

ANALISIS KEMAMPUAN ADSORPSI KARBON AKTIF DARI AMPAS KOPI BUBUK YANG SUDAH DISEDUH

Dewi Fernianti

Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang
Email : pujilr@pusri.co.id

Abstrak

Ampas kopi yang sudah di seduh dapat digunakan sebagai bahan baku karbon aktif karena mempunyai kadar karbon yang cukup tinggi. Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh karbon aktif dari ampas kopi bubuk yang karakteristiknya memenuhi standar mutu SNI No. 06-3730-1995 serta menggunakan arang aktif yang diperoleh tersebut untuk menyerap zat warna limbah cair industri kain jumpitan Palembang. Ampas kopi yang sudah dijemur dengan sinar matahari dipanaskan pada suhu 500°C, 600°C, 700°C, 800°C dan 900°C selama 5, 10, 15, 20 dan 25 menit. Ampas kopi ini diayak dengan ayakan 10 mesh. Selanjutnya karbon aktif yang dihasilkan diuji karakteristiknya dan digunakan untuk menyerap zat warna limbah cair industri kain jumpitan Palembang. Karbon aktif yang memenuhi standar diperoleh pada suhu 500°C, 600°C, 700°C dan waktu pemanasan 20 menit dengan daya serap terhadap yodium sekitar 750,22% – 809,21%, kadar abu 6,41 %-9,13% dan kadar air 4,71 %-4,13%., zat terbang 17,26% - 18,62% dan kadar karbon 71,62% - 68,12%. Pada proses penyerapan zat warna limbah cair kain jumpitan kesetimbangan tercapai pada waktu 72 jam dengan massa adsorbat terserap per satuan adsorben yang paling besar adalah pada suhu aktivasi 700°C yaitu 0,2049 mg/g. Adsorpsi zat warna limbah cair industri kain jumpitan oleh karbon aktif memenuhi persamaan Freundlich diperoleh nilai K_f 0,021.

Kata kunci : ampas kopi bubuk, karbon aktif, adsorpsi

PENDAHULUAN

Minuman kopi merupakan salah satu minuman yang paling banyak dinikmati orang, baik di negara tropis, negara dingin ataupun negara yang bercuaca panas. Menurut data yang di ambil secara konvensional (komunikasi pribadi) dari beberapa kedai dan warung kopi yang berada di Kota Palembang, mereka rata-rata menghabiskan kopi bubuk sebanyak kurang lebih 0,75 kg/ hari untuk pelanggan. Sementara para petani menghasilkan lebih dari 16 miliar pon kopi diseluruh dunia tiap tahun (Toni Rustamiji, 2009).

Kandungan hidrokarbon dalam biji kopi cukup tinggi yaitu 19,9 % (Wrigley, G., 1998). Kandungan hidrokarbon yang cukup tinggi dapat menghasilkan karbon ketika biji kopi disangrai atau dipanaskan, oleh karena itu ampas kopi bubuk yang sudah diseduh dapat dimanfaatkan sebagai arang aktif. Arang aktif dapat digunakan sebagai adsorben karena arang aktif bersifat sangat aktif terhadap partikel-partikel yang kontak dengan arang aktif tersebut (Sembiring, 2003).

Pada proses pembuatan arang aktif, aktivasi adalah proses yang sangat berperan agar diperoleh kualitas arang aktif yang baik. Proses aktivasi dapat memperluas permukaan partikel sehingga dapat meningkatkan kemampuan daya serap karbon (Yosnaini, 1998). Aktivasi arang dapat dilakukan dengan menggunakan bahan-bahan kimia sebagai aktivator atau dengan pemanasan pada suhu yang tinggi (Suzuki, 1988). Aktivasi ampas kopi menggunakan HCl 0,1 N pada suhu 350°C memenuhi kualitas arang aktif dengan kadar air sebesar 3,5 %, kadar abu sebesar 1,88 % dan daya serap terhadap yodium sebesar 750,25 mg/g serta dapat menurunkan nilai BOD, COD serta TSS limbah cair industri tapioka yaitu nilai BOD 33,51%, COD 78,96 % dan TSS 61,05 % (Irmanto dan Suyata, 2009). Aktivasi ampas kopi menggunakan HCl 0,1 N pada suhu 350°C digunakan untuk menurunkan nilai kadar amonia, nitrit dan nitrat limbah cair industri tahu pada waktu dan pH optimum diperoleh kadar amonia 64,69%, kadar nitrit 52,35% dan kadar nitrat 86,4% (Irmanto dan Suyata, 2009). Pada penelitian ini ampas kopi bubuk diaktifkan dengan cara pemanasan pada suhu yang tinggi, selain ampas kopi bubuk mudah didapat dan efisien juga untuk mengurangi penggunaan bahan-bahan kimia.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan suhu dan waktu pemanasan yang optimum sehingga diperoleh kualitas arang aktif dari ampas kopi bubuk yang sudah diseduh meliputi kadar air, kadar abu, kadar zat, daya serap terhadap yodium serta kadar zat terbang dan kadar karbon. Selanjutnya arang aktif yang diperoleh pada kondisi yang baik digunakan untuk menurunkan kadar zat warna pada limbah cair industri rumah tangga kain jumpitan Palembang.

