

Kajian Karakteristik Adsorben Arang Aktif Berdasarkan Bilangan Iod Menggunakan Perhitungan ANOVA

Resti Banelamo¹, Anggia Dwina Murti², Vibianti Dwi Pratiwi³

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional
Jl. PH.H. Mustofa No.23, Neglasari, Cibeunying Kaler, Kota Bandung, Jawa Barat
40124

Email: restibanelamo@gmail.com

Received | Revised | Accepted DD MM YYYY

ABSTRAK

Karbon aktif merupakan senyawa amorf yang dihasilkan dari bahan yang mengandung karbon. Beberapa bahan baku yang dapat dikembangkan sebagai arang aktif adalah sekam padi, tongkol jagung, limbah pertanian, mahkota nanas, kulit durian, kulit singkong, dan cangkang buah karet. Adapun tujuan pada penelitian ini adalah mengetahui pengaruh aktivator kimia asam (HCl dan H₃PO₄) terhadap daya serap Iod pada adsorben biomassa, mengetahui pengaruh aktivator kimia basa (NaOH dan KOH) terhadap daya serap Iod pada adsorben biomassa, dan mengetahui kemampuan daya serap arang aktif dari beberapa biomassa. Penelitian ini menggunakan beberapa campuran limbah dari berbagai pertanian yang terdiri dari tiga tahapan yaitu tahap pertama pembuatan karbon dari limbah pertanian, tahap kedua aktivasi karbon menggunakan aktivasi kimia asam dan basa, tahap ketiga mencari daya serap Iod dari setiap adsorben yang dihasilkan yang selanjutnya dianalisis menggunakan ANOVA. Pada penentuan bilangan iodium dengan menggunakan aktivator asam tidak berpengaruh sedangkan untuk biomassa terdapat pengaruh pada ketelitian 95%. Pada penentuan bilangan iodium dengan menggunakan aktivator basa tidak berpengaruh terhadap bilangan iod sedangkan untuk biomassa yang digunakan terdapat pengaruh pada ketelitian 90%.

Kata Kunci : Adsorben, Adsorpsi, Karbon aktif, Bilangan Iod, Limbah cair

ABSTRACT

Activated carbon is an amorphous compound produced from materials containing carbon. Some of the raw materials that can be developed as activated charcoal are rice husks, corn cobs, agricultural waste, pineapple crowns, durian skin, cassava peel, and rubber fruit shells. The aims of this study were to determine the effect of acid chemical activator (HCl and H₃PO₄) on the absorption of Iodine on biomass adsorbents, to determine the effect of alkaline chemical activator (NaOH and KOH) on the absorption of Iodine in biomass adsorbents, and to determine the absorption capacity of activated charcoal from some biomass. This study uses several mixtures of waste from various agriculture which consists of three stages, namely the first stage of carbon production from agricultural waste, the second stage of carbon activation using acid and alkaline chemical activation, the third stage of finding the Iod absorption capacity of each adsorbent produced which is then analyzed using ANOVA. . The determination of the iodine number by using an acid activator has no effect, while for biomass there is an effect on 95% accuracy. In determining the iodine number by using an alkaline activator, it has no effect on the iodine number, while for the biomass used, there is an effect on the accuracy of 90%.

Keywords: Adsorbent, Adsorption, Active carbon, Iodine Number, Liquid waste

1. PENDAHULUAN

Adsorpsi merupakan suatu peristiwa terjadinya kontak antara partikel padatan dengan cairan pada kondisi tertentu dan proses berlangsung pada dinding pori atau pada letak tertentu di dalam partikel. Oleh karena itu, pori-pori biasanya sangat kecil sehingga luas permukaan dalam menjadi lebih besar daripada permukaan luar (Brown, G.G 1950 dalam Unangalim, A. 2012). Faktor yang mempengaruhi adsorpsi yaitu waktu kontak, luas permukaan, kelarutan adsorbat, pH, dan suhu. Pada proses adsorpsi dibutuhkan adsorben dimana Adsorben merupakan bahan yang berpori dan proses adsorpsi berlangsung pada dinding pori dalam partikel. Ukuran pori adsorben biasanya sangat kecil maka luas permukaan dalamnya menjadi beberapa kali lebih luas dari permukaan luar. Adsorben yang telah jenuh dapat diregenerasi agar dapat digunakan kembali untuk proses adsorpsi. Keberlangsungan proses adsorpsi sangat dipengaruhi oleh waktu. Ada beberapa jenis adsorben yang dapat digunakan salah satunya adalah karbon aktif.

