Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan
Vol. 13, No. 1, Hlm. 70 - 77, Juni 2018
ISSN 1412-5064, e-ISSN 2356-1661
https://doi.org/10.23955/ rkl.v13i1.10072

Pemanfaatan Limbah Serat Sagu (*Metroxylon sago*) Sebagai Adsorben Iodin

Utilization of Sago Fiber Waste (*Metroxylon sago*) As Iodin Adsorbent

Rahmi[1], Suaedi Fachrudin[1*], Nurmalasari[2]

[1] Program Studi Kimia, Fakultas Sains, Universitas Cokroaminoto Palopo, Sulawesi Selatan
[2] Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Cokroaminoto Palopo, Sulawesi Selatan
*E-mail: suaedi@uncp.ac.id

Terima draft: 1 Maret 2018; Terima draft revisi: 6 Mei 2018; Disetujui: 28 Mei 2018

Abstrak

Adsorpsi terhadap zat iodin menggunakan karbon aktif dari limbah serat sagu (*Metroxylon sago)*, dilakukan untuk mengetahui massa dan waktu kontak optimum yang dibutuhkan oleh karbon aktif untuk menyerap zat iodin. Karbon aktif yang digunakan adalah karbon yang telah diaktivasi dengan H_3PO_4 3% pada suhu 300ºC, kemudian dianalisis menggunakan *Surface Area Analyzer* (SAA) dan diperoleh luas permukaan 101,296 m^2/g. Penelitian ini menggunakan variasi massa adsorben 0,05 gram; 0,1 gram; 0,3 gram; 0,5 gram; dan 0,8 gram dengan waktu adsorpsi selama 15 menit dan variasi waktu kontak 0 menit, 5 menit, 10 menit, 20 menit, 30 menit, 50 menit, dan 60 menit. Hasil penelitian diperoleh massa optimum dicapai pada berat adsorben 0,1 gram dengan daya serap terhadap iodin sebesar 301,459 mg/g dan waktu optimum 30 menit dengan daya serap terhadap iodin 333,192 mg/g. Berdasarkan hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa karbon aktif dari limbah serat sagu mampu menyerap zat iodin secara signifikan dan mekanisme proses adsorpsi karbon aktif limbah serat sagu terhadap zat iodin cenderung mengikuti kedua persamaan linier Langmuir dan Freundlich.

Kata kunci: adsorpsi, iodine*,* karbon aktif, *Metroxylon sago*

Abstract

Adsorption of iodine substances using activated carbon from sago fiber waste (*Metroxylon sago*), is performed to find out the amount of mass and optimum contact time required by activated carbon to absorb iodine. The activated carbon used was carbon activated with 3% H_3PO_4 at 300^0C, then analyzed using Surface Area Analyzer (SAA) and obtained surface area of 101.296 m^2/g. This study used 0.05 gram adsorbent mass variation; 0.1 gram; 0.3 gram; 0.5 gram; and 0.8 gram with adsorption time for 15 minutes and contact time variation of 0 minutes, 5 minutes, 10 minutes, 20 minutes, 30 minutes, 50 minutes, and 60 minutes. The result showed that the optimum mass was achieved at 0.1 gram adsorbent weight with the absorption capacity of iodine 301.459 mg/g and the optimum time 30 min with absorbance to iodine 333.192 mg/g. It was concluded that activated carbon from sago fiber waste was able to absorb significant iodine substances and the activation process mechanism of activated carbon of sago fiber waste on iodine substance tended to follow both Langmuir and Freundlich linear equations.

Keywords: activated carbon, adsorption, iodine*, Metroxylon sago*

1. Pendahuluan

Limbah serat sagu merupakan limbah lignoselulosa yang kaya akan selulosa dan pati, sehingga dapat dimanfaatkan secara optimal sebagai sumber karbon. Limbah sagu berupa ampas mengandung sekitar 58,21% pati dan sisanya berupa serat kasar, protein kasar, lemak, dan abu (Kiat, 2006). Komposisi kimia limbah ampas sagu yaitu: selulosa (19,55%), residu lignin (20,67%), gula pentose (11,70%), ekstraktif (10,60%), dan kadar abu (6,94%).

Karbon aktif merupakan media yang sangat efektif dalam penyerapan zat terlarut dalam air baik organik maupun anorganik. Kelebihan menggunakan karbon aktif sebagai adsorben karena memiliki permukaan yang lebih luas, kemampuan adsorpsi yang besar, mudah diaplikasikan, dan biaya yang diperlukan relatif murah (Bansal dkk., 1988). Ampas sagu yang

merupakan limbah pengolahan dari tepung sagu belum dimanfaatkan secara optimal, apabila dibiarkan dapat menimbulkan pencemaran lingkungan berupa bau dan memicu peningkatan keasaman tanah (pH<4) (Syakir dkk., 2009).