TINJAUAN PUSTAKA

Sifat umum arang aktif adalah karbon yang berbentuk amorf, berwarna hitam, tidak berbau, tidak berasa serta mempunyai daya serap yang jauh lebih tinggi apabila di dibandingkan dengan arang yang belum di aktivasi. Pada suhu tinggi atom C bergabung dengan oksigen (O_2) membentuk CO dan CO_2 (Djatkiko B. , 1981).

Proses karbonisasi merupakan salah satu tahap yang penting dalam pembuatan karbon aktif dari ampas kopi bubuk yang telah diseduh. Pada umumnya proses ini dilakukan pada temperatur 500°C - 900 °C. Kandungan yang mudah menguap akan hilang sehingga akan terbentuk struktur pori awal. Proses karbonisasi merupakan suatu proses pembakaran tidak sempurna dari bahan-bahan organik dengan jumlah oksigen yang sanagat terbatas, yang menghasilkan arang serta menyebabkan penguraian senyawa organik yang menyusun struktur bahan membentuk uap air, methanol, uap-uap asam asetat dan hidrokarbon. Proses ini dapat dibagi menjadi beberapa tahap sebagai berikut :

1. Penguapan air, kemudian penguraian selulosa menjadi destilat yang sebagian besar mengandung asam-asam methanol.
2. Penguraian selulosa secara intensif hingga menghasilkan lebih banyak yang akan bertambah jumlahnya pada waktu yang lama dan suhu tinggi
3. Pembentukan gas hidrogen merupakan proses pemurnian arang yang terbentuk.

Adsorpsi terdiri atas zat pengadsorpsi atau adsorben dan zat yang di adsorpsi. Konsentrasi kesetimbangan adsorbat dalam larutan pada temperatur konstan mengikuti persamaan emperis untuk adsorpsi yaitu persamaan Freundlich :

$$q_e = K_f + C_e^{1/n} \quad (1)$$

Dengan

Q_e : massa adsorbat terserap per satuan massa adsorben pada saat setimbang

C_e : konsentrasi adsorbat saat setimbang

K_f : tetapan Freundlich (Juang, 1996)

Bentuk linier persamaan (1) dapat dinyatakan sebagai :

$$\ln q_e = \ln K_f + (1/n) \ln C_e \quad (2)$$

METODELOGI

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah ampas kopi bubuk yang sudah diseduh yang diperoleh secara langsung dari beberapa restoran dan rumah makan yang ada di Kota Palembang, larutan yodium, indikator amilum, larutan buffer, natrium thiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) dan air destilat. Alat yang digunakan adalah desikator, oven, furnace, *vibration screen* 10 mesh, neraca analitis, biuret, pH meter, cawan porselin, kertas saring whatman 42, botol winkler, gelas-gelas kimia.

Prosedur

Ampas kopi yang telah diseduh dilarutkan didalam air lalu ditambahkan sedikit larutan kanji kemudian dibentuk butiran-butiran dan dijemur di bawah sinar matahari dan diangin-anginkan diruangan terbuka. lalu dipanaskan pada suhu 500°C , selama 5 menit. Ampas kopi ini diayak dengan ayakan 10 mesh. Sebelum digunakan adsorbent dicuci dengan air destilat sampai netral. Kemudian dijemur di bawah sinar matahari lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 110°C selama 2 jam dan disimpan didalam desikator. Dan dilakukan uji daya serap terhadap iodium, dan dianalisa kadar air, kadar abu, kadar zat terbang serta kadar karbonnya. Percobaan di ulangi untuk suhu dan waktu pemanasan yang berbeda.

