

ADSORPTION OF RHODAMINE B DYE BY ACTIVE CARBON  
FROM DURRIAN SHELL (*Durio zibethinus*)

Adsorpsi Zat Warna Rhodamin B oleh Karbon Aktif dari Kulit Durian (*Durio zibethinus*)

Matheis F.J.D.P.Tanasale<sup>1,\*</sup>, I Wayan Sutapa<sup>1</sup>, Ronald R. Topurtawy<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Chemistry Department, Faculty of Mathematics and Natural Sciences  
Pattimura University, Kampus Poka, Jl. Ir. M. Putuhena, Ambon 97134

\*E-mail: [mtanasale@fmipa.unpatti.ac.id](mailto:mtanasale@fmipa.unpatti.ac.id)

Received: June 2014 Published: July 2014

ABSTRACT

The research about adsorption of Rhodamine B dye by active carbon from Durian shell has been done. The active carbon gained from carbonation process which is shell of Durian put into furnace at 350 °C during 2 hours, and then being cold and sieved with 100 mesh sieves. Next process was calcinations at 450 °C flowed by N<sub>2</sub> gases for 2 hours then characterized with XRD spectrophotometer. Activation process is done through submerge of carbon in 3 M of KOH solution for 15 hours and dried in oven at 110 °C for 1 hour, then characterized with XRD. After that, adsorption process toward Rhodamine B dye and the result was tested using UV-Vis spectrophotometer. The results show that optimum condition from active carbon was at adsorbent weight of 0.6 g with contact time 100 minutes at pH 3.0 for adsorbs Rhodamine B concentration of 50 ppm. Adsorption of Rhodamine B dye fitted Freundlich isotherm with correlation coefficient ( $r^2$ ), K and n value were 97.3 %, 21.542 mg/g, and 0.405 respectively.

**Keywords:** active carbon, Durrian shell, Rhodamine B, XRD.

PENDAHULUAN

Rhodamin B merupakan zat warna sintetik yang umum digunakan sebagai pewarna tekstil. Menurut Peraturan Pemerintah RI No. 28, Tahun 2004, rhodamin B merupakan zat warna tambahan yang dilarang penggunaannya dalam produk-produk pangan. Zat warna rhodamin B dapat menyebabkan iritasi saluran pernafasan, iritasi kulit, iritasi pada mata, iritasi pada saluran pencernaan, keracunan, dan gangguan hati. Akan tetapi sampai sekarang masih banyak produsen yang menggunakan zat warna rhodamin B dalam produk makanan dan minuman yang dihasilkannya. Zat warna rhodamin B ditemukan dalam produk kerupuk, jelli/agar-agar, aromanis, minuman serta dalam terasi (Budiono, 2003).

Penggunaan biomaterial sebagai penyerap zat warna rhodamin B merupakan alternatif yang sekarang banyak dikembangkan, karena lebih selektif, pendekatan kompetitif, efektif, dan murah. Sejumlah biomassa yang dilaporkan dapat digunakan sebagai adsorben yaitu tempurung kelapa, kulit kacang tanah, sekam

padi dan jerami, serbuk gergaji, kulit kemiri dan juga kulit durian (Rafattulah dkk, 2010). Seperti diketahui bahwa, selama ini masyarakat hanya memanfaatkan biji dan isi durian sebagai bahan pangan, sedangkan untuk kulit durian belum dimanfaatkan secara optimal, padahal kulit durian memiliki kalor sebesar 3786,95 kal/g dengan kadar abu yang rendah yaitu 4% (Rukmana, 1996) dan merupakan salah satu bahan pembuatan karbon aktif yang digunakan dalam proses adsorpsi, yaitu karbon aktif adalah bahan yang mengandung karbon, yang daya adsorpsinya ditingkatkan melalui proses aktivasi (Rini dan Sutapa, 2005).

Teknik pengolahan zat warna rhodamin B dievaluasi dengan mempertimbangkan akan kemudahan sistem aplikasi lapangan dan sumber daya yang melimpah, maka adsorben yang digunakan adalah karbon aktif. Karbon aktif merupakan padatan berpori yang mengandung karbon, yang berikatan secara kovalen dan bersifat non polar serta daya adsorpsinya ditingkatkan melalui proses aktivasi. Struktur

pori karbon aktif berhubungan dengan luas permukaan, yaitu semakin kecil pori-pori karbon aktif, maka semakin besar luas permukaan.

