

ADSORPSI KARBON AKTIF DARI TEMPURUNG KLUWAK (*Pangium edule*) TERHADAP PENURUNAN FENOL

Abdul Rahman Arif, Asri Saleh, Jawiana Saokani
Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Alauddin Makassar
Email: arierahman82@yahoo.com

Abstract: *Relative concentration of phenol was increased with concomitant increase in the industry that produced phenol. It caused by level of phenol contamination in water rise was increased also. It was needed waste handling specially for phenol waste. One of way in processed phenol waste was adsorption processed by using activated carbon. Pangium edule could be use as media of making activated carbon to decrease organic compounds specially for phenol because pangium edule contained the element of carbon that was potential as activated carbon. Carbonization process was conducted by drum clamp while activation that used was acid phosphate (H_3PO_4), calium hydroxide (KOH) and natrium carbonat (Na_2CO_3). The determination of phenol concentration dissolved used spectrophotometer UV-Vis and then was tested with the Langmuir isotherm equation and Freundlich. The result of research shown that the largest of phenol removal efficiency of activated carbon obtained by activated carbon with activator calium hydroxide (KOH) on carbon doses 1,5 gram was 91,97% with phenol opening 300 mg/L.*

Keywords: *activated karbon, adsorption, pangium edule, phenol*

1. PENDAHULUAN

Pesatnya perkembangan industri yang diharapkan dapat memudahkan kehidupan ternyata membawa dampak yang begitu besar berupa pencemaran lingkungan. Pencemaran tersebut diakibatkan karena adanya limbah yang tidak ditangani secara baik. Pada umumnya industri membuang limbahnya ke perairan tanpa pengolahan terlebih dahulu sehingga hal ini menyebabkan terjadinya pencemaran yang dapat merusak ekosistem perairan dan yang paling membahayakan adalah bagi manusia yang tinggal di sepanjang aliran sungai yang menggunakan air sungai tersebut sebagai kebutuhan hidup.

Fenol dan turunannya merupakan salah satu limbah organik yang keberadaannya di dalam air perlu dipantau, karena senyawa ini termasuk ke dalam kategori limbah yang beracun terhadap pernafasan dan menyebabkan

iritasi pada kulit, terutama pada jaringan tubuh. Limbah ini dihasilkan oleh industri kokas, cat, kayu, bahan-bahan logam dan petroleum. Kandungan fenol dalam limbah industri dapat menjadi sumber pencemar yang serius bila masuk ke dalam suatu lingkungan perairan. Standar maksimal kadar fenol dalam limbah industri yaitu sebesar 1 ppm.

Pada penyerapan karbon aktif terjadi proses adsorpsi yaitu suatu proses penyerapan zat-zat yang akan dihilangkan oleh bagian permukaan dari karbon aktif tersebut. Banyak penelitian yang mempelajari tentang manfaat dan kegunaan dari karbon aktif yang dapat menyerap senyawa organik maupun anorganik.

Industri pembuatan karbon aktif di Indonesia telah mengalami kemajuan yang cukup pesat. Hal ini disebabkan karena semakin meningkatnya permintaan pasar baik di dalam negeri maupun di luar negeri. Peningkatan kebutuhan karbon aktif ini disebabkan karena semakin banyaknya aplikasi karbon aktif yang diterapkan pada industri. Pada umumnya karbon aktif digunakan pada industri obat-obatan, makanan, minuman, pemurnian air, farmasi dan kimia. Dengan permintaan yang semakin meningkat tersebut maka mendorong para peneliti untuk mencari bahan alternatif lain yang dapat dijadikan sebagai karbon aktif.

Tempurung kluwak merupakan salah satu biomassa yang mengandung kadar karbon cukup tinggi sehingga dapat digunakan sebagai karbon aktif. Karbon aktif dari tempurung kluwak ini dapat digunakan sebagai adsorben untuk menurunkan konsentrasi fenol. Berdasarkan penelitian sebelumnya pada dosis karbon aktif sebesar 1 gram dengan konsentrasi fenol 100 mg/L dapat menurunkan konsentrasi fenol sebesar 96,58% dari konsentrasi fenol sebelumnya. Pada penelitian Rio Latifan (2012) dengan menggunakan tempurung kluwak sebagai karbon aktif terhadap konsentrasi fenol didapatkan efisiensi penyerapan fenol sebesar 92,15% dengan menggunakan aktivator KOH. Pada penelitian Dwi (2006) tentang pemanfaatan kulit biji mete untuk arang aktif sebagai adsorben terhadap penurunan parameter fenol di dapatkan efisiensi penyerapan fenol sebesar 98,50% pada konsentrasi 300 mg/L dengan menggunakan aktivator $ZnCl_2$. Di samping itu pula Fithrianita Juliandini (2008) telah melakukan penelitian tentang uji kemampuan karbon aktif dari limbah kayu dalam sampah kota untuk penyisihan fenol dan diperoleh efisiensi penuruna fenol sebesar 99%.