Karbon aktif merupakan senyawa amorf yang dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon yang diperlukan secara khusus untuk mendapatkan daya adsorpsi yang tinggi. Karbon aktif dapat mengadsorpsi gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu, tergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan. Daya serap karbon aktif sangat besar, yaitu 25-100% terhadap berat karbon aktif (Darmawan, S. 2008). Sifat adsorpsi karbon aktif bergantung pada porositas permukaannya. Pembuatan karbon aktif dengan bahan baku utama bahan organik yang memiliki kandungan karbon yang cukup tinggi. Karbon aktif secara umum dipergunakan menjadi adsorben untuk menghilangkan zat warna, rasa serta bau. Tahapan pembuatan karbon aktif yaitu dengan dehidrasi untuk mengurangi air yang terdapat dalam karbon aktif. Selanjutnya pirolisis yang bertujuan untuk memperkecil bentuk molekul. Proses pirolisis berlangsung tanpa adanya udara atau oksigen bebas karena dapat mempengaruhi kualitas produk, yield, dan keamanan. Lalu ada karbonisasi proses pemanasan pada suhu tertentu menggunakan bahan organik dengan jumlah oksigen yang sangat terbatas, pada umumnya dilakukan didalam furnace. Bahan padat yang tertinggal setelah proses karbonisasi biasa disebut karbon berbentuk arang dengan area permukaan yang kecil. Pada proses karbonisasi kecepatan kenaikan temperatur, tingginya suhu akhir, dan lamanya waktu karbonisasi harus dikontrol agar diperoleh karbon aktif dengan kualitas baik. Pada tahap karbonisasi masih memperoleh karbon dengan struktur pori yang lemah. Maka dari itu arang masih perlu perbaikan struktur porinya dengan proses aktivasi. Aktivasi merupakan suatu perubahan fisika yang terjadi dimana jumlah pori pada permukaan karbon aktif menjadi lebih banyak karena hidrokarbon yang terkandung dalam karbon tersingkirkan. Faktor yang mempengaruhi aktivasi yaitu waktu perendaman, konsentrasi aktivator, dan ukuran bahan.

Pada percobaan yang dilakukan karbon aktif yang digunakan berasal dari limbah sekam padi, tongkol jagung, limbah pertanian, mahkota nanas, kulit durian, kulit singkong, dan cangkang buah karet. Limbah yang digunakan dilakukan aktivasi bertujuan untuk memperbesar pori dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul-molekul permukaan sehingga arang mengalami perubahan sifat, baik fisika maupun kimia, sehingga luas permukaannya bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi (Sembiring., M, Sinaga., T. 2003). Dengan menggunakan aktivator kimia asam H_3PO_4 , HCl dan aktivator kimia basa KOH dan NaOH. Setelah dilakukan aktivasi dengan menggunakan aktivator kimia asam dan basa akan menghasilkan Bilangan Iodium yang menunjukkan kemampuan karbon aktif dalam mengadsorpsi zat yang mempunyai berat molekul rendah atau banyaknya milligram

Kajian Karakteristik Adsorben Arang Aktif Berdasarkan Bilangan Iod Menggunakan Perhitungan ANOVA

iod yang teradsorpsi per gram karbon. Bilangan Iod dibutuhkan dalam pengukuran terhadap kapasitas karbon aktif untuk mengadsorpsi zat lain. Setelah mendapatkan bilangan iodium dilakukan analisis menggunakan perhitungan ANOVA yang merupakan metode untuk menguji hubungan antara satu variabel atau lebih. Pada percobaan dilakukan perhitungan ANOVA two way tanpa interaksi untuk mengetahui pengaruh aktivator kimia asam dan basa terhadap daya serap Iod pada adsorben biomassa dan mengetahui kemampuan daya serap arang aktif dari beberapa biomassa.