Dengan demikian, kecepatan adsorpsinya semakin bertambah. Aktivasi karbon aktif dapat dilakukan melalui dua proses yaitu aktivasi kimia dan aktivasi fisika (Rini dan Sutapa, 2005).

Dengan melihat penggunaan aktivator dalam penelitian terdahulu menggunakan asam yang dilakukan oleh Chandra dkk., 2009, maka dalam penelitian ini basa KOH dipilih sebagai aktivator dalam mempelajari efektivitas aktivator basa dalam proses adsorpsi karbon aktif dari kulit durian terhadap zat warna rhodamin B.

## METODOLOGI

### Bahan

Kulit durian, Akuades, KOH (p. a. merck), Gas nitrogen, HCl (p. a. merck), Kalium hidrogen ftalat (p. a. merck), NH<sub>3</sub>(p. a. merck) NaOH (p. a. merck), NaHCO<sub>3</sub> (p. a. merck), K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> (p. a. merck), KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (p. a. merck), Kertas saring Whatman no. 42, Zat warna rhodamin B (p. a. merck).

### Alat

Spektrofotometer UV-VIS (Shimadzu UV-1201), Difraktometer XRD (Shimadzu XD-160), Desikator, Pengerus, Ayakan Tatonas (100 mesh), Neraca analitik Ohaus, Shaker, Oven, Alat kalsinasi, Seperangkat alat gelas, Tanur.

### Prosedur Kerja

#### Proses kalsinasi dan aktivasi karbon kulit durian

Sampel arang dimasukkan dalam perangkat alat kalsinasi yang dipanaskan pada suhu 450 °C dan dialiri dengan gas nitrogen, selama 2 jam. Selanjutnya diaktivasi dengan cara, 30 g karbon kulit durian direndam dalam reagen aktivator KOH 3 M selama 15 jam disaring dan dicuci dengan akuades. Karbon aktif yang dihasilkan kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 110 °C selama 1 jam, selanjutnya didinginkan dalam desikator dan dikarakterisasikan dengan X-RD.

#### Uji keasaman permukaan sebelum dan setelah diaktivasi

Metode yang digunakan untuk menentukan keasaman permukaan dari karbon aktif adalah metode gravimetri. Karbon yang dihasilkan dari kulit durian, diambil sebanyak 0,2 g, dimasukkan dalam wadah dan diletakkan dalam desikator yang di dalamnya terdapat adsorbat amonia (p.a). Desikator ditutup selama 24 jam, kemudian dikeluarkan dan dibiarkan selama 2 jam pada tempat terbuka untuk melepaskan basa yang teradsorpsi fisik. Bobot karbon aktif yang telah mengadsorpsi basa diukur untuk mendapatkan mol basa yang teradsorpsi pada karbon dengan rumus:

$$\text{Bobot teradsorpsi} = \frac{(W_3 - W_2)}{(W_2 - W_1) \times BM}$$

Dengan :

- $W_1$  = Bobot kosong
- $W_2$  = Bobot wadah dan cuplikan
- $W_3$  = Bobot wadah dan cuplikan yang telah mengadsorpsi amonia.
- $BM$  = Bobot molekul amonia

#### Proses kalsinasi dan aktivasi karbon kulit durian

Sampel arang dimasukkan dalam perangkat alat kalsinasi yang dipanaskan pada suhu 450 °C dan dialiri dengan gas nitrogen, selama 2 jam. Selanjutnya diaktivasi dengan cara, 30 g karbon kulit durian direndam dalam reagen aktivator KOH 3 M selama 15 jam disaring dan dicuci dengan akuades. Karbon aktif yang dihasilkan kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 110 °C selama 1 jam, selanjutnya didinginkan dalam desikator dan dikarakterisasikan dengan XRD.

#### Variasi jumlah adsorben

Karbon aktif masing-masing sebanyak 0,2 g, 0,4 g, 0,6 g, 0,8 g, dan 1,0 g dimasukkan ke dalam erlenmeyer yang berisi 25 ml larutan zat warna rhodamin B 30 ppm kemudian larutan dishaker dengan kecepatan 300 rpm selama 60 menit. Selanjutnya filtrat dan endapan dipisahkan dengan cara disaring. Filtrat yang diperoleh dianalisis dengan UV-Vis.