Berdasarkan uraian di atas maka dilakukanlah penelitian tentang tentang adsorpsi senyawa fenol dengan menggunakan karbon aktif dari tempurung kluwak (*Pangium edule*). Pada penelitian ini digunakan limbah fenol karena limbah ini banyak terdapat pada industri-industri yang ada di Makassar,

khususnya pada daerah Kawasan Industri Makassar (KIMA). Dipilihnya karbon aktif dari tempurung kluwak karena berdasarkan penelitian sebelumnya tempurung dari tanaman ini memiliki kemampuan untuk menurunkan parameter senyawa organik khususnya fenol pada limbah cair industri.

2. METODE PENELITIAN

Alat

Alat-alat yang digunakan adalah Spektrofotometer UV-Vis, tanur, desikator, neraca analitik, shaker, grand size, klin drum, termometer, alat-alat gelas, bulp, botol semprot dan lain-lain.

Bahan

Bahan yang digunakan adalah aquabidest, aquadest (H_2O), asam fosfat p.a (H_3PO_4) 5%, fenol p.a (C_6H_5OH), kalium hidroksida p.a (KOH) 5%, kertas pH universal, kertas saring Whatman no. 42, natrium karbonat p.a (Na_2CO_3) 5% dan tempurung kluwak.

Prosedur Penelitian

Preparasi sampel

Sebanyak 4 kg tempurung kluwak dicuci bersih kemudian ukurannya diperkecil lalu dikeringkan di bawah sinar matahari langsung selama 1 hari kemudian hasilnya digunakan sebagai sampel penelitian (Haniffudin, 2013).

Pembuatan karbon

Proses pembuatan karbon dari tempurung kluwak (*Pangium edule*) dilakukan dengan cara tempurung kluwak (*Pangium edule*) dimasukkan ke dalam klin drum lalu dibakar. Pada bagian bawah tempat bahan bakar kemudian di atasnya ditempatkan tempurung kluwak yang akan dirangkan. Pada bagian bawah kaleng diberi 4-5 lubang untuk tempat masuknya oksigen pada waktu awal proses pembakaran dan bagian atas terdapat 1 lubang sebagai tempat keluarnya asap pembakaran. Kemudian hasil karbonisasi digerus hingga halus lalu diayak dengan menggunakan grand size hingga ukurannya 100 mesh (Nurhasni, 2012).

Aktivasi karbon aktif

Karbon tempurung kluwak (*Pangium edule*) yang telah dihaluskan di timbang sebanyak 50 g kemudian direndam ke dalam 500 mL aktivator asam fosfat (H_3PO_4) 5%, 50 g karbon aktif ke dalam 500 mL natrium karbonat (Na_2CO_3) 5% dan 50 g karbon aktif ke dalam 500 mL kalium hidroksida

(KOH) 5% selama 24 jam kemudian dicuci dengan aquadest (H_2O) secara berulang-ulang hingga pH-nya mendekati netral. Kemudian dikeringkan dengan pemanasan dalam oven pada suhu $150\text{ }^\circ\text{C}$ selama 2 jam dan karbon aktif siap digunakan untuk proses adsorpsi (Dwi, 2006).

Penentuan kadar air

Sebanyak 1 gram karbon ditimbang dan dimasukkan ke dalam cawan porselin yang telah diketahui beratnya kemudian dipanaskan dalam oven pada suhu $105\text{ }^\circ\text{C}$ selama 1 jam. Setelah itu, didinginkan dalam desikator dan selanjutnya ditimbang sampai berat konstan. Dilakukan hal yang sama untuk karbon aktif dengan aktivator asam, basa dan garam (Esty, 2013).

