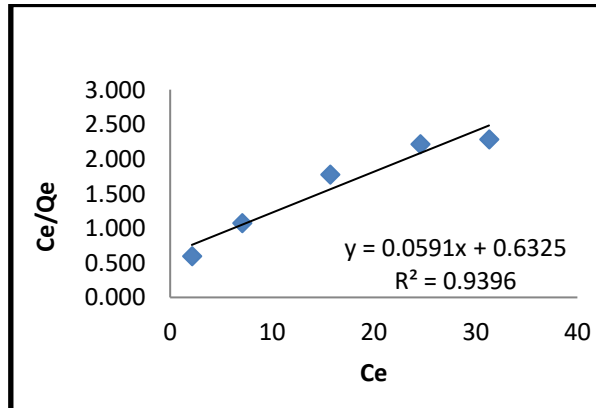
Isoterm Adsorpsi

Isoterm adsorpsi dapat digunakan untuk mempelajari mekanisme adsorpsi. Adsorpsi fase padat-cair pada umumnya memakai tipe isoterm Langmuir dan Freundlich. Ikatan yang terjadi antara molekul adsorbat dengan permukaan adsorben fisisorpsi dan kimisorpsi.

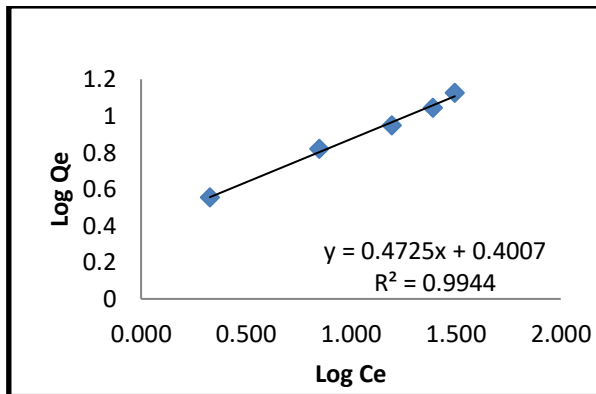
Pada penentuan isoterm kali ini digunakan data dari kapasitas adsorpsi sampai pada kesetimbangan dan konsentrasi sisa adsorben yang ada pada larutan. Isoterm adsorpsi karbon aktif tipe Langmuir dan Freundlich akan dijelaskan pada gambar 1.10.

Pada gambar 10 di atas dapat dilihat bahwa isoterm yang nilai linearitas (R^2) mendekati angka 1 adalah model isoterm Freundlich dengan persamaan garis linearnya yaitu $y = 0,4725x + 0,4007$ dengan nilai $R^2 = 0,9944$. Tetapi untuk model isoterm Langmuir angka linearitasnya tidak jauh berbeda dengan angka linearitas isoterm Langmuir yaitu $R^2 = 0,9396$. Maka dari itu dilakukan perhitungan rata-rata kesalahan relatif sebagai kriteria lain untuk menentukan isoterm mana yang paling tepat untuk proses adsorpsi ini. Menurut Chen (2013) data kesalahan relatif yang paling kecil adalah data yang tepat untuk digunakan. Data perhitungan kesalahan relatif dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

a) Isoterm Langmuir



b) Isoterm Freundlich



Gambar 10. Grafik Model Isoterm Adsorpsi

Tabel 2 Angka Kesalahan Relatif Pada Model Isoterm Langmuir

Average Relative Error (ARE) (Langmuir)					
No	Co (mg/L)	Ce (mg/L)	Qe	Qem	Are
1	20	2,13	3,574	1,126	68,495
2	40	7,08	6,584	1,470	77,677
3	60	15,69	8,862	1,584	82,127
4	80	24,56	11,088	1,621	85,378
5	100	31,32	13,736	1,636	88,089
TOTAL					331,294

Tabel 3 Angka Kesalahan Relatif Pada Model Isoterm Freundlich

Average Relative Error (ARE) (Freundlich)					
No	Co (mg/L)	Ce (mg/L)	Qe	Qem	Are
1	20	2,13	3,574	3,602	0,778
2	40	7,08	6,584	6,372	3,214
3	60	15,69	8,862	9,299	4,937
4	80	24,56	11,088	11,505	3,763
5	100	31,32	13,736	12,914	5,986
TOTAL					13,888

Berdasarkan Tabel 2 dan 3 dapat dilihat bahwa angka yang terkecil adalah pada model isoterm Freundlich yaitu 13,888. Maka dapat dikatakan bahwa model isoterm yang tepat pada adsorpsi kali ini adalah model isoterm Freundlich. Model isoterm Freundlich menunjukkan lapisan adsorbat yang terbentuk pada permukaan adsorben adalah *multilayer*. Hal tersebut sama dengan ciri-ciri dari adsorpsi secara fisika yaitu dimana adsorpsi dapat terjadi pada banyak lapisan.

4. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan yaitu pembuatan karbon aktif yang berbahan dasar cangkang buah karet sebagai adsorben untuk ion besi dalam larutan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- a) Pada pengujian spesifikasi syarat baku mutu untuk kadar air, kadar abu dan daya jerap iodin yang terdapat pada SNI 06 – 3730 – 1995 tentang karbon aktif telah terpenuhi. Kadar air terbaik terdapat pada karbon ukuran 120 mesh dan suhu 500 °C sebesar 4,1%, kadar abu terbaik terdapat pada karbon ukuran 80 mesh dan suhu 400 °C sebesar 0,5%. Daya jerap terhadap Iodin terbaik terdapat pada karbon ukuran 120 mesh dan suhu 500 °C sebesar 5681 mg/g dan daya jerap terhadap metilen biru terbaik terdapat pada karbon ukuran 120 mesh dan suhu 500 °C sebesar 18,8 mg/g dengan luas permukaan 69565,27 m²/mg. Dapat disimpulkan dari hasil data berikut bahwa cangkang buah karet termasuk bahan baku yang efektif sebagai bahan dasar pembuatan karbon aktif.
- b) Pada uji karakterisasi FTIR menunjukkan perbandingan bilangan gelombang pita serapan karbon dari cangkang buah karet sebelum dan sesudah teraktivasi H₃PO₄ 10%. Dapat dilihat pada gambar tersebut terdapat perubahan. Hal ini dikarenakan *activating agent* dapat menyebabkan terjadinya pergeseran bilangan gelombang dan intensitas berdasarkan lingkungan kimianya. Pada uji karakterisasi XRD mengalami perubahan yang cukup signifikan. Atom C pada karbon sebelum di aktivasi memiliki kadar karbon sebesar 78%. Lalu setelah di aktivasi oleh H₃PO₄ 10% kadar karbon meningkat menjadi 97%. Hal ini menandakan bahwa H₃PO₄ merupakan aktivator yang tepat untuk meng-aktivasi karbon dari cangkang buah karet karena semakin besar kadar karbonnya maka semakin besar kapasitas karbon tersebut dalam menyerap senyawa.

- c) Pada uji penjerapan ion besi (III) dalam larutan didapatkan hasil bahwa waktu kontak optimum yang didapatkan yaitu pada waktu 90 menit dengan efisiensi penjerapan sebesar 59%. Selanjutnya pada variasi konsentrasi Fe yaitu 20 ppm; 40 ppm; 60 ppm; 80 ppm dan 100 ppm di dapatkan bahwa semakin tinggi konsentasi maka semakin kecil efisiensi penjerapannya dikarenakan karbon aktif yang sudah mencapai kesetimbangan. Efisiensi penjerapan tertinggi yaitu pada konsentrasi 20 ppm sebesar 89% dan efisiensi penjerapan terendah yaitu pada konsentrasi 100 ppm yaitu sebesar 68%.
- d) Model isoterm yang cocok untuk adsorpsi kali ini adalah model isoterm Freundlich karena mempunyai persamaan garis linear yaitu $y = 0,4725x + 0,4007$ dengan nilai $R^2 = 0,9944$ dibandingkan dengan model isoterm Langmuir sehingga tipe isoterm Freundlich lebih tepat digunakan untuk mencirikan mekanisme adsorpsi ion besi oleh karbon aktif.

Saran

Dari data hasil penelitian yang telah dilakukan maka penulis dapat memberikan saran sebagai berikut :

- a) Perlu dilakukan variasi pH agar pH optimum untuk penjerapan ion besi lebih akurat.
- b) Perlu dilakukan variasi konsentrasi besi lebih banyak lagi agar bisa mendapatkan kapasitas adsorpsi karbon aktif cangkang buah karet.
- c) Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pemanfaatan karbon aktif dari cangkang buah karet sebagai adsorben untuk menyerap logam lain.

Daftar Pustaka

- [1] Bangun, A.T., Zaharah, A.T., Shofiyani, A., 2016. Pembuatan Arang Aktif dari Cangkang Buah Karet untuk Adsorpsi Ion Besi (II) dalam Larutan. Jurnal Penelitian. Pendidikan Kimia. Universitas Tanjungpura. Pontianak.
- [2] Fauziah, Nailul. 2011. *Pembuatan Arang Aktif Secara Langsung Dari Kulit Acacia Mangium Wild Dengan Aktivasi Fisika dan Aplikasinya Sebagai Adsorben*. Skripsi. Departemen Hasil Kehutanan. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor.
- [3] Landiana, E. dan Arkilaus, S., 2016. *Pemanfaatan Kulit Singkong Sebagai Bahan Baku Karbon Aktif*. Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika. Prodi Pendidikan Fisika STKIP Soe. Nusa Tenggara Timur.
- [4] Muna, Nailil. 2011. *Kinetika Adsorpsi Karbon Aktif Dari Batang Pisang Sebagai Adsorben Untuk Penyerapan Ion Logam Cr (VI) Pada Air Limbah Industri*. Skripsi. Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- [5] Pari, G. 1999. *Karakteristik Arang Aktif Dari Arang Serbuk Gergaji Sengon Dengan NH_4HCO_3 Sebagai Bahan Pengaktif*.
- [6] Safitri, E.S. 2003. *Analisis Komponen Kimia dan Dimensi Serat Kayu Karet (Hevea Brasilliensis Mueu. Arg)*. Hasil klon.
- [7] Standar Nasional Indonesia. 1995. *Arang Aktif Teknis (SNI 06-370-1995)*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional Indonesia.
- [8] Vidyanova, A, M., Handika G., Maulina S. 2018. *Perbandingan Gugus Fungsi dan Morfologi Permukaan Karbon Aktif Dari Pelepah Kelapa Sawit Menggunakan Aktivator Asam Fosfat (H_3PO_4) dan Asam Nitrat (HNO_3)*. Departemen Teknik Kimia. Universitas Sumatera Utara.