Analisa Daya Serap Karbon Aktif terhadap Yodium

Karbon aktif yang telah dihasilkan ditimbang sebanyak 10 g dan dipindahkan ketempat berwarna gelap yang tertutup dan ditambahkan 50 ml larutan iodium 0,1 N lalu dikocok dengan centrifuge selama 15 menit pada suhu kamar. Larutan dipindahkan kedalam tabung dan dipusingkan sampai contoh turun dan cairan nya bening. Cairan bening tersebut diambil 10 ml dan dititer dengan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N. Jika warna kuning larutan hampir pudar, maka ditambahkan indikator amilum 1%. Larutan dititer kembali sampai mendapatkan titik ekuivalen (warna biru larutan tepat hilang).

$$\text{Daya serap yodium} = \frac{10 - \left(\frac{N \times V}{0.1}\right)}{s} \times 12.69 \times 5 \quad (3)$$

Dengan

- N : Normalitas larutan thiosulfat
 V : Larutan natrium thiosulfat yang diperlukan
 S : Berat karbon aktif

Analisa Kadar Abu

Timbang cawan porselin, lalu masukkan 1 gram cuplikan karbon aktif dalam cawan porselin tersebut. Masukkan cuplikan ke dalam furnace dan panaskan pada temperatur 500°C Selama 5 menit, kemudian naikkan temperatur menjadi 1000°C, biarkan hingga seluruh cuplikan menjadi abu. Lalu didinginkan dalam desikator sampai bobot konstan dan ditimbang massanya.

$$KadarAbu(AC) = \left(\frac{W_2 - W_3}{W_2 - W_1} \right) \times 100\% \quad (4)$$

Dengan

- A_C : Kadar abu
 W₁ : Berat cawan porselin kosong
 W₂ : Berat cawan porselin + cuplikan mula-mula
 W₃ : Berat cawan porselin + cuplikan residu

Analisa Kadar Air

Timbang cawan porselin, lalu masukkan 1 gram cuplikan karbon aktif dalam cawan porselin tersebut. Kemudian masukan dalam oven pada suhu 110°C selama 2 jam . Kemudian dinginkan dalam desikator sampai bobot konstan dan timbang massanya.

$$KadarAir(I_M) = \left(\frac{W_2 - W_3}{W_2 - W_1} \right) \times 100\% \quad (5)$$

Dengan

- I_M : Kadar air
 W₁ : Berat cawan porselin kosong
 W₂ : Berat cawan porselin + cuplikan mula-mula
 W₃ : Berat cawan porselin + cuplikan residu

Analisa Kadar Zat Terbang

Timbang cawan porselin, lalu masukkan 1 gram cuplikan karbon aktif dalam cawan porselin tersebut. Kemudian masukan dalam furnace .Panaskan pada temperatur 900°C selama 7 menit. Kemudian dinginkan dalam desikator sampai bobot konstan dan timbang massanya.

$$Vm = \left(\frac{W_2 - W_3}{W_2 - W_1} \right) \times (100\%) - I_M \quad (6)$$

Dengan

- I_M : Kadar air
 V_m : Kadar zat terbang
 W₁ : Berat cawan porselin kosong

W_2 : Berat cawan porselin + cuplikan mula-mula

W_3 : Berat cawan porselin + cuplikan residu

Analisa Kadar Karbon

Kadar karbon tetap yang terdapat dalam sampel dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$FC = 100\% - (\% \text{ Kadar Air} + \% \text{ Kadar Abu} + \% \text{ Kadar Zat Terbang}) \quad (7)$$

Analisa Penurunan Zat Warna

Sebanyak 10 g karbon aktif dimasukkan ke dalam erlenmeyer lalu ditambahkan 100 ml limbah cair kain jumputan dengan konsentrasi awal 55.8945 mg/l, didiamkan selama 12 jam, 24 jam, 48 jam dan 72 jam sambil diaduk dengan menggunakan magnetic stirrer pada suhu kamar. Kemudian dianalisa kadar zat warna yang terserap oleh karbon aktif menggunakan spektrofotometer (model UV mini 1240) dengan panjang gelombang 485 nm. Massa adsorbat terserap per satuan massa adsorben dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$q_e = \left(\frac{C_0 - C_e}{1000 \cdot w} \right) \times (50) \quad (8)$$