Pengujian karbon aktif terhadap fenol

Karbon hasil aktivasi dengan aktivator yang berbeda dimasukkan ke dalam masing-masing 3 Erlenmeyer dengan massa karbon aktif sebanyak 500 mg, 1000 mg dan 1500 mg kemudian masing-masing karbon aktif ditambahkan dengan 200 mL larutan fenol dengan konsentrasi 300 mg/L lalu di *shake* dengan kecepatan 200 rpm selama 1 jam, setelah itu didiamkan selama 30 menit hingga mengendap lalu disaring untuk memisahkan filtrat dan residunya kemudian di ukur filtratnya dengan spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang (λ) 270,0 nm (Dwi, 2006).

Penentuan isoterm Langmuir dan Freundlich

Menghubungkan antara konsentrasi akhir dan massa karbon aktif tempurung kluwak untuk mengetahui kemampuan adsorpsi dan menghubungkan C_e dan C_e/W untuk masing-masing jenis karbon sehingga didapatkan persamaan isoterm Langmuir sedangkan untuk mendapatkan persamaan isoterm Freundlich dengan cara dihubungkan $\log C_e$ dan $\log W$ untuk masing-masing jenis karbon (Dwi, 2006).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

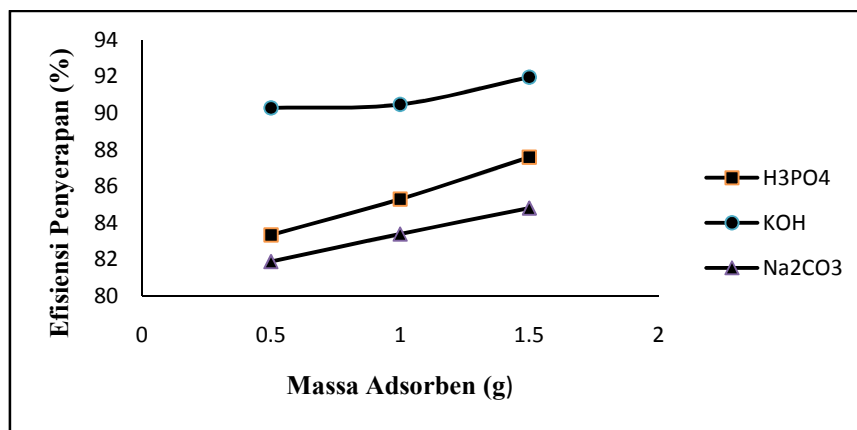
Kemampuan adsorpsi tempurung kluwak

Pada penentuan efisiensi penyerapan fenol yang teradsorpsi digunakan limbah simulasi fenol dengan konsentrasi awal 300 ppm, variasi massa dari masing-masing aktivator. Efisiensi penyerapan fenol yang mampu diserap oleh karbon aktif tempurung kluwak dapat dilihat pada Tabel 1.

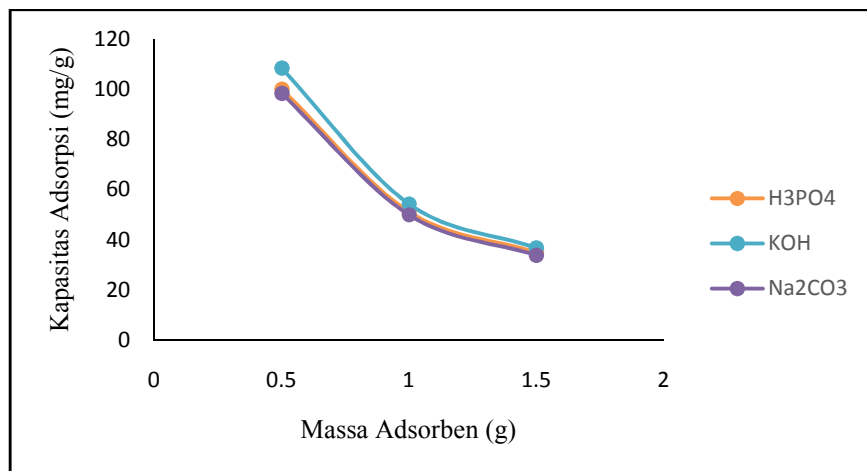
Tabel 1. Efisiensi Penyerapan dan Kapasitas Adsorpsi Fenol