#### Variasi konsentrasi

Sebanyak 5 buah erlenmeyer 100 mL disiapkan dan dimasukkan arang aktif sebanyak 0,6 g ke dalam masing-masing erlenmeyer, kemudian ditambahkan 25 ml larutan zat warna rhodamin B dengan konsentrasi 10, 20, 30, 40 dan 50 ppm. Selanjutnya larutan dishaker dengan kecepatan 300 rpm selama 60 menit dan didiamkan selama 2 menit. Filtrat kemudian dianalisis kadar zat warna rhodamin B dengan menggunakan UV-Vis.

#### Variasi waktu kontak

Arang aktif sebanyak 0,6 g dimasukkan ke dalam 5 buah erlenmeyer yang berisi 25 ml larutan zat warna rhodamin B selanjutnya larutan dishaker dengan kecepatan 300 rpm dengan variasi waktu kontak masing – masing 20, 40, 60, 80, 100, 120 dan 140 menit. Setelah itu disaring dengan kertas saring dan filtratnya diukur absorbansinya dengan UV-Vis untuk menentukan konsentrasi zat warna rhodamin B yang teradsorpsi.

#### Variasi pH

Disiapkan 3 buah erlenmeyer yang diisi larutan dengan variasi pH 3, pH 7, pH 11 yang diatur menggunakan buffer. Buffer yang digunakan untuk variasi pH berturut – turut yaitu: kalium hidrogen ftalat 0,1 M, HCl 0,1 M, dan aquades; larutan  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  0,1 M ;  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  0,1 M, aquades; dan larutan  $\text{NaHCO}_3$  0,05 M, NaOH 0,1 M, aquades dengan perbandingan volume masing – masing berbeda untuk tiap buffer (Mulyono, 2008). Buat konsentrasi maksimum zat warna rhodamin B dengan pH larutan 3, 7, dan 11 dengan larutan buffer. Selanjutnya diambil 25 mL larutan pada masing – masing pH ditambahkan 1,0 g karbon aktif. Kemudian larutan dishaker dengan kecepatan 300 rpm selama waktu kontak optimum. Setelah itu, larutan yang diadsorpsi oleh karbon aktif disaring dengan kertas saring, selanjutnya filtrat tersebut diukur dengan UV-Vis.

#### Penentuan isoterm adsorpsi berdasarkan variasi konsentrasi

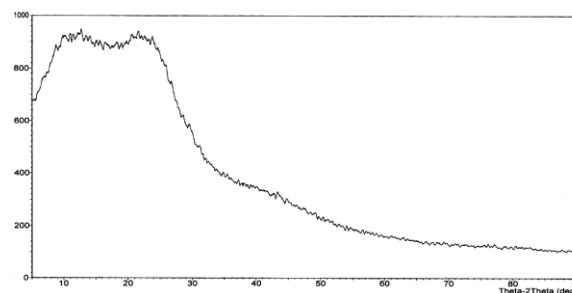
Sebanyak 5 buah erlenmeyer 100 mL disiapkan dan dimasukkan arang aktif sebanyak 0,6 g ke dalam masing-masing erlenmeyer, kemudian ditambahkan 25 ml larutan zat warna

rhodamin B yang telah diatur pH yaitu pH 3 dengan konsentrasi 10, 20, 30, 40 dan 50 ppm. Selanjutnya larutan dikocok selama 100 menit dan didiamkan selama 2 menit. Filtrat kemudian dianalisis kadar zat warna rhodamin B dengan menggunakan UV-Vis. Kemudian dilakukan perhitungan untuk menentukan isoterm adsorpsi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Preparasi Arang dari Kulit Durian

Analisis difraksi sinar-X dilakukan menggunakan alat XRD Shimadzu XD- 160 dengan panjang gelombang 1,54060 Å menggunakan radiasi dari tabung target Cu, tegangan 40,0 kV, arus 30,0 mA dan daerah pengamatan antara  $5,000^\circ$  –  $90,000^\circ$ , selama 0,24 detik. Hasil karakterisasi dengan XRD dapat dilihat pada Gambar 1.



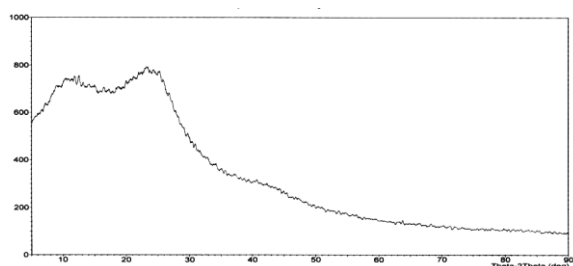
Gambar 1. Difraktogram XRD Karbon Sebelum Aktivasi

Berdasarkan difraktogram XRD yang diperlihatkan pada Gambar 5, data kristalinitas untuk sampel arang sebelum aktivasi meliputi pemisahan interlayer arang yaitu berturut – turut untuk tiga peak utama menunjukkan jarak antar kisi arang yaitu 3,75 Å, 3,62 Å, dan 9,07 Å, ketiga peak tersebut berada pada daerah  $2\theta$  masing – masing adalah  $23,72^\circ$ ,  $24,58^\circ$  dan  $9,74^\circ$ .