Kandungan lignin, selulosa, dan hemiselulosa yang besar pada limbah serat sagu yaitu residu lignin sebesar 20,67%, selulosa 19,55%, dan sisanya merupakan zat ekstraktif dan abu, berpotensi sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif (Kiat, 2006). Dengan permukaan yang lebih luas dan ukuran pori yang besar memungkinkan terjadinya interaksi secara fisika. Interaksi ini dapat dimanfaatkan untuk mengadsorpsi zat iodin.

Penggunaan iodin di dunia kesehatan secara berlebihan banyak dilakukan di rumah sakit, terutama pada saat proses operasi sebagai obat dan antiseptik. Pada ruangan perawatan bedah luka, iodin digunakan setiap hari sebagai antiseptik saat proses penggantian perban pada luka pasien, sehingga dilingkungan rumah sakit sering ditemukan limbah cair yang mengandung senyawa iodin (Refinel dkk., 2011). Limbah cair yang mengandung senyawa iodin, jika tidak dikelola dengan baik sebelum dibuang kelingkungan akan menimbulkan bau dan menyebabkan kekeruhan pada air yang berada dilingkungan rumah sakit.

Adsorpsi menggunakan zat iodin banyak digunakan sebagai parameter untuk menentukan kapasitas adsorpsi karbon aktif dengan tujuan untuk mengetahui kemampuan arang aktif dalam menyerap larutan berwarna dan berbau dengan diameter pori lebih dari 10 Å (Pari dkk., 2009).

Penelitian Landiana dkk. (2016), dalam uji daya serap terhadap iodin dengan menggunakan karbon aktif dari kulit kemiri dan dikalsinasi dengan variasi suhu 200ºC, 250ºC, 300ºC, 350ºC, dan 400ºC. Hasil penelitian menunjukkan daya serap terhadap iodin optimal dicapai pada suhu 400ºC yaitu sebesar 3161,1916 mg/g, dan daya serap iodin yang diperoleh telah memenuhi standar SNI 06-3703-1995 yaitu minimal 750 mg/g.

Penelitian yang dilakukan Achmad (2011), pada pencirian karbon aktif kayu meranti merah yang diaktivasi pada suhu 800ºC dengan melakukan uji daya serap terhadap iodin. Bobot karbon aktif divariasikan dengan konsentrasi 0,15 gram; 0,30 gram; 0,60 gram; dan 1,20 gram dan variasi waktu kontak 3,75 menit; 7,50 menit; 15,00 menit; dan 30,00 menit. Dari hasil penelitian bobot optimum diperoleh pada konsentrasi 0,30 gram yaitu 1120,00 mg/g dan menurun pada konsentrasi 0,60 gram yaitu 980,00 mg/g, sedangkan waktu kontak optimum dicapai pada waktu 7,50 menit sebesar 1040,00 mg/g.

Penelitian Desi dkk. (2016), pembuatan arang aktif dari kulit buah karet (*Hevea brasilliensis*) yang diaktivasi dengan H_3PO_4 7% dengan variasi suhu karbonisasi 300 ºC, 400ºC, 500ºC, dan 600ºC. Dari hasil penelitian diperoleh bilangan iodin tertinggi yaitu 592,859 mg/g pada suhu 500ºC. Namun setelah mencapai suhu 600ºC terjadi penurunan daya serap yaitu 500,6268 mg/g, hal ini disebabkan ukuran pori yang melebar karena terjadi pengkikisan struktur karbon akibat suhu yang tinggi, sehingga pada proses adsorpsi molekul iodin yang relatif kecil mudah terlepas dari pori karbon aktif yang lebar.

Tujuan penelitian ini adalah: (1) Untuk mengetahui sifat permukaan karbon aktif dari limbah serat sagu, (2) Untuk mengetahui konsentrasi optimum karbon aktif dari limbah serat sagu untuk adsorpsi iodin, dan (3) Untuk mengetahui waktu kontak optimum adsorpsi karbon aktif dari limbah serat sagu terhadap zat iodin.

2. Metodologi

2.1 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan berupa karbon aktiv limbah serat sagu, gas nitrogen, larutan iodin, amilum, dan $Na_2S_2O_3$. Peralatan yang digunakan terdiri dari *Surface Area Analyzer* (SAA), furnace, kertas saring, pipet volum, dan erlenmeyer.