No	Sampel (g)	Konsentrasi Akhir (mg/L)	Efisiensi Penyerapan (%)	Kapasitas Adsorpsi (mg/g)
1.	H ₃ PO ₄ 0,5	49,98	83,34	100,01
2.	H ₃ PO ₄ 1,0	44,10	85,30	51,18
3.	H ₃ PO ₄ 1,5	37,24	87,59	35,04
4.	KOH 0,5	29,12	90,29	108,35
5.	KOH 1,0	28,56	90,48	54,29
6.	KOH 1,5	24,08	91,97	36,79
7.	Na ₂ CO ₃ 0,5	54,06	81,89	98,38
8.	Na ₂ CO ₃ 1,0	49,82	83,39	50,04
9.	Na ₂ CO ₃ 1,5	45,58	84,81	33,93

Berdasarkan pada Tabel 1, maka diperoleh grafik perbandingan antara efisiensi penyerapan fenol dan kapasitas penyerapan seperti pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Efisiensi Penyerapan Fenol



Gambar 2. Kapasitas Adsorpsi Fenol

Pada penentuan kadar air karbon dari tempurung kluwak dihitung sebelum aktivasi dan sesudah aktivasi oleh masing-masing aktivator. Kadar air karbon aktif tempurung kluwak dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kadar Air Karbon Aktif

Kadar Air Sebelum Aktivasi (%)	Kadar Air Sesudah Aktivasi (%)		
	H ₃ PO ₄	KOH	Na ₂ CO ₃
2,62	2,39	2,26	2,52

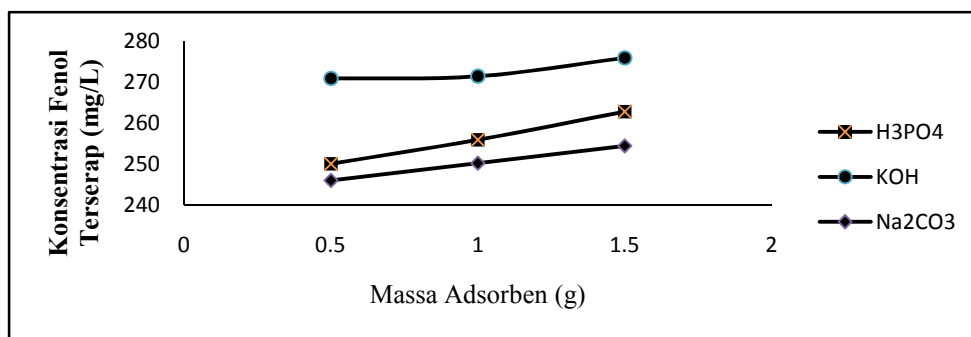
Pengaruh variasi massa dan aktivator

Pada penentuan konsentrasi fenol yang teradsorpsi digunakan limbah simulasi fenol dengan konsentrasi awal 300 ppm, variasi massa dari masing-masing aktivator. Konsentrasi fenol yang teradsorpsi oleh karbon aktif tempurung kluwak dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Fenol yang Teradsorpsi oleh Karbon Aktif Tempurung Kluwak

No	Sampel (g)	Absorban	Konsentrasi Terserap (mg/L)	Konsentrasi Akhir (mg/L)
1.	H ₃ PO ₄ 0,5	3,1353	250,02	49,98
2.	H ₃ PO ₄ 1,0	2,7611	255,90	44,10
3.	H ₃ PO ₄ 1,5	2,3286	262,76	37,24
4.	KOH 0,5	3,2279	270,88	29,12
5.	KOH 1,0	3,1683	271,44	28,56
6.	KOH 1,5	2,6761	275,92	24,08
7.	Na ₂ CO ₃ 0,5	3,1894	245,94	54,06
8.	Na ₂ CO ₃ 1,0	2,8912	250,18	49,82
9.	Na ₂ CO ₃ 1,5	2,6513	254,42	45,58

Berdasarkan pada Tabel 2, maka diperoleh grafik perbandingan konsentrasi fenol yang teradsorpsi oleh karbon aktif tempurung kluwak seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Penurunan Konsentrasi fenol