### Kalsinasi dan Aktivasi Arang dari Kulit Durian

Karbon yang telah diaktivasi kemudian dikarakterisasikan dengan XRD dan hasilnya memiliki puncak yang melebar, menunjukkan bahwa arang tersebut mempunyai derajat kekristalan yang rendah, dan sebaliknya jika intensitasnya berubah serta hilangnya puncak yang melebar menunjukkan penambahan KOH

mengakibatkan perubahan kekristalan adsorben, yang diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Difraktogram XRD Karbon Sesudah Aktivasi

Dari Gambar 6 disimpulkan bahwa terdapat juga tiga peak utama yang sama nilainya berturut-turut 3,523 Å, 3,795 Å, dan 3,329 Å dengan masing-masing berada pada nilai 2θ dengan nilai yang bergeser yaitu 25,260°, 23,420°, dan 26,760°, yang berbeda dengan nilai 2θ pada difraktogram arang sebelum aktivasi. Pergeseran ini menunjukkan terjadinya perbedaan jarak antar muka kristal arang yang disebabkan oleh zat aktivator KOH.

#### Penentuan keasaman padatan karbon aktif

Keasaman padatan dapat dinyatakan sebagai kekuatan asam dan jumlah situs asam. Penentuan keasaman karbon aktif dilakukan dengan metode gravimetri, yaitu adsorpsi amoniak. Keasaman karbon aktif sebanding dengan banyaknya uap amoniak yang teradsorpsi oleh karbon aktif dimana proses adsorpsinya dilakukan dengan memanfaatkan keadaan vakum pada desikator agar tidak ada basa lain serta uap air yang teradsorpsi selain amoniak. Maka hasil yang diperoleh pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan keasaman bobot amoniak yang teradsorpsi karbon sebelum dan sesudah aktivasi

Sampel Karbon	Cawan Kosong (g)	Cawan+ Sampel (g)	Cawan+ sampel Setelah teradsorpsi (g)	Berat Teradsorpsi (10 <sup>-3</sup> ) (mol g <sup>-1</sup> )
Sebelum diaktivasi	34,2710	34,4736	34,5124	0,17
Sesudah diaktivasi	32,4501	32,6522	32,6528	11,3

Keasaman padatan harus ditentukan untuk mengetahui kemampuan adsorpsi karbon aktif yang dilakukan dengan metode gravimetri.

Jumlah asam dari suatu padatan dapat diperoleh dengan cara mengukur jumlah basa yang teradsorpsi secara kimia (kemisorpsi), dalam fase gas. Basa yang digunakan adalah NH<sub>3</sub> piridin, pepiredin, quinolin, trimetilamin dan pirol yang juga terdapat dalam situs asam dengan kekuatan adsorpsi yang proporsional dengan kekuatan asam. Yang digunakan adalah NH<sub>3</sub> dan terlihat jelas bahwa berat NH<sub>3</sub> yang teradsorpsi dari karbon sebelum aktivasi ke karbon sesudah aktivasi makin bertambah, hal ini disebabkan karena bertambah luasnya permukaan karbon akibat proses kalsinasi dan proses aktivasi sehingga memungkinkan lebih banyaknya adsorbat amoniak yang teradsorpsi.

#### Variasi jumlah adsorben

Pada variasi jumlah adsorben 0,2 g, 0,4 g, 0,6 g, 0,8 g, 1,0 g untuk adsorpsi zat warna rhodamin B dilakukan dengan menggunakan 25 ml larutan rhodamin B 30 ppm, dengan waktu kontak 60 menit dan kecepatan sheaker 300 rpm, maka hasilnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengukuran absorbansi zat warna rhodamin B pada variasi jumlah adsorben

m (g)	Absorbansi	C <sub>o</sub> (ppm)	C <sub>e</sub> (ppm)	C <sub>o</sub> -C <sub>e</sub> (ppm)
0,2	0,311	30	1,147	28,853
0,4	0,140	30	0,613	29,387
0,6	0,105	30	0,503	29,497
0,8	0,115	30	0,534	29,466
1,0	0,117	30	0,541	29,459

Keterangan;

C<sub>o</sub> : konsentrasi zat warna rhodamin B sebelum proses adsorpsi

C<sub>e</sub> : konsentrasi zat warna rhodamin B sesudah proses adsorpsi

C<sub>o</sub>-C<sub>e</sub> : konsentrasi zat warna rhodamin B yang terjerap oleh karbon aktif.