2.2. Rancangan Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimen dimana karbon aktif dari limbah serat sagu diuji dengan *Surface Area Analyzer* (SAA) dan digunakan untuk mengadsorpsi zat iodin yang bertujuan untuk mengetahui karakteristik serta konsentrasi optimum karbon aktif dan waktu kontak optimum adsorpsi. Penentuan luas permukaan, volume pori, dan distribusi pori didasarkan pada adsorpsi-desorpsi isoterm gas N_2. Adsorpsi yang terjadi termasuk jenis adsorpsi fisik dan merupakan jenis adsorpsi sistem gas padat.

Rancangan percobaan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap 1 faktor tanpa pengulangan. Perlakuan yang digunakan ada dua perlakuan yaitu variasi konsentrasi karbon aktif dan variasi waktu kontak. Perlakuan pertama pada penelitian ini menggunakan karbon aktif yang ditambah 25 mL iodin dengan rentang waktu adsorpsi selama 15 menit dengan putaran pengadukan 150 rpm dan variasi konsentrasi karbon aktif sebagai berikut: P0 (tanpa perlakuan), P1 (konsentrasi 0,05 gram), P2 (konsentrasi 0,1 gram), P3 (konsentrasi 0,3 gram), P4 (konsentrasi 0,5 gram), dan P5 (konsentrasi 0,8 gram).

Perlakuan yang kedua dalam penelitian ini menggunakan karbon aktif dari konsentrasi optimum yang ditambahkan iodin 25 mL pada putaran 150 rpm dengan variasi waktu kontak sebagai berikut: P0 (pengadukan 0 menit), P1 (pengadukan 5 menit), P2 (pengadukan 10 menit) P3 (pengadukan 20 menit), P4 (pengadukan 30 menit), P5 (pengadukan 50 menit), dan P6 (pengadukan 60 menit). Penentuan jumlah iodin yang dapat diadsorpsi oleh karbon aktif dihitung berdasarkan pengukuran konsentrasi iodin sisa menggunakan metode titrasi.

2.3. Tahap Pengujian

Variasi konsentrasi adsorben

Memipet 25 mL larutan iodin 0,1 N sebanyak 25 mL dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL dan ditambahkan karbon aktif dengan variasi 0 gram; 0,05 gram; 0,1 gram; 0,3 gram; 0,5 gram; dan 0,8 gram, kemudian ditutup dan dilakukan pengadukan menggunakan *hot plate magnetic stirrer* dengan kecepatan 150 rpm selama 15 menit, lalu disaring. Selanjutnya memipet filtrat 10 mL kedalam erlenmeyer dan dititrasi dengan $Na_2S_2O_3$ 0,1 N sampai warna kuning muda dan ditetesi amilum 1%, kemudian dititrasi kembali sampai warna biru tepat hilang (Achmad, 2011).

Variasi waktu kontak

Proses penentuan waktu kontak optimum yang dibutuhkan oleh karbon aktif untuk adsorpsi zat iodin dilakukan dengan menggunakan konsentrasi optimum yang telah diuji sebelumnya. Sampel kemudian diuji dengan proses yang sama pada adsorpsi variasi konsentrasi adsorben dengan variasi waktu kontak.

Menimbang konsentrasi optimum adsorben dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditambahkan 25 mL larutan iodin, kemudian dilakukan pengadukan dengan *hot plate magnetic stirrer* pada kecepatan 150 rpm dengan variasi waktu kontak 0 menit, 5 menit, 10 menit, 20 menit, 30 menit, 50 menit, dan 60 menit. Setelah proses pengadukan, sampel disaring dan dipipet 10 ml, kemudian dititrasi dengan $Na_2S_2O_3$ 0,1 N sampai warna kuning muda. Menambahkan beberapa tetes amilum 1% dan dititrasi kembali sampai warna biru tepat hilang (Achmad, 2011).

2.4. Analisis Data

Penentuan konsentrasi dan waktu kontak optimum berdasarkan SNI 06-3730-1995. Jumlah zat iodin yang diadsorpsi dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Qi = \frac{\left(A - \left(\frac{B.C}{D}\right)\right).12{,}693.Pf}{a} \quad (1)$$

Keterangan:
A : volume Iodin (ml)
Qi : daya jerap iodin (I_2) (mg/g)
B : volume larutan natrium Tiosulfat ($Na_2S_2O_3$) (mL)
C : normalitas natrium Tiosulfat ($Na_2S_2O_3$) (N)
D : normalitas iodin (I_2) (N)
Pf : faktor pengenceran (mL)
a : berat contoh (g)
12,693 : jumlah iodin yang sesuai dengan 1 mL larutan $Na_2S_2O_3$ 0,1 N