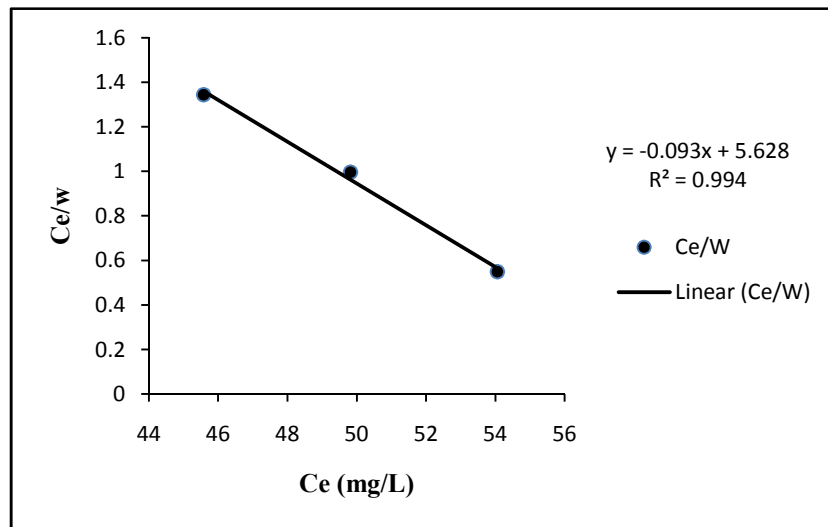
Model isoterm adsorpsi

Penentuan isoterm adsorpsi karbon aktif tempurung kluwak dengan konsentrasi awal fenol 300 ppm dengan variasi massa dan aktivator. Isoterm adsorpsi karbon aktif tempurung kluwak dapat dilihat pada Tabel 4.

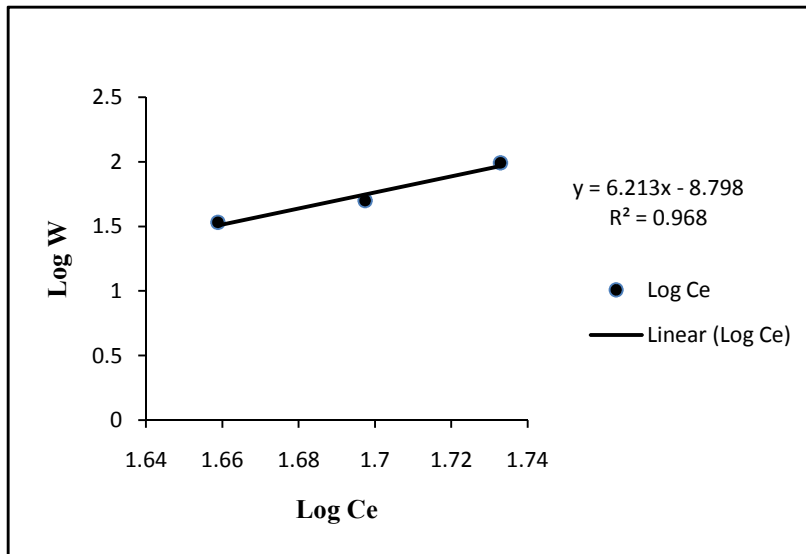
Tabel 4. Isoterm Adsorpsi (Langmuir dan Freundlich)

Sampel (g)	Abs	Co-Ce (mg/L)	Ce (mg/L)	W (mg/g)	Ce/W	Log Ce	Log W
H ₃ PO ₄ 0,5	3,1353	250,02	49,98	100,08	0,4998	1,6988	2,0000
H ₃ PO ₄ 1,0	2,7611	255,90	44,10	51,18	0,8617	1,6444	1,7091
H ₃ PO ₄ 1,5	2,3286	262,76	37,24	35,04	1,0629	1,5710	1,5445
KOH 0,5	3,2279	270,88	29,12	108,35	0,2688	1,4642	2,0348
KOH 1,0	3,1683	271,44	28,56	54,29	0,5261	1,4558	1,7347
KOH 1,5	2,6761	275,92	24,08	36,79	0,6545	1,3817	1,5657
Na ₂ CO ₃ 0,5	3,1894	245,94	54,06	98,38	0,5495	1,7329	1,9929
Na ₂ CO ₃ 1,0	2,8912	250,18	49,82	50,04	0,9957	1,6974	1,6993
Na ₂ CO ₃ 1,5	2,6513	254,42	45,58	33,93	1,3437	1,6588	1,5305

Berdasarkan pada Tabel 4, maka diperoleh grafik perbandingan isoterm adsorpsi Langmuir dan isoterm adsorpsi Freundlich yang terbaik dapat dilihat Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4. Isoterm Langmuir Aktivator Na₂CO₃