Tabel 2 memperlihatkan bahwa, pada berat adsorben 0,2 g mampu menyerap konsentrasi rhodamin sebesar 28,853 ppm, dan makin meningkat untuk 0,4 g dan 0,6 g yaitu 29,387 ppm dan 29,497 ppm namun untuk 0,8 g dan 1,0 g konsentrasi zat warna rhodamin B yang terjerap sedikit berkurang jika dibandingkan dengan konsentrasi rhodamin yang terjerap pada berat adsorben 0,6 g, di atas kemampuan tersebut

karbon mengalami kejenuhan, terjadi himpitan antara karbon yang satu dengan yang lainnya sehingga daya adsorpsinya menurun.

**Variasi konsentrasi**

Tabel 3. Hasil pengukuran absorbansi zat warna rhodamin B pada variasi konsentrasi

$C_o$ (ppm)	Absorbansi	$C_e$ (ppm)	$C_o-C_e$ (ppm)	Q (%)
10	0,158	0,669	9,331	93,310
20	0,192	0,775	19,225	96,125
30	0,283	1,059	28,941	96,470
40	0,360	1,300	38,700	96,750
50	0,361	1,303	48,697	97,394

Pada variasi konsentrasi zat warna rhodamin B 10 ppm, 20 ppm, 30 ppm, 40 ppm, dan 50 ppm dengan menggunakan waktu kontak 60 menit, berat adsorben 0,6 gram dan kecepatan sheaker 300 rpm, maka hasilnya dapat dilihat pada Tabel 3. Berdasarkan data hasil adsorpsi zat warna rhodamin B dengan variasi konsentrasi pada Tabel 3 maka konsentrasi maksimum teradsorpsi ada pada konsentrasi 50 ppm yang memiliki nilai Q paling besar yaitu 97,394 %.

**Variasi waktu kontak**

Pada variasi waktu kontak 20, 40, 60, 80, 100, 120, dan 140 menit untuk adsorpsi 25 mL zat warna rhodamin B 50 ppm dengan berat adsorben 0,6 g dan kecepatan sheaker 300 rpm, maka hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengukuran absorbansi zat warna rhodamin B pada variasi waktu kontak

Waktu (menit)	Absorbansi	$C_o$ (ppm)	$C_e$ (ppm)	$C_o-C_e$ (ppm)
20	0,398	50	1,419	48,581
40	0,376	50	1,350	48,650
60	0,324	50	1,188	48,812
80	0,290	50	1,081	48,919
100	0,267	50	1,009	48,991
120	0,300	50	1,113	48,887
140	0,310	50	1,144	48,856

Bila karbon aktif ditambahkan dalam suatu cairan, dibutuhkan waktu untuk mencapai kesetimbangan. Waktu kontak yang cukup diperlukan karbon aktif untuk mengadsorpsi zat warna rhodamin B, semakin lama waktu kontak semakin banyak zat warna rhodamin B yang teradsorpsi karena semakin lama waktu kontak antara partikel zat warna rhodamin B dengan karbon aktif untuk bersinggungan. Tetapi apabila adsorbennya sudah jenuh, waktu kontak tidak lagi berpengaruh (Wirawan, 2008).

Besarnya konsentrasi yang terjerap juga sangat tergantung pada waktu adsorpsi atau waktu kontak antara zat warna rhodamin B dengan adsorben karbon aktif. Dari Tabel 4, hasilnya menunjukkan bahwa waktu kontak dari 20 menit sampai 100 menit konsentrasi zat warna rhodamin B yang terjerap semakin besar, namun pada waktu kontak 120 menit dan 140 menit konsentrasi zat warna rhodamin B yang terjerap semakin kecil jika dibandingkan dengan waktu kontak 100 menit. Penurunan konsentrasi yang teradsorpsi disebabkan karena telah terjadinya kesetimbangan antara zat warna rhodamin B dengan karbon aktif, ini berarti saat terjadi keadaan setimbang dimana adsorben tidak dapat menyerap adsorbat maka semakin kecil konsentrasi yang terjerap pada adsorben, dari hasil pada tabel 4 diketahui bahwa keadaan setimbang terjadi pada waktu kontak 100 menit, dan ini merupakan waktu kontak optimum adsorpsi zat warna rhodamin B oleh karbon aktif dari kulit durian.