Penentuan isoterm dapat dihitung dari persamaan Langmuir atau dengan persamaan Freundlich. Model persaman Langmuir yaitu:

$$\frac{C}{m} = \frac{1}{bK} + \frac{C}{b} \quad (2)$$

Keterangan:
C : konsentrasi saat kesetimbangan (mg/L)
K : konstanta Langmuir
b : kapasitas adsorpsi saat terjadi kejenuhan (mg/g)
m : jumlah yang diadsorpsi adsorben saat kesetimbangan (mg/g)

Model persamaan Freundlich yaitu:

$$\log \frac{x}{m} = \log K_f + \frac{1}{n} \log C_e \quad (3)$$

Keterangan:
K_f : konstanta Freundlich
x/m : banyaknya zat yang terserap per satuan berat adsorben (mg/g)
Ce : konsentrasi adsorbat pada saat kesetimbangan (mg/L)

n : kapasitas adsorpsi maksimum (mg/g)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Titrasi Iodin

Adsorpsi karbon aktif terhadap iodin dilakukan dengan variasi konsentrasi karbon aktif yang digunakan sebagai adsorben dengan tujuan untuk mengetahui berapa konsentrasi optimum dari karbon aktif yang dibutuhkan untuk adsorpsi zat iodin. Hasil titrasi filtrat iodin dapat dilihat pada Gambar 1.

Larutan pada Gambar 1(a) adalah larutan iodin yang telah diadsorpsi dengan karbon aktif, kelebihan ion iodida dititrasi dengan natrium tiosulfat ($Na_2S_2O_3$), dan berubah menjadi warna kuning pucat karena iodin teroksidasi oleh zat reduktor ($Na_2S_2O_3$) yang terlihat pada Gambar 1(b), dan pada Gambar 1(c) iodin membentuk kompleks berwarna biru yang menunjukkan titik ekivalen sudah tercapai (Haryadi, 1990).

(a) (b) (c)

Gambar 1. Hasil titrasi iodin dengan natrium tiosulfat

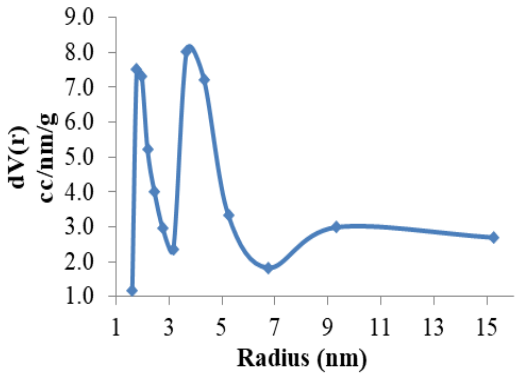
3.2. Hasil Uji *Surface Area Analyzer* (SAA)

Daya adsorpsi karbon aktif dapat dilihat dari besaran angka iodin yang diperoleh, semakin besar nilai angka iodin maka semakin besar pula daya adsorpsi dari adsorben tersebut (Tabel 1). Proses adsorpsi dengan menggunakan iodin, digunakan sebagai indikasi untuk menentukan kemampuan adsorpsi dari karbon aktif, dan kemampuan adsorpsi sangat dipengaruhi oleh luas permukaan dan ukuran pori dari karbon aktif (Gambar 2).

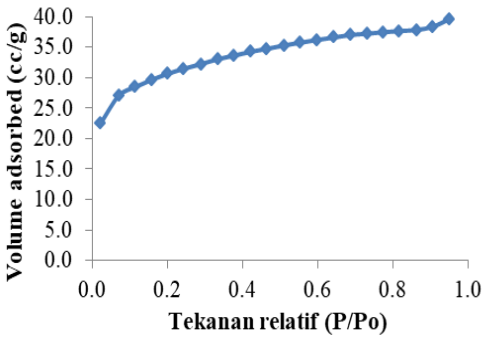
Karbon dari limbah serat sagu yang telah diaktivasi dengan H_3PO_4, menunjukkan bahwa luas permukaan karbon aktif dari limbah serat sagu yaitu 101,296 m^2/g dengan total volume pori 6,1379 cc/g dan rata-rata diameter pori 1,2119 nm. Menurut Hu dkk. (2009), bahwa karbon aktif sebagai adsorben memiliki porositas tinggi dan luas permukaan yang besar. Luas permukaan karbon aktif berkisar antara 300-2000 m^2/g dan volume pori <30 $cm^3/100$ gram.