Gambar 5. Isoterm Freundlich Aktivator Na_2CO_3

Pembahasan

Kemampuan Adsorpsi Tempurung Kluwak

Metode yang digunakan untuk menurunkan konsentrasi fenol adalah metode adsorpsi, karena selain mudah dilakukan, efektivitasnya tinggi dan biaya yang diperlukan relatif murah. Pada proses adsorpsi, karbon aktif dari berbagai aktivator dicampurkan dengan limbah simulasi fenol dengan konsentrasi 300 ppm. Pada penelitian ini digunakan fenol sebagai adsorbat karena limbah fenol ini sangat berbahaya bagi kehidupan dan biasanya limbah ini dihasilkan dari industri kecil hingga industri besar. Proses selanjutnya yaitu dilakukan pengadukan selama 1 jam dan disaring sehingga terjadi pemisahan antara filtrat dan residu. Filtrat yang dihasilkan kemudian dianalisis dengan spektrofotometer UV-Vis. Pada penelitian ini variabel tetap yang digunakan adalah konsentrasi aktivator, konsentrasi adsorbat, waktu pengadukan, pH aktivasi dan waktu aktivasi sedangkan variabel bebasnya adalah variasi aktivator dan massa adsorben.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh hasil seperti pada Gambar 1. Grafik tersebut menunjukkan hasil adsorbansi dari variasi aktivator dan massa adsorben. Aktivator yang paling banyak menurunkan konsentrasi fenol adalah aktivator yang bersifat basa dengan konsentrasi fenol akhir sebesar 24,08 mg/L jadi konsentrasi fenol yang diserap sebesar 275,92 mg/L pada massa 1,5 g. Berdasarkan grafik tersebut maka dapat diketahui bahwa masing-masing aktivator akan mengalami penurunan konsentrasi seiring dengan bertambahnya massa adsorben. Semakin besar massa adsorben, maka

kemampuan adsorpsinya juga akan mengalami kenaikan. Hal ini disebabkan penambahan massa adsorben akan meningkatkan jumlah total luas permukaan dan jumlah pori yang digunakan untuk mengikat adsorbat dalam proses adsorpsi.

Persen removal merupakan besarnya konsentrasi fenol yang terserap oleh karbon aktif per konsentrasi awal fenol sedangkan kapasitas adsorpsi adalah banyaknya jumlah adsorbat yang dapat di adsorpsi tiap gram karbon aktif. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah aktivator yang efisiensi penyerapannya paling tinggi adalah aktivator yang bersifat basa sebesar 91,97% dengan massa karbon aktif 1,5 g dan berbanding terbalik dengan kapasitas adsorpsinya yang hanya mencapai 36,79 mg/g pada massa yang sama.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh hasil seperti pada Gambar 2. Grafik tersebut menunjukkan hasil efisiensi penyerapan dari variasi aktivator dan massa adsorben. Berdasarkan grafik tersebut maka dapat diketahui bahwa masing-masing aktivator akan mengalami kenaikan persen removal seiring dengan bertambahnya massa adsorben. Dari hasil penelitian tentang pengaruh massa karbon aktif ini juga menunjukkan nilai kapasitas adsorpsi semakin menurun dengan bertambahnya massa adsorben. Hal ini dikarenakan pada saat ada peningkatan massa adsorben maka ada peningkatan presentase nilai efisiensi adsorpsi dan penurunan kapasitas adsorpsi.

Salah satu sifat kimia dari karbon aktif yang mempengaruhi kualitas karbon aktif adalah kadar air. Pengujian kadar air dilakukan dengan memanaskan karbon aktif dalam oven pada suhu 105 °C selama 1 jam lalu ditimbang sampai mencapai berat yang konstan. Berdasarkan tabel 1 dapat dilihat bahwa pada karbon tempurung kluwak mengalami penurunan kadar air sesudah aktivasi. Hasil kadar air sebelum aktivasi sebesar 2,62%. Sesudah dilakukan aktivasi kadar air tempurung kluwak aktivator asam fosfat (H_3PO_4), kalium hidroksida (KOH) dan natrium karbonat (Na_2CO_3) secara berturut-turut sebesar 2,39%; 2,26% dan 2,52%.

Kadar air yang dihasilkan dari penelitian ini memenuhi standar kualitas karbon aktif berdasarkan SII 0258-88 yaitu maksimal 15% untuk karbon aktif bentuk serbuk. Secara keseluruhan kadar air hasil penelitian ini relatif kecil, hal ini menunjukkan bahwa pada saat karbonisasi air yang terikat pada bahan baku lebih dahulu keluar sebelum diaktivasi. Penurunan kadar air sangat erat hubungannya dengan sifat higroskopis dari aktivator. Terikatnya molekul air yang ada pada karbon aktif oleh aktivator menyebabkan pori-pori pada karbon aktif semakin besar. Semakin besar pori-pori maka luas permukaan karbon aktif semakin bertambah. Bertambahnya luas permukaan ini mengakibatkan semakin meningkatnya kemampuan adsorpsi dari karbon aktif. Meningkatnya

kemampuan adsorpsi dari karbon aktif maka semakin baik kualitas dari karbon aktif tersebut.