2. METODOLOGI

2.1 Pendekatan

Pada Penelitian ini dilakukan berdasarkan prosedur dari beberapa mengenai pembuatan adsorben arang aktif dari biomassa sekam padi, tongkol jagung, limbah pertanian, mahkota nanas, kulit durian, kulit singkong, dan cangkang buah karet. Dari data dilakukan tiga tahap dimana tahap pertama pembuatan karbon dari biomassa dengan proses pemanasan untuk mengurangi kadar air, tahap kedua mengaktivasi karbon menggunakan aktivator kimia asam dan basa, selanjutnya tahap ketiga mencari daya serap iodium dari setiap arang aktif yang selanjutnya akan dianalisis menggunakan perhitungan ANOVA. Data yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 2.1 dan tabel 2.2.

Tabel 2.1 Data Pengamatan Aktivator Kimia Asam

Biomassa	Konsentrasi	Bilangan Iod (mg/g)		Literatur
		HCl	H ₃ PO ₄	
Sekam Padi	4 N	219,1200	207,3100	Danarto dan Samun. 2008
Tongkol Jagung	4 N	182,3466	199,9200	Alfiany Herlin, dkk. 2013
Campuran Limbah Pertanian	4 N	817,6000	932,4000	Eko, Fery, Mulyati, Tri Ana. 2017
Mahkota Nanas	4 N	832,5296	494,9100	

Tabel 2.2 Data Pengamatan Aktivator Kimia Basa

Bahan Baku	Konsentrasi Asam	Bilangan Iod (mg/g)		Literatur
		NaOH	KOH	
Kulit Durian	0,05 N dan 0,9 N	774,1510	840,0000	Jevon Aristo, dkk. 2018
Kulit Singkong	0,1 N dan 0,5 N	1485,1000	1217,1307	Utomo, Suratmin. 2014
Cangkang Buah Karet	0,1 N dan 0,5 N	846,0700	569,3900	Anggi, Holiyah, Jasmansyah. 2018

2.2 Hipotesis Awal

Hipotesis awal pada percobaan yang dilakukan yaitu pada aktivator asam tidak adanya perbedaan aktivator HCl, H₃PO₄, yang digunakan terhadap biomassa sekam padi, tongkol jagung, limbah pertanian, dan mahkota nanas dan tidak ada perbedaan karakteristik biomassa sekam padi, tongkol jagung, limbah pertanian, dan mahkota nanas terhadap daya serap karbon aktif. Sedangkan untuk aktivator basa tidak adanya perbedaan aktivator NaOH, KOH,

yang digunakan terhadap biomassa kulit durian, kulit singkong, dan cangkang buah karet dan tidak ada perbedaan karakteristik biomassa sekam kulit durian, kulit singkong, dan cangkang buah karet terhadap daya serap karbon aktif.

2.3 Prosedur Penelitian

Penelitian yang digunakan dianalisis menggunakan ANOVA, dengan menganalisis seperti pada tabel 2.3 berikut:

Sumber Variasi (SV)	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat (JK)	Rata-rata Kuadrat	F_{Hitung}
Kolom	$k - 1$	JKK	JKK/db	$RJKK/RJKE$
Baris	$b - 1$	JKB	JKB/db	$RJKB/RJKE$
Galat	$(k - 1)(b - 1)$	JKE	JKE/db	-
Total	$kb-1$	JKT	-	-

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengaruh Aktivator Kimia Asam dan Biomasa terhadap Daya Serap Iod

Data sekunder diambil dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Fery dan Triana pada tahun 2017. Daya serap iodium ditetapkan dengan tujuan untuk menunjukkan kemampuan arang aktif dalam menyerap adsorbat dan merupakan parameter utama dalam menentukan kualitas arang aktif. Hasil perhitungan nilai f untuk data sekunder pengaruh aktivator kimia asam (HCl dan H₃PO₄) dan biomassa (sekam padi, tongkol jagung, limbah pertanian, dan mahkota nanas) terhadap bilangan iod dan perbandingannya dengan nilai f-tabel disajikan pada tabel 3.1 Pada tabel ini, ditunjukkan aktivator kimia asam dan biomasa. Hipotesis (H₀) yang digunakan adalah tidak adanya perbedaan aktivator kimia asam yang digunakan pada biomassa dan karakteristik biomassa terhadap daya serap adsorben. Apabila F hitung lebih besar dari F tabel (95%) maka H₀ ditolak dan apabila apabila F hitung lebih kecil dari Ftabel (95%) maka H₀ diterima.