Berdasarkan penelitian Melania dan Maria (2012), karbon aktif dari bambu yang diaktivasi dengan H_3PO_4 dengan suhu 700ºC, hasil *Surface Area Analyzer* (SAA) diperoleh luas permukaan 760,60 m^2/g dengan daya serap terhadap iodin 802,60 mg/g. Luas permukaan yang diperoleh dari karbon aktif, akan mempengaruhi kemampuan adsorpsi terhadap adsorbat.

Berdasarkan hasil ukuran pori yang diperoleh dari *Surface Area Analyzer* (SAA), ukuran rata-rata jari-jari pori karbon aktif menunjukkan ukuran pori yang besar yaitu 1,2119 nm (12,119 Å), sehingga untuk digunakan sebagai adsorben iodin yang memiliki jari-jari lebih kecil yaitu 1,4 Å (0,14 nm) menyebabkan iodin mudah terlepas kembali atau terdesorpsi. Menurut Dewi (2015), karbon aktif yang memiliki ukuran jari-jari pori terlalu besar, maka resiko terjadinya desorpsi akan semakin besar sehingga daya serapnya kecil.



Gambar 2. Grafik distribusi ukuran pori



Gambar 3. Grafik isoterm adsorpsi-desorpsi karbon aktif

Berdasarkan isoterm dari karbon aktif limbah serat sagu yang ditunjukkan pada

Tabel 1. Nilai bilangan iodin variasi konsentrasi karbon aktif

Perlakuan	Massa adsorben (gram)	V iodin (mL)	Waktu kontak (menit)	Pengadukan (rpm)	Daya serap iodin (mg/g)
P0	0	10	0	0	11,107
P1	0,050	10	15	150	285,593
P2	0,100	10	15	150	301,459
P3	0,302	10	15	150	178,627
P4	0,500	10	15	150	85,678
P5	0,800	10	15	150	61,482

Gambar 3 menunjukkan satu lapisan (monolayer). Dimana jumlah adsorbat meningkat relatif cepat, semakin besar tekanannya maka semakin meningkat jumlah adsorbatnya, tetapi ketika permukaan telah tertutupi oleh molekul adsorbat maka jumlah adsorbatnya menjadi lambat.

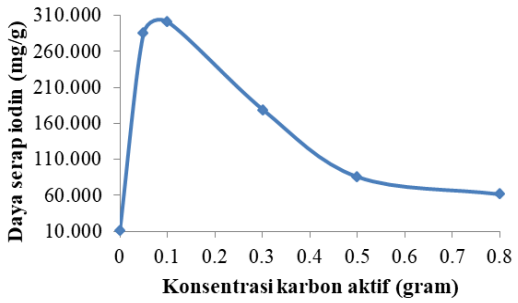
Menurut Marsh dan Reinos (2006), pada karbon aktif terdapat 3 ukuran pori, yaitu mikropori (<2 nm), mesopori (2 nm-50 nm), dan makropori (>50 nm). Berdasarkan distribusi pori dari hasil uji SAA pada Gambar 2 pori paling banyak diperoleh pada 3,66394 nm yaitu 8,032766 cc/nm/g dan 1,77781 nm yaitu 7,505928 cc/nm/g, kemudian 4,31693 nm yaitu 7,22745 cc/nm/g.

3.3. Hasil Adsorpsi Karbon Aktif dengan Variasi Konsentrasi Adsorben

Uji daya serap terhadap iodin dilakukan dengan variasi jumlah karbon aktif untuk menentukan konsentrasi campuran larutan iodin dengan karbon aktif yang terbaik, yang ditentukan berdasarkan kapasitas adsorpsi iodin optimum pada rentang waktu 15 menit pada setiap konsentrasi. Data daya serap karbon aktif berdasarkan jumlah karbon aktif disajikan dalam Tabel 1.

Dari hasil uji variasi konsentrasi karbon aktif, konsentrasi optimum diperoleh pada konsentrasi 0,1 gram dengan daya serap bilangan iodin 301,459 mg/g yang terlihat pada kurva puncak tertinggi dan menurun daya adsorpsinya pada konsentrasi 0,3 gram yaitu 178,627 mg/g karena sudah tercapai titik optimum. Penurunan daya serap ini disebabkan aglomerasi arang aktif membentuk partikel yang lebih besar sehingga memperkecil luas permukaan spesifik dari karbon aktif (Achmad, 2011).

Berdasarkan variasi dari konsentrasi karbon aktif, terlihat ketika konsentrasi adsorben meningkat, daya serap terhadap iodin semakin menurun yang merujuk pada angka bilangan iodin yang menurun. Hal ini ditunjukkan dalam Gambar 5 bahwa kenaikan efisiensi penyerapan terjadi seiring bertambahnya konsentrasi karbon aktif yang digunakan.