Pengaruh variasi massa dan aktivator

Karbon aktif yang dibuat berasal dari tempurung kluwak yang telah dibersihkan dan dikeringkan untuk mengurangi kadar air. Selanjutnya, tempurung kluwak tersebut dimasukkan ke dalam drum atau kaleng yang telah dilubangi sebelumnya agar oksigen dapat masuk sehingga proses pembakaran dapat berlangsung dengan baik. Setelah terbentuk karbon, proses selanjutnya adalah menghaluskan karbon tersebut menjadi ukuran 100 mesh. Hal ini dilakukan agar proses penyerapan adsorben terhadap adsorbat lebih cepat karena secara teoritis semakin kecil ukuran partikel, maka luas permukaan adsorben akan bertambah luas sehingga akan lebih mudah terserap pada permukaan adsorben.

Proses aktivasi merupakan hal yang paling penting dalam pembuatan karbon aktif. Melalui proses aktivasi karbon akan memiliki daya adsorpsi yang semakin meningkat, karena karbon hasil karbonisasi biasanya masih mengandung zat yang masih menutupi pori-pori permukaan karbon. Waktu aktivasi memegang peranan penting dalam proses aktivasi. Jika waktu yang dibutuhkan terlalu sebentar, dikhawatirkan bahan aktivator tidak akan terlepas sempurna dari karbon aktif sedangkan jika terlalu lama maka struktur karbon adsorben rusak.

Pada penelitian ini aktivator yang di gunakan adalah aktivator yang bersifat asam, basa dan garam. Pada saat perendaman larutan asam, basa dan garam akan teradsorpsi oleh karbon yang akan melarutkan *tar* dan mineral anorganik. Hilangnya zat tersebut dari permukaan karbon aktif akan menyebabkan semakin besar pori dari karbon aktif. Besarnya pori karbon aktif berakibat meningkatnya luas permukaan karbon aktif sehingga hal ini akan meningkatkan kemampuan adsorpsi dari karbon aktif tersebut.

Kemampuan adsorpsi karbon aktif juga dipengaruhi oleh adanya gugus aktif dari karbon aktif. Aktivasi dengan aktivator tersebut akan memberikan pengaruh terhadap gugus aktif pada karbon aktif. Peningkatan gugus aktif terjadi karena adanya reaksi *ion exchange*, dimana gugus aktif dari aktivator yang menempel pada karbon aktif akan digantikan oleh gugus -OH pada pencucian dengan aquadest. Adanya gugus -OH ini menyebabkan permukaan karbon aktif bersifat hidrofilik sehingga molekul-molekul polar (senyawa organik) seperti fenol akan berinteraksi lebih kuat daripada molekul-molekul non polar.

Pada penelitian ini digunakan variasi aktivator yang bersifat asam, basa dan garam. Pada aktivator asam digunakan asam fosfat (H_3PO_4) karena senyawa ini memiliki stabilitas termal dan karakter kovalen yang tinggi sehingga diharapkan aktivator ini dapat meningkatkan daya serap dan memaksimalkan potensi karbon aktif, selain itu aktivator ini berfungsi mengikat senyawa-senyawa pengotor bukan karbon yang menyebabkan pori pada karbon akan semakin terbuka. Aktivator yang bersifat basa yang digunakan adalah kalium hidroksida (KOH) karena aktivator ini merupakan basa kuat sehingga dapat menghilangkan zat-zat pengotor dalam karbon seperti volatil dan *tar* karena itu karbon yang dihasilkan akan lebih berpori. Aktivator yang bersifat garam digunakan adalah natrium karbonat (Na_2CO_3) karena aktivator ini juga dapat menghilangkan zat-zat pengotor yang ada pada karbon.

