

PEMANFAATAN LIMBAH KULIT BUAH KAKAO (*Theobroma cocoa L.*) SEBAGAI ADSORBEN ZAT WARNA RHODAMIN B

Hening Purnamawati¹, Budi Utami²

^{1,2}Pendidikan Kimia, PMIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir. Sutami 36 A, Surakarta
Email: h_ning37@yahoo.com

Abstrak

Tujuan penelitian untuk mengetahui: (1) kulit buah kakao dapat digunakan sebagai adsorben *Rhodamin B* (2) struktur adsorben sebelum dan setelah diaktivasi menggunakan HNO₃ 0,6 M (3) massa adsorben optimum untuk mengadsorpsi *Rhodamin B* (4) waktu kontak optimum untuk mengadsorpsi *Rhodamin B* (5) pola isoterm adsorpsi. Penelitian dilakukan dengan metode eksperimen. Adsorben diaktivasi dengan HNO₃ 0,6 M. Penentuan massa adsorben optimum dilakukan dengan mereaksikan 0,05; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3 gram adsorben dengan 50 mL *Rhodamin B* dan konsentrasi 2 ppm selama 30 menit. Penentuan waktu kontak optimum dilakukan dengan mereaksikan adsorben sesuai massa optimum dengan 50 mL *Rhodamin B* dan konsentrasi 2 ppm selama 10, 20, 30, 40, 50, 60 menit. Penentuan pola isoterm adsorpsi menggunakan *Rhodamin B* dengan konsentrasi 2, 4, 6, 8, 10, 12 ppm. Analisis konsentrasi menggunakan spektrofotometer UV-Vis dan analisis gugus fungsi menggunakan spektrokopi FTIR. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) Kulit buah kakao dapat digunakan sebagai adsorben *Rhodamin B* (2) Adsorben setelah diaktivasi memiliki karakter lebih baik daripada sebelum diaktivasi. (3) Massa adsorben optimum adalah 0,2 gram dengan daya jerap 94,06%. (4) Waktu kontak optimum adalah 30 menit dengan daya jerap 98,78%. (5) Pola isoterm adsorpsi mengikuti isoterm Langmuir dan Freundlich tetapi cenderung isoterm Langmuir.

Kata kunci : Kulit buah kakao, Adsorben, *Rhodamin B*, HNO₃.

I. Pendahuluan

Kakao merupakan salah satu komoditas perkebunan yang peranannya cukup penting bagi perekonomian nasional, khususnya penyedia lapangan kerja, sumber pendapatan dan devisa negara. Komoditas kakao menempati peringkat keempat ekspor perkebunan dalam menyumbang devisa negara, setelah komoditas minyak sawit, karet dan kopi. Pada tahun 2012 ekspor kakao mencapai US\$ 1.053,5 dan pada tahun 2013 meningkat menjadi US\$ 1.161,6 [1].

Pada tahun 2008 areal perkebunan kakao Indonesia tercatat seluas 1.425.216 hektar. Bahkan pada tahun 2012 luas areal perkebunan kakao di Indonesia bertambah mencapai 1.732.954 hektar dengan total produksi 936.266 ton [2]. Peningkatan luas areal penanaman maupun peningkatan produksi kakao persatuan luas tersebut akan mengakibatkan jumlah limbah buah kakao

semakin meningkat. Komponen limbah buah kakao yang terbesar berasal dari kulit buahnya. Apabila limbah kulit buah kakao tidak ditangani secara serius maka akan menimbulkan masalah lingkungan seperti baunya yang tidak sedap.

Belakangan ini pemanfaatan limbah kulit buah kakao sendiri masih sangat terbatas, dimana masyarakat memanfaatkan limbah kulit kakao hanya sebagai pakan ternak dan pupuk kompos saja. Namun pada umumnya limbah kulit kakao yang dihasilkan hanya dibiarkan membusuk begitu saja di sekitar area perkebunan sehingga nilai ekonomi yang diperoleh dari pemanfaatan tersebut masih cukup rendah. Kulit buah kakao merupakan limbah lignoselulosa yang mengandung komponen utama berupa lignin, selulosa dan hemiselulosa. Menurut Ammirroenas (1990), kulit buah kakao mengandung selulosa 36,23%, hemiselulosa 1,14% dan lignin 20-27,95% [3]. Kandungan selulosa yang cukup tinggi pada kulit buah kakao ini yang

berpotensi untuk diolah lebih lanjut menjadi adsorben untuk menangani masalah pencemaran air oleh limbah zat warna maupun limbah pencemar lainnya.

Pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh limbah zat warna akhir-akhir ini terus meningkat. Hal ini terjadi seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang menyebabkan banyaknya industri tekstil yang menggunakan zat warna. Limbah zat warna yang dihasilkan dari industri tekstil umumnya merupakan senyawa organik *non-biodegradable*, yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan terutama lingkungan perairan. Limbah tersebut merupakan limbah cair yang memiliki warna pekat, umumnya berasal dari sisa-sisa zat-zat warna yang merupakan suatu senyawa kompleks aromatik yang sulit didegradasi, sehingga keberadaannya dilingkungan dapat menjadi sumber penyakit karena bersifat karsinogenik dan mutagenik [4].

Dalam industri tekstil, *Rhodamin B* termasuk salah satu zat warna yang sering digunakan, hal ini dikarenakan harga *Rhodamin B* yang ekonomis dan mudah diperoleh. Zat warna *Rhodamin B* merupakan zat warna dasar yang penting dalam proses pewarnaan pada industri tekstil dan kertas. *Rhodamin B* sangat berbahaya karena dapat menyebabkan iritasi dan kanker pada manusia. Lebih lagi, dalam konsentrasi tinggi efek kronis *Rhodamin B* dapat menyebabkan kerusakan pada hati [5].

Pencemaran lingkungan akibat dari limbah zat warna tersebut dapat ditangani dengan cara dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan. Ada beberapa cara pengolahan limbah industri telah banyak dilakukan, antara lain secara kimia menggunakan koagulan, secara fisika dengan adsorpsi menggunakan arang aktif, dan secara biologi menggunakan mikroba. Namun, metode tersebut memiliki beberapa kekurangan. Pengolahan limbah secara kimia menggunakan koagulan akan menghasilkan lumpur dalam jumlah yang relatif besar, sehingga membutuhkan pengolahan lebih lanjut terhadap lumpur yang terbentuk. Penggunaan arang aktif dalam pengolahan limbah meskipun sangat efektif, tetapi memerlukan biaya yang cukup tinggi karena harganya relatif mahal, terutama jika

digunakan dalam skala besar atau konsentrasi limbah yang tinggi [6].

Penggunaan adsorben merupakan metode alternatif dalam pengolahan limbah zat warna tersebut. Metode ini efektif dan murah karena dapat dibuat dari bahan-bahan limbah pertanian atau perkebunan yang banyak mengandung selulosa, salah satunya adalah limbah kulit buah kakao. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kulit buah kakao dapat digunakan sebagai adsorben logam Pb dengan kemampuan adsorpsi kulit buah kakao lebih baik daripada kulit kopi [7]. Selain itu, ada penelitian yang menunjukkan bahwa kulit buah kakao juga dapat digunakan sebagai adsorben zat warna biru metilen dari limbah tekstil [8]. Hal tersebut menunjukkan bahwa kulit buah kakao dapat digunakan sebagai adsorben. Sebelum digunakan sebagai adsorben, untuk meningkatkan daya jerap kulit buah kakao dapat dilakukan aktivasi menggunakan larutan asam atau basa. Aktivasi dengan larutan asam paling umum digunakan dan terbukti efektif dalam meningkatkan kapasitas adsorpsi [9]. Hal ini diperkuat dari penelitian sebelumnya bahwa aktivasi adsorben dari kulit singkong dengan asam nitrat memberikan kapasitas adsorpsi yang lebih besar dibandingkan dengan aktivasi dengan asam fosfat [10].

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dipaparkan di atas maka pada penelitian ini maka peneliti membuat adsorben dari kulit buah kakao yang digunakan untuk mengurangi kandungan zat warna dalam larutan zat warna *Rhodamin B* sekaligus menentukan kondisi optimum adsorpsi meliputi massa adsorben dan waktu adsorpsi serta menentukan pola isoterm adsorpsi. Sebagai adsorbatnya digunakan zat warna sintesis yaitu *Rhodamin B*. Zat warna ini dipilih karena dipandang cukup mewakili zat warna yang digunakan dalam perindustrian.

II. Pembahasan

2.1 Preparasi Adsorben

Pada tahap preparasi ini, kulit buah kakao dipotong kecil-kecil, dicuci dengan air mengalir dan direndam dengan aquades selama 2-3 jam sehingga kulit kakao yang diperoleh benar-benar bersih. Setelah itu kulit buah kakao tersebut dioven pada suhu 70°C selama 24 jam, digiling dengan blender dan

diayak dengan ayakan 100 mesh sehingga diperoleh serbuk kulit buah kakao dengan warna coklat muda, tekstur halus dan berukuran seragam.