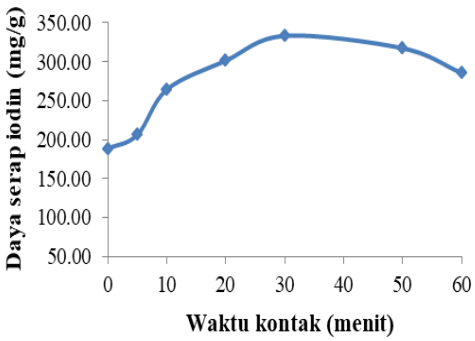
Gambar 5. Konsentrasi optimum karbon aktif berdasarkan daya adsorpsi iodin

3.3. Hasil Adsorpsi Karbon Aktif dengan Variasi Waktu Kontak

Penentuan waktu optimum dilakukan dengan variasi waktu kontak agar diperoleh waktu optimum yang dibutuhkan oleh karbon aktif untuk menyerap iodin. Penentuan waktu kontak yang dibutuhkan dilakukan dengan mengkontakkan konsentrasi optimum karbon aktif yang diperoleh dari percobaan sebelumnya yaitu 0,1 gram dengan variasi waktu kontak 0 menit, 5 menit, 10 menit, 30 menit, 50 menit, dan 60 menit. Data hasil adsorpsi disajikan pada Tabel 2. Hasil yang diperoleh kemudian dibuat grafik hubungan antara waktu kontak (menit) dengan daya serap iodin seperti disajikan pada Gambar 6. Hasil uji variasi waktu kontak pada Gambar 5 terlihat dari kurvanya, terjadi peningkatan secara signifikan dan meningkat drastis pada

Tabel 2. Nilai bilangan iodin variasi waktu kontak

Waktu kontak (menit)	Massa adsorben (gram)	V iodin (mL)	Pengadukan (rpm)	Daya serap iodin (mg/g)
0	0,101	10	0	188,518
5	0,100	10	150	206,262
10	0,102	10	150	264,438
20	0,100	10	150	301,459
30	0,100	10	150	333,192
50	0,100	10	150	317,325
60	0,100	10	150	285,593



Gambar 6. Waktu optimum berdasarkan daya adsorpsi iodin

pengadukan 30 menit yang ditandai dengan puncak tertinggi dengan daya serap iodin diperoleh yaitu 333,192 mg/g. Semakin meningkat waktu kontak yang digunakan, jumlah adsorbat yang terserap pada permukaan adsorben semakin meningkat pula hingga tercapai titik optimum.

Kondisi yang diperoleh adalah terjadi penurunan daya adsorpsi setelah tercapai titik optimum. Kondisi ini disebabkan karena pada awal adsorpsi pori-pori karbon aktif masih terbebas dari partikel adsorbat dan terjadi proses desorpsi oleh adsorbat terhadap adsorben sehingga pori-pori adsorben tertutupi oleh pori-pori adsorbat serta jumlah partikel karbon aktif yang tersedia tidak cukup lagi untuk menyerap iodin, sehingga ketika waktu kontaknya bertambah menyebabkan kemampuan adsorpsi menurun.

Menurut SNI 06-3730-1995, standar kualitas daya serap karbon aktif terhadap iodin yaitu minimal 750 mg/g, dari hasil uji karbon aktif dari limbah serat sagu daya serap terhadap iodin tertinggi yang diperoleh yaitu 333,192 mg/g. Hasil ini didukung oleh luas permukaan dari uji *Surface Area Analyzer* (SAA) yaitu 101,296 m^2/g.

Suhu karbonisasi dan suhu aktivasi mempunyai pengaruh yang signifikan pada pembentukan pori karbon aktif. Pada proses kalsinasi mengakibatkan semakin banyaknya pengotor yang terlepas pada permukaan karbon aktif seiring dengan peningkatan suhu. Zat pengotor yang mulanya terdapat pada bagian pori dan menutupi pori ikut terlepas dan teruapkan sehingga memperluas karbon aktif. Semakin besar luas permukaan dari karbon aktif maka semakin besar kemampuan adsorpsinya (Hu dkk., 2009).

Menurut Wang dkk. (2010), semakin tinggi suhu dan waktu aktivasi maka semakin tinggi bilangan iodinnya karena makin banyak permukaan karbon yang teraktivasi. Karbon aktif yang digunakan pada penelitian ini, selain karena faktor preparasi awal sampel diduga karbon aktifnya menyerap uap air, sehingga kemampuan adsorpsinya menurun. Berdasarkan hasil uji daya adsorpsi terhadap iodin, karbon aktif mampu menurunkan kadar iodin secara signifikan, dan karbon aktif yang diperoleh dari limbah serat sagu ini dapat dimanfaatkan sebagai karbon hitam bahan baku pembuatan tinta.