Model isoterm adsorpsi

Tujuan menggunakan isoterm Freundlich dan Langmuir adalah untuk mendapatkan persamaan kesetimbangan yang dapat digunakan untuk mengetahui seberapa besar massa adsorbat yang dapat di adsorpsi oleh adsorben. Isoterm Freundlich digunakan dengan asumsi bahwa lapisan multilayer yang ikatan antara adsorben dengan adsorbatnya terjadi karena gaya Van der Waals sehingga ikatannya tidak terlalu kuat sedangkan isoterm Langmuir digunakan dengan asumsi bahwa lapisan yang terbentuk adalah lapisan monolayer yang ikatan adsorben dengan adsorbatnya cukup kuat karena terbentuknya suatu ikatan kimia. Untuk mengetahui persamaan isoterm yang akan digunakan dalam penentuan kapasitas adsorpsi adsorben terhadap fenol, maka dilakukan perhitungan dan pengeplotan data dengan menggunakan masing-masing persamaan isoterm. Kemudian akan dipilih persamaan yang akan menghasilkan garis regresi yang paling linear dengan konstanta regresi linear (R^2) yang terbesar.

Berdasarkan gambar 4 dan gambar 5 dapat dilihat bahwa adsorpsi fenol dengan menggunakan tempurung kluwak mengikuti persamaan isoterm Langmuir, hal tersebut dapat dilihat dari nilai regresi yang paling besar yang diperoleh pada aktivator natrium karbonat (Na_2CO_3) dengan $R=0,9949$. Nilai tersebut menunjukkan bahwa penelitian ini cenderung mengikuti persamaan Langmuir yang mengasumsikan bahwa adsorpsi yang terjadi adalah adsorpsi kimia yang membentuk lapisan monolayer dan karbon aktif yang digunakan mempunyai luas permukaan yang sangat besar sehingga molekul fenol sudah dapat teradsorpsi semua hanya dengan membentuk satu lapisan.

4. PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, penulis dapat menyimpulkan sebagai berikut:

1. Karbon aktif tempurung kluwak memiliki kemampuan dalam menurunkan fenol sebesar 91,97%.
2. Aktivator yang paling baik adalah aktivator kalium hidroksida (KOH) dengan massa karbon aktif sebesar 1,5 g.
3. Model isoterm yang sesuai digunakan dalam pengolahan limbah fenol menggunakan karbon aktif tempurung kluwak ini adalah model isoterm Langmuir.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, adapun saran yang dapat diberikan sebagai tindak lanjut dari penelitian ini antara lain:

1. Perlu dilakukan penambahan variasi konsentrasi adsorbat dan variasi konsentrasi dari aktivator agar dapat diketahui kemampuan adsorpsi dari karbon aktif tempurung kluwak.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai kemampuan adsorpsi dari tempurung kluwak terhadap polutan yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Putranto, Dwi Ari dan M. Razif, 2006, Pengaruh Aktivasi Arang Tempurung Kelapa dengan Asam Sulfat dan Asam Fosfat untuk Adsorpsi Fenol. *Jurnal Purifikasi*, vol. 6 (1): 37-42.
- Fessenden, Ralp. J dan Joan. S. Fessenden, 1982, *Organic Chemistry*, Kimia Organik oleh Aloysius Hadyana Pudjaatmaka, Jakarta: Erlangga.
- Harborne, J. B, 1987, *Phytochemical Methods*, Metode Fitokimia: Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan oleh Kosasih Padmawinata dan iwang Soediro, Bandung: ITB.
- Hendayana, Sumar, 1990, *Kimia Analitik Instrumen*, Bandung: IKIP.
- Idrus, Rosita, dkk, 2013, Pengaruh Suhu Aktivasi Terhadap Kualitas Karbon Aktif Berbahan Dasar Tempurung Kelapa, *Prisma Fisika*, vol. 1(1): 50-55.
- Juliandini dan Fithrianita, 2008, Uji Kemampuan Karbon Aktif dari Limbah Kayu dalam Sampah Kota untuk Penyisihan Fenol, *JAI*, vol. 4(1): 28-37.

- Nurdiansyah, Haniffuddin dan Dian Susanti, 2013, Pengaruh Variasi Temperatur Karbonisasi dan Temperatur Aktivasi Fisika dari Elektroda karbon Aktif Tempurung Kelapa dan Tempurung Kluwak Terhadap Nilai Kapasitas EDLC, *Jurnal Teknik Pomits*. vol. 2(1): 1-14.
- Nurhasni, dkk, 2012, Penyerapan Ion Aluminium dan besi dalam Larutan Sodium Silikat Menggunakan Karbon Aktif, *Valensi*, vol. 2(4): 516-525.