2.1.2 Aktivasi Adsorben

Tahap berikutnya adalah tahap aktivasi. Aktivasi ini dilakukan dengan cara mencampur adsorben sebanyak 60 gram dengan 396 mL HNO₃ 0,6 M kemudian dikocok dengan *shaker* selama 30 menit dengan kecepatan 70 rpm. Setelah itu, campuran disaring dan residu dikeringkan dalam oven pada suhu 50 selama 24 jam, kemudian suhu dinaikkan menjadi 105°C lalu didinginkan. Selanjutnya residu tersebut direndam dalam aquades panas untuk menghilangkan kelebihan asam kemudian disaring dan dikeringkan pada suhu 50°C selama 24 jam sehingga diperoleh adsorben kulit buah kakao yang kering dan berwarna coklat tua sebanyak 28 gram

Aktivasi dengan larutan asam dapat melepaskan pengotor atau ion logam seperti Ca²⁺, K⁺, dan Mg²⁺ yang menutupi sebagian pori-pori dari kulit buah kakao, sehingga pori-pori kulit buah kakao menjadi lebih terbuka dan permukaan menjadi bersih dan lebih luas [11]. Jadi dengan aktivasi ini, kulit buah kakao akan lebih optimal ketika digunakan sebagai adsorben.

2.3 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Rhodamin B

Hasil pemindaian absorbansi larutan *Rhodamin B* menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 500-600 nm didapatkan panjang gelombang maksimum sebesar 553 nm dengan nilai adsorbansi 0,642. Secara teori, panjang gelombang maksimum *Rhodamin B* adalah 553 nm.

2.4 Pembuatan Kurva Kalibrasi

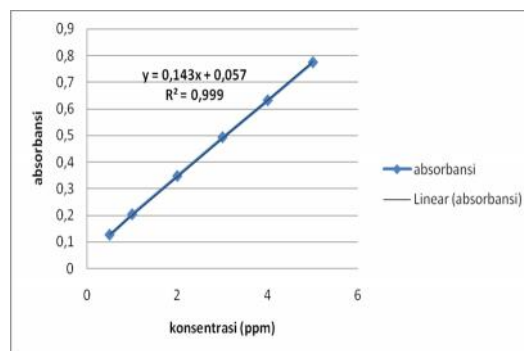
Data adsorbansi dari pembuatan kurva standar zat warna *Rhodamin B* ditunjukkan oleh Tabel 1.

Tabel 1. Data Adsorbansi Kurva Standar zat warna *Rhodamin B*

Konsentrasi (ppm)	Adsorbansi
0,5	0,126
1	0,203
2	0,347
3	0,493

4	0,632
5	0,775

Grafik larutan standar *Rhodamin B* yang diperoleh dari pengukuran dengan spektrofotometri dengan UV-Vis disajikan pada gambar 1.



Gambar 1. Kurva Standar zat warna *Rhodamin B*

Berdasarkan kurva standar tersebut maka diperoleh harga R² = 0,999; slope = 0,143 dan intercept = 0,057. Maka rumus umum hubungan antara adsorbansi dan konsentrasi zat warna *Rhodamin B* adalah:

$$Abs = 0,143 \times [Kons] + 0,057$$

$$[Konsentrasi] = \frac{Abs - (0,057)}{0,143}$$

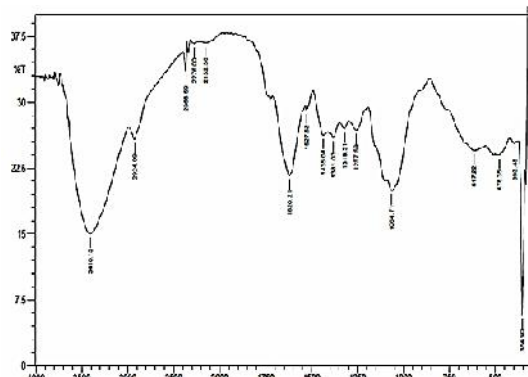
Kadar zat warna *Rhodamin B* yang terjerap dapat dihitung sebagai berikut :

$$Kadar\ zat\ warna\ Rhodamin\ B = \frac{Konsentrasi\ terjerap}{Konsentrasi\ awal} \times 100\%$$

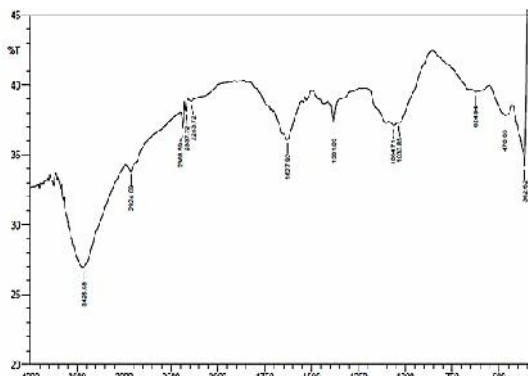
(Underwood, 2002: 36)

2.5 Karakterisasi dan Analisis Gugus Fungsi Adsorben

Pada tahap ini, kulit buah kakao sebelum diaktivasi dan setelah diaktivasi diuji karakterisasi dengan menggunakan instrumen spektrometer inframerah (FTIR). Karakterisasi dan analisis ini dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi yang terkandung dalam kulit buah kakao sehingga dapat dijadikan sebagai adsorben yang dapat menyerap zat warna *Rhodamin B*. Hasil dari uji karakterisasi berupa spektra yang dapat ditunjukkan oleh gambar 2.