**Variasi pH**

Pada variasi pH larutan zat warna rhodamin B untuk pH 3, pH 7 dan pH 11 digunakan 25 mL zat warna rhodamin B 50 ppm, waktu kontak 100 menit, berat adsorben 0,6 gram dan kecepatan sheaker 300 rpm, maka hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil pengukuran absorbansi zat warna rhodamin B pada variasi pH

pH	Absorbansi	$C_o$ (ppm)	$C_e$ (ppm)	$C_o-C_e$ (ppm)
3	0,213	50	0,841	49,159
7	0,370	50	1,331	48,669
11	0,604	50	2,063	47,937

Pada variasi pH, perwakilan yang digunakan yaitu pH 3 (pH asam), 7 (pH netral) dan 11 (pH basa). Untuk mendapatkan kondisi larutan berada pada pH yang ditentukan maka dibutuhkan larutan buffer untuk tiga kondisi pH tersebut. Setelah diinteraksikan, konsentrasi zat warna rhodamin B yang terjerap paling besar untuk tiga pH tersebut adalah larutan dalam suasana asam (pH 3), jika dibandingkan dengan suasana netral (pH 7) dan suasana basa (pH 11). Dengan demikian pH sangat berpengaruh pada daya serap karbon aktif.

**Penentuan isoterm adsorpsi berdasarkan variasi konsentrasi**

Dari data variasi konsentrasi maka kita dapat menentukan isoterm adsorpsi yang cocok untuk adsorpsi zat warna rhodamin B oleh arang aktif dari kulit durian yaitu isoterm yang memiliki nilai persentase linear ( $R^2$ ) yang paling besar dari dua isoterm yang dipakai yaitu isoterm Langmuir dan Freundlich.

Tabel 6. Parameter adsorpsi zat warna rhodamin B untuk isoterm Langmuir dan isoterm Freundlich berdasarkan konsentrasi

$C_o$ (ppm)	Absorbansi	$C_e$ (ppm)	$C_o-C_e$ (ppm)	Q (%)	$x/m$	$\frac{C_e}{(x/m)}$	$\ln C_e$	$\ln (x/m)$
10	0,110	0,519	9,481	94,810	3,590	0,131	-0,656	1,374
20	0,149	0,641	19,359	96,795	8,066	0,079	-0,445	2,088
30	0,198	0,794	29,206	97,353	12,108	0,066	-0,231	2,494
40	0,245	0,941	39,059	97,648	16,275	0,058	-0,061	2,790
50	0,246	0,944	49,056	98,112	20,440	0,046	-0,058	3,017

Keterangan;

$C_o$  : konsentrasi zat warna rhodamin B sebelum proses adsorpsi

$C_e$  : konsentrasi zat warna rhodamin B sesudah proses adsorpsi

$C_o-C_e$  : konsentrasi zat warna rhodamin B yang terjerap oleh karbon aktif.

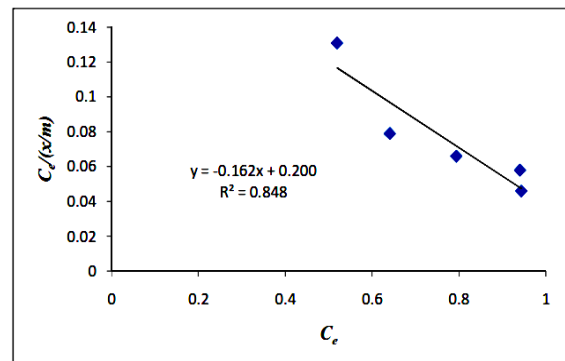
Nilai  $x/m$  diperoleh dari :

$$\frac{x}{m} = \frac{(C_o - C_e)xV(L)}{m(g)}$$

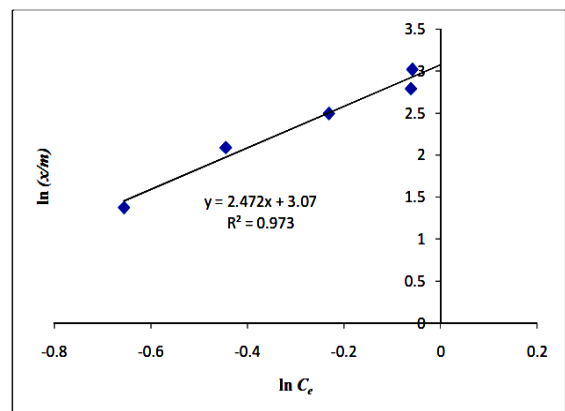
Adsorpsi larutan pada zat padat dapat mengikuti isoterm adsorpsi Langmuir atau