Dengan

q_e : massa adsorbat terserap per satuan massa adsorben, mg/g

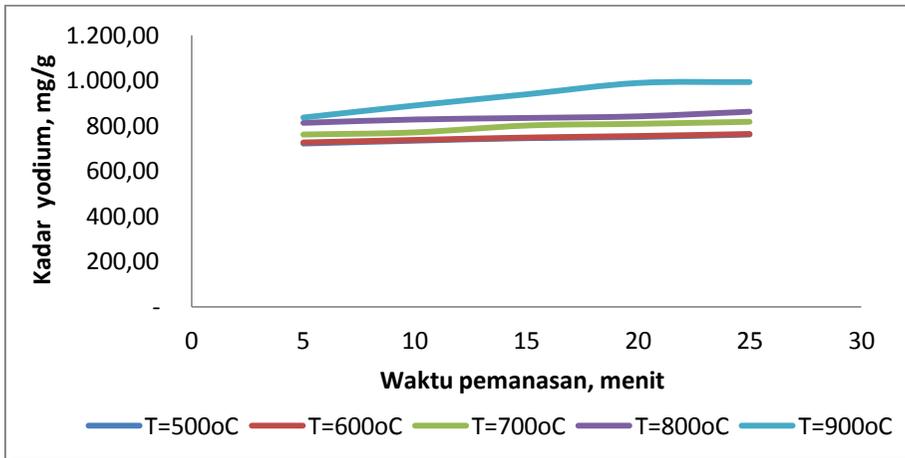
C_0 : Konsentrasi zat warna dalam limbah cair mula-mula, mg/l

C_e : Konsentrasi adsorbat saat setimbang, mg/l

W : Massa karbon aktif, g

PEMBAHASAN

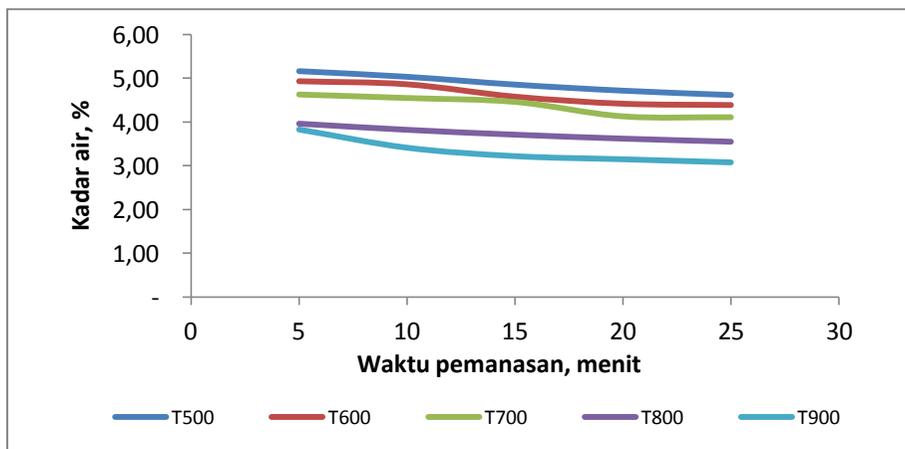
Penelitian dilakukan dengan memvariasikan suhu dan waktu pemanasan, sedangkan jumlah karbon aktif, diameter partikel dan konsentrasi mula-mula yodium dibuat tetap. Kadar yodium yang dapat diserap karbon aktif setelah dikarbonisasi pada berbagai suhu dan waktu dapat dilihat pada Gambar 1. Grafik tersebut menggambarkan pada suhu 700 °C, 800 °C dan 900 °C kadar yodium yang diserap karbon aktif sangat tinggi yaitu antara 762,13% - 992,65%, sementara pada suhu 500 °C dan 600 °C sekitar 721,13% - 764,14%.