Tabel 3.1 Hasil Perhitungan F Hitung dan F Tabel Pada Aktivator Asam

Variabel	F hitung	F tabel (95%)	Analisa
Biomassa	11,8880	9,2766	Ada perbedaan
Aktivator	0,3050	10,1280	Tdk ada perbedaan

Dari hasil percobaan didapatkan adanya perbedaan karakteristik pada biomassa yang digunakan, hal ini dikarenakan kandungan kimia karbon pada setiap biomassa berbeda.

Kajian Karakteristik Adsorben Arang Aktif Berdasarkan Bilangan Iod Menggunakan Perhitungan ANOVA

Dimana biomassa yang mengandung karbon lebih banyak akan menghasilkan karbon aktif yang lebih baik untuk dijadikan adsorben. Sedangkan pada aktivator kimia asam yang digunakan tidak ada perbedaan terhadap bilangan iod. Hal ini menunjukkan bahwa aktivator kimia yang digunakan dapat menyerap dengan baik ke dalam arang dan membuka permukaan yang mula-mula tertutup oleh komponen kimia sehingga luas permukaan yang aktif bertambah besar. Didapatkan pula regresi dari data yang digunakan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Bilangan Iod} = & 485,8 + 380,2 \text{ Bahan Baku Limbah Pertanian} \\ & + 178,0 \text{ Bahan Baku Mahkota Nanas} - 272,6 \text{ Bahan Baku Sekam Padi} \\ & - 294,6 \text{ Bahan Baku Tongkol Jagung} - 27,1 \text{ Senyawa } H_3PO_4 \\ & + 27,1 \text{ Senyawa HCl} \end{aligned}$$

3.2 Pengaruh Aktivator Kimia Basa dan Biomasa terhadap Daya Serap Iod

Data sekunder diambil dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Suratmin Utomo pada tahun 2014 (Utomo, Suratmin. 2014). Daya serap iodium ditetapkan dengan tujuan untuk menunjukkan kemampuan arang aktif dalam menyerap adsorbat dan merupakan parameter utama dalam menentukan kualitas arang aktif. Besarnya daya serap arang aktif terhadap iodium menggambarkan semakin banyaknya struktur mikropori yang terbentuk. Hasil perhitungan nilai f untuk data sekunder pengaruh aktivator kimia basa (NaOH dan KOH) dan biomassa (kulit durian, kulit singkong, dan cangkang buah karet) terhadap bilangan iod dan perbandingannya dengan nilai f-tabel disajikan pada tabel 3.2. Pada tabel ini, ditunjukkan aktivator kimia asam dan biomasa. Hipotesis (H_0) yang digunakan adalah tidak adanya perbedaan aktivator kimia basa yang digunakan pada biomassa terhadap daya serap adsorben digunakan. Apabila F hitung lebih besar dari F tabel (90%) maka tolak H_0 dan apabila F hitung lebih kecil dari F tabel (90%) maka terima.

Tabel 3.2 Hasil Perhitungan F Hitung dan F Tabel Pada Aktivator Basa

Variabel	F hitung	F tabel (90%)	Analisa
Biomassa	12,5818	9,0000	Ada perbedaan
Aktivator	2,0036	8,5263	Tidak ada perbedaan

Dari hasil percobaan didapatkan adanya perbedaan karakteristik pada biomassa yang digunakan, hal ini dikarenakan kandungan kimia karbon pada setiap biomassa berbeda. Dimana biomassa yang mengandung karbon lebih banyak akan menghasilkan karbon aktif yang lebih baik untuk dijadikan adsorben. Sedangkan pada aktivator kimia asam yang digunakan tidak ada perbedaan terhadap bilangan iod. Hal ini menunjukkan bahwa aktivator kimia yang digunakan dapat menyerap dengan baik ke dalam arang dan membuka permukaan yang mula-mula tertutup oleh komponen kimia sehingga luas permukaan yang aktif bertambah besar. Didapatkan pula regresi dari data yang digunakan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Bilangan Iod} = & 953,3 - 247,6 \text{ Bahan Baku Cangkang Buah Karet} \\ & - 148,2 \text{ Bahan Baku Kulit Durian} + 395,8 \text{ Bahan Baku Kulit Singkong} \\ & - 79,8 \text{ Aktivator Basa KOH} + 79,8 \text{ Aktivator Basa NaOH} \end{aligned}$$