Freundlich. Isoterm Langmuir didasarkan pada hubungan  $C_e$  terhadap  $C_e/(x/m)$  sedangkan adsorpsi model Freundlich didasarkan pada hubungan  $\ln C_e$  versus  $\ln (x/m)$ . Untuk menentukan apakah adsorpsi zat warna rhodamin B oleh karbon aktif sesuai dengan isoterm Langmuir atau Freundlich maka dibuat kurva yang menentukan hubungan linier  $C_e$  versus  $C_e/(x/m)$  dan  $\ln C_e$  versus  $\ln (x/m)$  dengan membandingkan nilai garis kuadrat terkecil atau koefisien korelasi maka dapat ditentukan isoterm adsorpsi apa yang sesuai (Atkins, 1997) yang dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4.

Menurut Oscik (1982) model isoterm adsorpsi Langmuir mengasumsikan permukaan adsorben mempunyai sejumlah tertentu situs adsorpsi yang sebanding dengan luas permukaan adsorben. Masing-masing situs aktif dari adsorben hanya dapat mengadsorpsi satu molekul adsorbat saja sehingga yang terbentuk adalah lapisan adsorpsi *monolayer* (lapisan tunggal).



Gambar 3. Grafik Linier  $C_e$  vs  $C_e/(x/m)$  menurut Isoterm Langmuir



Gambar 4. Grafik Linier  $\ln C_e$  vs  $\ln (x/m)$  menurut Isoterm Freundlich

Dari kurva isoterm adsorpsi berdasarkan variasi konsentrasi pada Gambar 3 dan Gambar 4, dapat ditentukan besarnya kapasitas atau kemampuan penyerapan zat warna rhodamin B oleh karbon aktif berdasarkan garis lurus isoterm adsorpsi dengan melihat isoterm yang sesuai koefisien korelasinya ( $r^2$ ) Isoterm Langmuir yang menghubungkan  $C_e$  terhadap  $C_e/(x/m)$  memiliki koefisien korelasi sebesar 84,8 %. Isoterm adsorpsi Freundlich yang menghubungkan  $\ln C_e$  versus  $\ln (x/m)$  sebesar 97,3 %. Dari nilai-nilai koefisien korelasi ini maka nilai yang mendekati 100 % merupakan isoterm yang cocok untuk adsorpsi zat warna rhodamin B oleh karbon aktif dari kulit durian, yaitu mengikuti isoterm Freundlich.

Berdasarkan kurva isoterm Freundlich, maka nilai  $K_F$  dan  $n$  dapat dihitung dengan menggunakan persamaan isoterm Freundlich sehingga diperoleh nilai  $K_F$  sebesar 21,542 mg/g dan  $n$  sebesar 0,405. Nilai  $K_F$  menunjukkan kapasitas jerap suatu adsorben. Semakin besar nilai  $K_F$  semakin besar pula kapasitas adsorben dalam menyerap adsorbat (Lynam dkk, 1995). Nilai  $K_F$  yang diperoleh pada penelitian ini cukup besar, ini berarti bahwa kapasitas karbon aktif dari kulit durian dalam menyerap zat warna rhodamin B cukup bagus. Hal ini disebabkan karena zat warna rhodamin B mempunyai gugus fungsional yang bersifat asam yaitu (COOH) dan ( $N^+(C_2H_5)_2$ ), adanya gugus-gugus ini akan menyebabkan kemungkinan terjadinya suatu adsorpsi kimia (Widjanarko 2006).

Nilai  $1/n$  menunjukkan indikator ketergantungan konsentrasi yang berhubungan dengan adsorpsi. Nilai  $n$  menunjukkan derajat nonlinieritas antara konsentrasi larutan adsorpsi, yaitu mengukur penyimpangan linieritas adsorpsi dan biasanya digunakan untuk mengetahui tingkat kebenaran suatu adsorpsi. Dengan nilai  $n < 1$ , maka dipastikan bahwa proses adsorpsi ini merupakan proses kemisorpsi dan jika  $n > 1$ , dipastikan bahwa adsorpsi yang terjadi merupakan proses fisisorpsi (Ozcan dkk, 2005).