Gambar 1. Grafik hubungan suhu pemanasan dengan kadar yodium pada berbagai waktu

Pada suhu 700°C , 800°C, 900°C kadar yodium yang terserap memenuhi standar kualitas arang aktif berdasarkan SNI No. 06-3730-1995 yaitu minimum 750 mg/g, sedangkan kadar yodium yang terserap pada suhu 500°C dan 600°C masih di bawah standar yang diinginkan.

Kadar air yang terkandung di dalam karbon aktif setelah dikarbonisasi pada berbagai suhu dan waktu dapat dilihat pada Gambar 2.

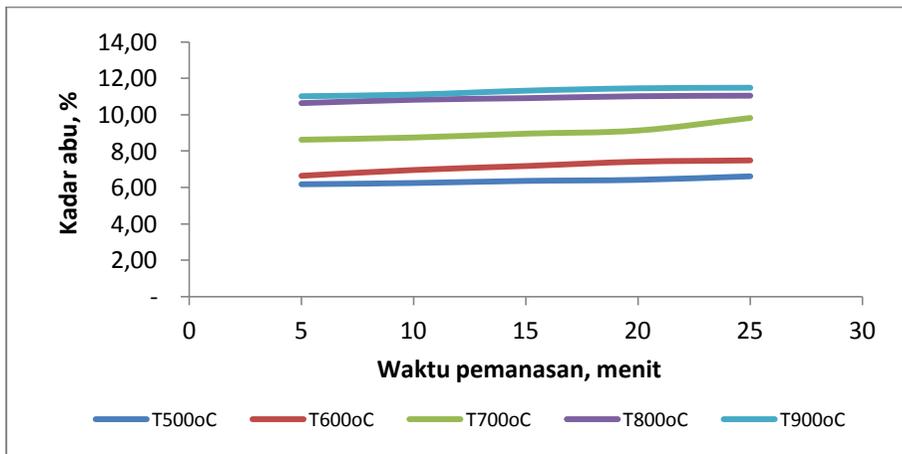


Gambar 2. Grafik hubungan suhu pemanasan dengan kadar air pada berbagai waktu

Dari hasil penelitian kadar air pada karbon aktif yang dihasilkan relatif kecil, yaitu sekitar 3,08% - 5,16% . Kadar air yang terkandung dalam karbon aktif pada pemanasan baik pada suhu 500°C , 600°C, 700°C, 800°C dan 900°C memenuhi standar kualitas arang aktif berdasarkan SNI No. 06-3730-1995 yaitu maksimum 15%. Struktur arang aktif yang

tersusun dari 6 atom C pada setiap sudut heksagonal akan mengikat air, dengan pemanasan pada suhu tinggi akan menyebabkan air menguap sehingga kadar airnya rendah.

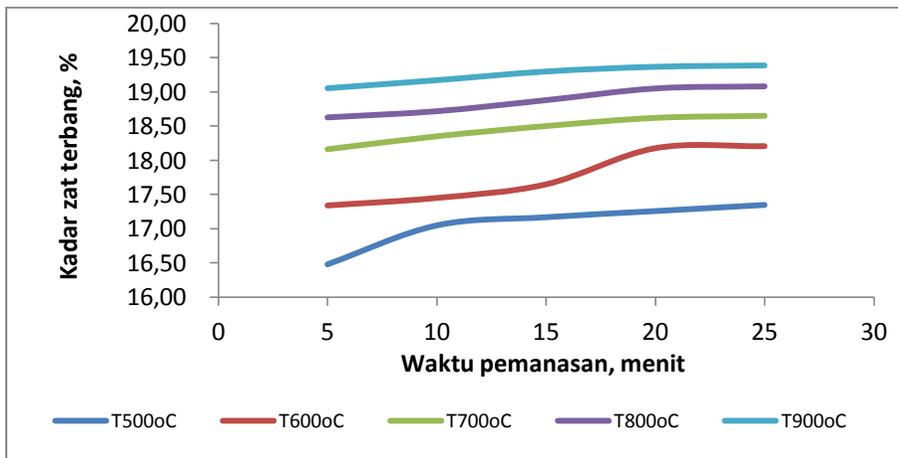
Kadar abu yang terkandung di dalam karbon aktif setelah dikarbonisasi pada berbagai suhu dan waktu dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik hubungan suhu pemanasan dengan kadar abu pada berbagai waktu