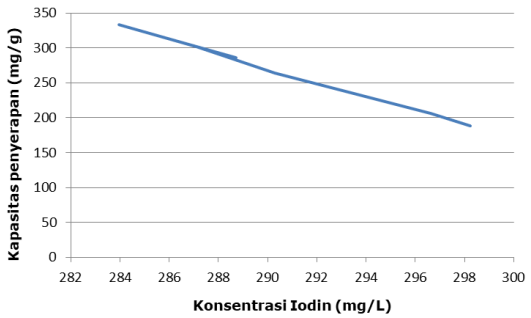
3.4. Kapasitas Adsorpsi Karbon Aktif

Kapasitas adsorpsi karbon aktif dalam menyerap iodin dapat ditentukan dari data efektifitas adsorpsi sebagai fungsi konsentrasi. Data yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 3. Hubungan antara kapasitas adsorpsi dengan konsentrasi iodin dalam kesetimbangan dapat dilihat dalam grafik hubungan antara x/m (kapasitas adsorpsi) dengan C_e. Grafik hubungan kapasitas

adsorpsi dengan konsentrasi iodin ditunjukkan pada Gambar 7.

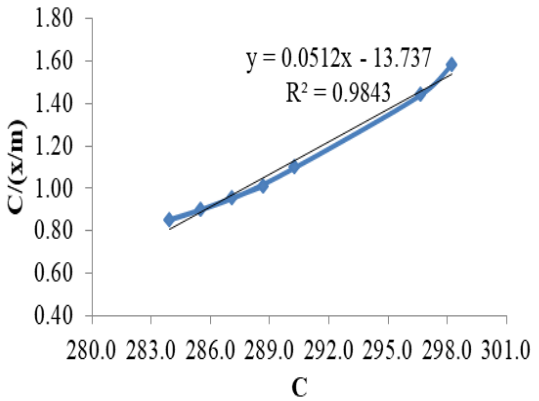
Tabel 3. Kapasitas adsorpsi karbon aktif terhadap variasi konsentrasi iodin

Waktu (menit)	x/m (mg/g)	C (mg/L)	Log x/m	Log C
0	188,518	298,227	2,2754	2,4745
5	206,262	296,640	2,3144	2,4722
10	264,438	290,295	2,4223	2,4628
20	301,459	287,122	2,4792	2,4581
30	333,192	283,947	2,5227	2,4532
50	317,325	285,535	2,5015	2,4557
60	285,593	288,707	2,4557	2,4605



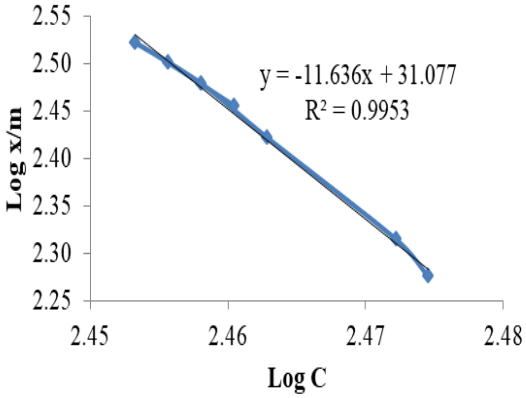
Gambar 7. Kapasitas adsorpsi karbon aktif terhadap konsentrasi iodin

Isoterm adsorpsi Langmuir dilakukan dengan cara membuat grafik hubungan C/(x/m) terhadap C, sedangkan adsorpsi Freundlich dilakukan dengan membuat grafik hubungan log (x/m) terhadap log C. Isoterm adsorpsi iodin dapat dilihat pada Gambar 8 dan Gambar 9. Hasil analisis dari variasi waktu kontak, data yang diperoleh diinterpolasi kedalam persamaan Langmuir dan Freundlich.



Gambar 8. Isoterm Langmuir waktu optimum

Isoterm Langmuir diperoleh persamaan y=0,051x-13,73 dengan nilai R^2=0,984 dan isoterm Freundlich y=11,63x-31,07 dengan nilai R^2=0,995. Dari pengujian kedua persamaan ini, model Langmuir dan Freundlich dibuktikan dengan grafik linierisasi yang membentuk garis lurus dan keduanya mempunyai harga koefisien determinasi $R^2 \geq 0,9$ (mendekati angka 1). Hal ini menunjukkan bahwa persamaan Langmuir dan Freundlich dapat diterapkan pada proses adsorpsi iodin oleh karbon aktif dengan kapasitas penyerapan maksimum yang diperoleh yaitu 333,192 mg/g.