4. Kesimpulan

Pada penentuan bilangan iodium dengan menggunakan aktivator HCl dan H₃PO₄ tidak berpengaruh terhadap bilangan iod yang dihasilkan, sedangkan untuk biomassa yang digunakan terdapat pengaruh terhadap bilangan iodium yang dihasilkan dimana dengan ketelitian 95%. Pada penentuan bilangan iodium dengan menggunakan aktivator NaOH dan KOH tidak berpengaruh terhadap bilangan iod yang dihasilkan, sedangkan untuk biomassa yang digunakan terdapat pengaruh terhadap bilangan iodium yang dihasilkan dimana dengan ketelitian 90%.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfiany, H.; Bahri, S. dan Nurakhirawati. 2013. *Kajian Penggunaan Arang Aktif Tongkol Jagung sebagai Adsorben Logam Pb dengan Beberapa Aktivator Asam*. Jurnal Natural Science, 2 (3) : 75-86.
- Anggi Suprabawat., Holiyah, N.W., Jasmansyah. 2018. *Kulit Singkong (Manihot esculenta Crantz) Sebagai Karbon Aktif dengan Berbagai Langkah Pembuatan untuk Adsorpsi Ion Logam Timbal (Pb²⁺) dalam Air*. Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Informatika, Universitas Jenderal Achmad Yani, Jl. Terusan Jenderal Sudirman. Cimahi.
- Brown, G.G. 1950. Unit Operation. Modern Asia Edition. New York
- Darmawan, S. 2008. *Sifat arang aktif tempurung kemiri dan pemanfaatannya sebagai penyerap emisi formaldehida papan serat berkerapatan sedang*. [tesis]. Bogor: Sekolah Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. Murti, 2008
- Danarto, Y.C., dan Samun, T. 2008. *Pengaruh Aktivasi Karbon dari Sekam Padi pada Proses Adsorpsi Logam Cr (VI)*. Jurusan Teknik Kimia UNS Surakarta, Surakarta.
- Eko Pujiono, Fery., Mulyati, Tri Ana. 2017. *Potensi Karbon Aktif Dari Limbah Pertanian Sebagai Material Pengolahan Air Limbah*. Kediri: Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata Kediri.
- Fery., Mulyati, Tri Ana. 2017. *Potensi Karbon Aktif Dari Limba Petanian Sebagai Material Pengolahan Air Limbah*. Kediri: Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata Kediri.
- Jevon Aristo Pascal B., dkk. 2018. *Potensi Arang Aktif dari Kulit Buah Durian (Durio Zibethinus Murr.) dengan Aktivator NaOH sebagai Penjernih Air Sumur*. Yogyakarta: Program Studi Biologi, Fakultas Teknobiologi, Universitas Atma Jaya Yogyakarta
- Rahmadani Noor, Kurniawati Puji. 2017. *Sintesis dan Karakterisasi Karbon Teraktivasi Asam dan Basa Berbasis Mahkota Nanas*. Yogyakarta: Program Studi Analisis Kimia, Fakultas Matematika IPA, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta

Kajian Karakteristik Adsorben Arang Aktif Berdasarkan Bilangan Iod Menggunakan Perhitungan ANOVA

Sembiring M., Sinaga T. 2003. Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya). USU Digital Library. Sumatera Utara.

Utomo, Suratmin. 2014. Pengaruh Waktu Aktivasi dan Ukuran Partikel Terhadap Daya Serap Karbon Aktif dari Kulit Singkong dengan Aktivator NaOH. Jakarta: Jurusan Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah. ISSN:2407-1846

Unanglim, A. 2021. Pengaruh Absorpsi Karbon Aktif Kayu Asem dan Pasir Sungai Putih terhadap Efisiensi Transmisi Cahaya pada Proses Penjernihan Air Selokan Mataram. Skripsi. Yogyakarta: FMIPA UNY