Nilai  $n = 0,405$  maka proses yang terjadi pada adsorpsi zat warna rhodamin B oleh karbon aktif dari kulit durian merupakan proses kemisorpsi. Adsorpsi fisik terjadi terutama karena adanya ikatan Van Der Waals dan merupakan sejumlah kejadian yang dapat balik, sedangkan adsorpsi kimia terjadi reaksi kimia

antara padatan dengan larutan adsorbat, reaksi yang terjadi tidak dapat balik (Setyowati, 1998).

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kulit durian yang merupakan limbah pertanian dapat dimanfaatkan sebagai karbon aktif yang berfungsi sebagai adsorben untuk menyerap limbah kimia cair salah satunya adalah zat warna rhodamin B.
2. Dari penelitian yang dilakukan diperoleh karbon aktif dengan jumlah adsorben 0,6 gram, waktu kontak optimum 100 menit dan pH larutan dalam suasana asam (pH 3), serta konsentrasi maksimum yang diperoleh adalah 50 ppm.
3. Adsorpsi zat warna rhodamin B oleh karbon aktif dari kulit durian mengikuti isoterm adsorpsi Freundlich dengan nilai koefisien korelasi ( $r^2$ ) sebesar 97,3%,  $K_F$  sebesar 21,542 mg/g dan nilai  $n$  sebesar 0,405 menunjukkan proses adsorpsi yang terjadi pada adsorpsi zat warna rhodamin B oleh karbon aktif dari kulit durian merupakan proses kemisorpsi di mana terjadi reaksi kimia antara padatan dengan larutan adsorbat dan reaksi yang terjadi tidak dapat balik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Atkins P. W., 1997. *Kimia Fisika*. Jilid 2, Penerjemah I Kartohadiprojo. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Budiono, P, 2008. Analisis rhodamin B dalam saos dan cabe giling di pasar kecamatan laweyan kotamadya Surakarta dengan kromatografi lapis tipis. *Skripsi sarjana*. Fakultas Farmasi Universitas Muhamadiyah, Surakarta.
- Chandra. T. C, M. M. Mirna, Y. Sudaryanto, dan S. Ismadji, 2007. Adsorption of basic dye onto Activated carbon prepared from durian shell : Studies of adsorption equilibrium and kinetics, *Chem. Eng. J.* 121-129.
- Lynam, M. M., Kilduff, J. E., dan Weber, W. J. Jr, 1995, Adsorption of Pnitrophenol from Diluten Aquadeous Solution, *J.ChemEdu*, 72:80-84.
- Mulyono HAM., 2008. Membuat Reagen Kimia di Laboratorium, Diterbitkan oleh PT Bumi Aksara, Jl. Sawo Raya No. 18, Jakarta 13220.



- Ozcan, A. S., Edem, dan Ozcon, A., 2005, Adsorption of Acid Blue 193 From Aqueous Solution onto BTMA-Bentonite Colloid Surface. *Phsycochem Eng. Aspects*, Vol 266, Hal 73 – 81.
- Raffatulah, M., Sulaiman, O., Hashim, R., dan Ahmad A. 2010. Adsorption of methylene blue on low-cost adsorbent : a review. *Chem. Eng. J.*, 177, 7080.
- Rini. P., dan Sutapa. J. P. G., 2005. *Mutu Arang Aktif dari Limbah Kayu Mahoni sebagai Bahan Penjernih Air*, Fakultas Kehutanan Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Rukmana, R., 1996. *Durian Budidaya dan Pascapanen*. Penerbit Kanisius. Jakarta.
- Setyowati, E., 1998. Uji Kemampuan Karbon Aktif Ampas Tebu dengan Aktivator ZnCl terhadap Fenol, *Tugas Akhir*. Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil Pertanian – Institut Teknologi Surabaya.
- Widjanarko P. I., 2006. Kinetika Adsorpsi Zat warna Congo Red dan Rhodamin B dengan Menggunakan Serabut Kelapa dan Ampas Tebu, *Skripsi Sarjana*. Jurusan Teknik Kimia, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
- Wirawan, T., 2008. Adsorpsi Tembaga (Cu) oleh Arang Aktif dari Tempurung Jarak Pagar (*Jtropa curcas L*). *Jurnal Kimia Mulawarman*. Vol 6 hal 4348.