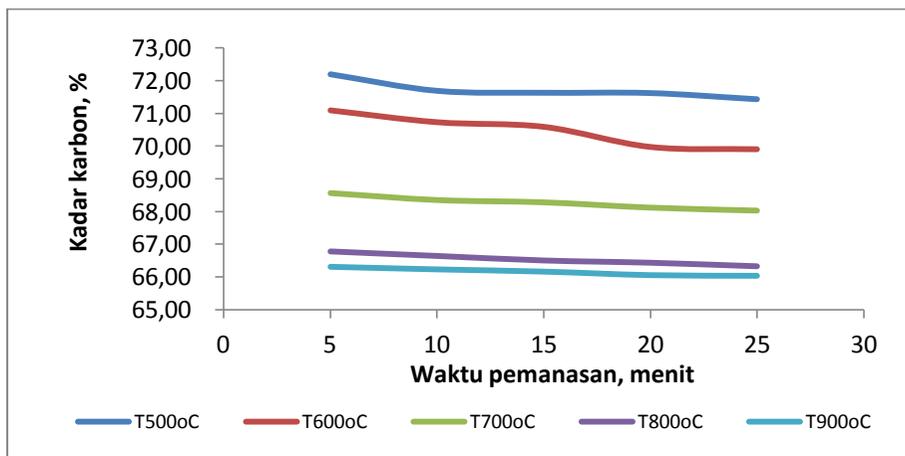
Kadar abu yang ditunjukkan pada gambar 3. menggambarkan pada suhu 800°C dan 900°C kadar abu sangat tinggi yaitu antara 10,63% - 11,48%, sementara pada suhu 500°C, 600°C, 700°C sekitar 6,16% - 9,81%. Kadar abu merupakan salah kualitas yang harus diperhatikan dalam pembuatan karbon aktif. Abu adalah zat anorganik yang tidak menguap ketika dipanaskan. Dari hasil penelitian abu pada suhu 500°C, 600°C, 700°C memenuhi standar kualitas arang aktif berdasarkan SNI No. 06-3730-1995 yaitu maksimum 10%, sedangkan kadar abu pada suhu 800°C dan 900°C melebihi standar tersebut.

Kadar zat terbang yang terkandung di dalam karbon aktif setelah dikarbonisasi pada berbagai suhu dan waktu dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik hubungan suhu pemanasan dengan kadar zat terbang pada berbagai waktu

Kadar zat terbang atau zat yang hilang selama pemanasan pada suhu 500°C - 900 °C relatif masih berada di bawah standar yang ditetapkan yaitu antar 16,8%-9,39%. Sementara standar yang ditetapkan yaitu maksimum 25 %. Kadar karbon yang terkandung di dalam karbon aktif setelah dikarbonisasi pada berbagai suhu dan waktu dapat dilihat pada Gambar 5.

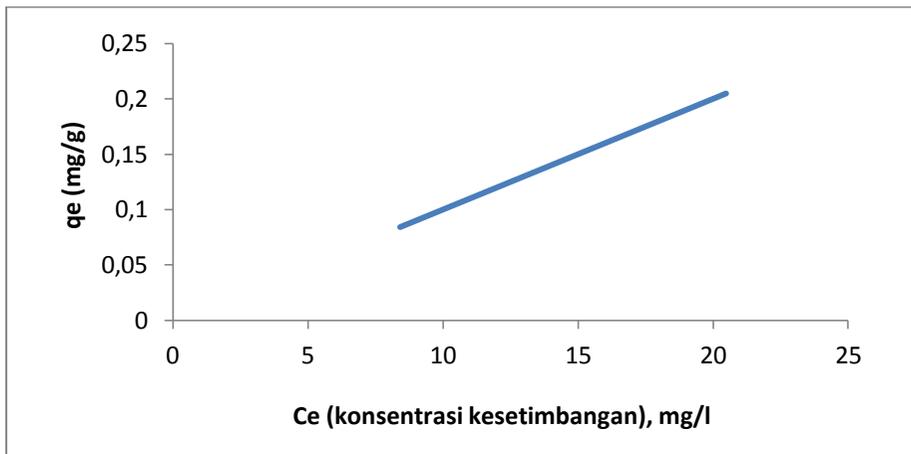


Gambar 5. Grafik hubungan suhu pemanasan dengan kadar karbon pada berbagai waktu

Kadar karbon yang dihasilkan pada suhu 500°C - 900 °C cukup tinggi yaitu antara 72,2 % - 66,03%. Pemanasan pada suhu 500°C - 900 °C akan terjadi proses pemecahan bahan-bahan organik menjadi karbon. Dengan bertambahnya suhu maka kadar karbon menurun, hal ini dikarenakan dengan meningkatnya suhu maka atom karbon C akan bergabung dengan oksigen membentuk gas CO dan CO₂ yang keluar dari bahan bersama dengan zat terbang yang lainnya.