Gambar 9. Isoterm Freundlich waktu optimum

Mekanisme penyerapan isoterm Freundlich, dimana terjadi ikatan antara molekul adsorbat dengan permukaan adsorben terjadi secara fisisorpsi yang artinya gaya pengikatan pada permukaan merupakan gaya *Van Der Waals*, dimana terbentuk lapisan adsorpsi kedua dan seterusnya diatas adsorbat, gejala ini disebut multilayer (Pari, 1995). Mekanisme penyerapan isoterm Langmuir, terjadi ikatan antara adsorbat dengan adsorben secara kemisorpsi, dan hanya terjadi perpindahan adsorbat dari fasa larutan ke permukaan adsorben pada lapisan tunggal yang dikenal sebagai adsorpsi monolayer (Oscik, 1982).

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil uji luas permukaan dan adsorpsi terhadap iodin oleh karbon aktif dari limbah serat sagu dapat ditarik kesimpulan:

1. Luas permukaan karbon aktif dari limbah serat sagu yaitu 101,296 m^2/g.
2. Daya serap terhadap iodin dengan variasi konsentrasi adsorben diperoleh konsentrasi optimum yaitu 0,101gr dengan daya serap terhadap iodin 301,459 mg/g.
3. Daya serap terhadap iodin dengan variasi waktu kontak diperoleh waktu optimum

pada 30 menit dengan daya serap iodin 333,192 mg/g.

Daftar Pustaka

Achmad, A. (2011) Pembuatan, pencirian, dan uji daya adsorpsi arang aktif dari kayu meranti merah (*Shorea sp.)*, *Tesis*, Institut Pertanian Bogor.

Bansal, C. R., Donnet, J.B., Stoecli, F. (1988) *Active carbon*, Marcel Dekker, New York.

Desi., Suharman, A., Vinsiah, R. (2016) Pengaruh variasi suhu karbonisasi terhadap daya serap karbon aktif cangkang kulit buah karet (*Hevea brasilliensis*), *Prosiding SEMIRATA bidang MIPA BKS-PTN Barat*, Pontianak, 7 Maret 2016, 294 – 303.

Dewi, M. S. (2015) Pemanfaatan arang kulit pisang raja teraktivasi H_2SO_4 untuk menurunkan kadar ion Pb^{2+} dalam larutan*, Tesis,* Universitas Negeri Semarang.

Haryadi, W. (1990) *Ilmu Kimia Analitik Dasar*, Gramedia, Jakarta.

Hu, C., Zhou, J., He, S., Luo, Z., Cen, K. (2009) Effect of chemical activation of an activated carbon using zinc chloride on elementel mercury adsorption, *Fuel Processing Technology,* 90, 812 – 817.

Kiat, L.j. (2006) Preparation and characterization of carboxymethyl sago waste and it's hydrogen, *Thesis*, University Putra Malaysia.

Landiana, E. L., Masturi, Ian, Y. (2016) Pengaruh suhu aktivasi terhadap daya serap karbon aktif kulit kemiri, *Prosiding Seminar Nasional Fisika,* Jakarta, Oktober 2016, 135 – 140.

Marsh, H., Reinos, F. R. (2006) *Activated carbon*, Elsevier Science & Technology Books, Ukraina.

Melania, Maria, A. (2012) Produksi karbon aktif dengan aktivasi menggunakan kalium hidroksida, *Skripsi*, Universitas Indonesia.

Oscik, J. (1982) *Adsorption*, John Wiley & Sons, New York.

Pari, G. (1995) Pembuatan dan karakterisasi arang aktif dari kayu dan batubara. Tesis, *Institut Teknologi Bandung*.

Pari, G., Widayati, D. T., Yoshida, M. (2009) Mutu arang aktif dari serbuk gergaji kayu, *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 27(4).

Refinel, Kahar, Z., Sukmawati (2011) Transpor iodin melalui membran kloroform dengan teknik membran cair fasa ruah, *Jurnal Kimia,* 5(1), 53 – 59.

SNI 06-3730-1995. (1995) *Arang Aktif Teknis*, Dewan Standarisasi Nasional, Jakarta.

Syakir, M., Bintoro, M.H., Agusta, H. (2009) Pengaruh ampas sagu dan kompos terhadap produktivitas lada perdu, *Jurnal Littri*, 15, 168 – 173.

Wang, J., Fu-An., Meng, W., Ning, Q., Yao, L., Shui-Qui, F., Xiang, J. (2010) Preparation of activated carbon from a renewable agricultural residu of pruning mulberry shoot, *African Journal of Biotechnology*, 9(19), 2762 – 2767.