Analisa Kadar Zat Warna Limbah Cair Industri Kain Jumputan

Arang aktif dari ampas kopi bubuk yang sudah diseduh dengan diameter 10 mesh yang di gunakan untuk menyerap zat warna limbah cair industri kain jumputan yaitu arang aktif yang di aktivasi pada suhu 500°C , 600°C, 700°C dan waktu pemanasan 20 menit. Hubungan antara massa adsorbat terserap per satuan massa adsorben dengan konsentrasi adsorbat dalam keadaan setimbang dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik hubungan massa adsorbat terserap per satuan massa adsorben dengan konsentrasi adsorbat dalam keadaan setimbang

Data yang diperoleh dimasukkan dalam persamaan empiris untuk isoterm adsorpsi yaitu persamaan Freundlich :

$$q_e = K_f + C_e^{1/n}$$

Bentuk linier persamaan Freundlich dapat dinyatakan sebagai :

$$\ln q_e = \ln K_f + (1/n) \ln C_e$$

Plot $\ln q_e$ terhadap $\ln C_e$ akan memperoleh garis lurus dengan slope $1/n$ dan intercept K_f . Nilai $1/n$ yang diperoleh adalah 1.0037 sedangkan nilai K_f adalah 0.021

SIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan karakteristik arang aktif yang memenuhi standar mutu SNI No. 06-3730-1995 yaitu pada suhu 500°C, 600°C , 700°C dan waktu pemanasan 20 menit dengan daya serap terhadap yodium sekitar 750,22% – 809,21% , kadar abu 6,41 %- 9,13% dan kadar air 4,71 %-4,13%., zat terbang 17,26% - 18,62% dan kadar karbon 71,62% - 68,12%. Pada proses penyerapan zat warna limbah cair kain jumputan kesetimbangan tercapai pada waktu 72 jam dengan massa adsorbat terserap per satuan adsorben sebesar 0,2049 mg/g pada suhu aktivasi 700°C. Adsorpsi zat warna limbah cair industri kain jumputan memenuhi persamaan Freundlich dengan diperoleh nilai K_f sebesar 0,021.

DAFTAR PUSTAKA

- Irmanto, Suyata. 2009. *Optimasi Penurunan Nilai BOD, COD dan TSS Limbah Cair Industri Tapioka Menggunakan Arang Aktif dari Ampas Kopi*. Prodi Kimia Fakultas MIPA Universitas Jendral Soedirman.
- Irmanto, Suyata. 2009. *Penurunan Kadar Amonia, Nitrit dan Nitrat Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Arang Aktif dari Ampas Kopi*. Molekul, Vol 4 No.2, hal 105-114, Universitas Jendral Soedirman.
- Juang, R.S, Wu, F.C and R.L Tseng. *Adsorbtion Isoterm of Phenolic Compound from Aqueous Solutions onto Actived Carbon Fiber*. J.Chem.Eng.Data, 41, 487-492, (1996)
- Sembiring, M.T. dan Sinaga. 2003. *Arang Aktif (Pengenalalan dan Proses Pembuatannya)*. USU Press. Medan.
- Suzuki. 1988. *Activated Carbon*. Chem . Eng., 33, 537 – 544.
- Wrigleg, G.. 1988. *Coffee*. Longman Scientific and Technologi Copublished in The United State with John Wiley and Sons, Inc. New York.
- Yosnaini. 1998. *Studi Pembuatan Karbon Aktif dari Kulit Buah Kopi*. Fakultas MIPA, Universitas Sriwijaya. Palembang.
- [www.chem-13-try.org/artikel kimia/biokimia/status kimia indonesia](http://www.chem-13-try.org/artikel_kimia/biokimia/status_kimia_indonesia), Toni Rustamiji on Januari 15, 2009.