Gambar 2. Spektra Inframerah Adsorben Kulit Buah Kakao Sebelum Diaktivasi HNO₃ 0,6 M

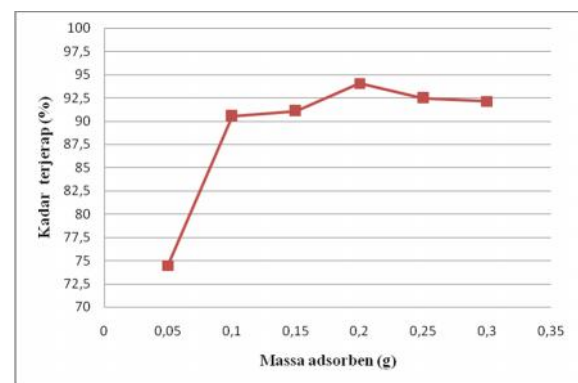


Gambar 3. Spektra Inframerah Adsorben Kulit Buah Kakao Setelah Diaktivasi HNO₃ 0,6 M

Berdasarkan Gambar 2 dan 3 dapat dilihat bahwa spektra yang diperoleh menunjukkan bahwa hasil analisis kulit buah kakao sebelum diaktivasi dan setelah diaktivasi tidak jauh berbeda. Serapan-serapan yang muncul hampir sama. Namun, yang terjadi adalah perubahan intensitas gugus. Pada kulit buah kakao sebelum diaktivasi terdapat gugus -OH (gugus hidroksi) yang dibuktikan dengan adanya puncak/serapan khas yang cukup tajam dan melebar pada bilangan gelombang 3410,15 cm⁻¹. Intensitas gugus -OH pada kulit buah kakao sebelum diaktivasi adalah sebesar 14,97. Sedangkan intensitas gugus -OH pada kulit buah kakao setelah diaktivasi meningkat menjadi 26,94. Hal ini dikarenakan larutan HNO₃ telah mendekomposisikan garam-garam mineral yang terdapat pada sampel seperti kalsium yang berikatan dengan adsorben kulit buah kakao. Berkurangnya garam-garam mineral tersebut mengindikasikan terbentuknya gugus fungsi -OH [12].

2.6 Penentuan Massa Adsorben Optimum

Massa adsorben adalah salah satu faktor yang mempengaruhi adsorpsi. Dalam penelitian ini, dilakukan pengujian pengaruh massa adsorben dilakukan pada 6 variasi massa adsorben yaitu pada variasi massa 0,05; 0,10; 0,15; 0,20; 0,25; dan 0,30 gram dengan konsentrasi awal 2 ppm, volume adsorbat 50 mL, dan waktu kontak 30 menit. Berikut grafik hubungan antara massa adsorben kulit buah kakao terhadap kadar terjerap zat warna *Rhodamin B* ditunjukkan pada Gambar 4.



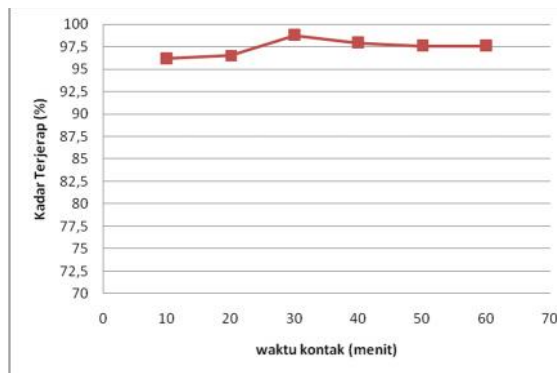
Gambar 4. Grafik Hubungan Antara Massa Adsorben Kulit Buah Kakao Terhadap Kadar Terjerap Zat Warna *Rhodamin B*

Pada Gambar 4 terlihat bahwa rentang massa adsorben antara 0,05-0,30 gram, kadar terjerap zat warna *Rhodamin B* terbesar terjadi pada massa 0,20 gram yaitu 94,06%. Terjadi kenaikan kadar terjerap pada kenaikan massa adsorben 0,10 gram, kemudian terjadi penurunan ketika massa adsorben 0,25 gram. Adsorpsi optimum tercapai pada massa 0,20 gram. Titik optimum terjadi dikarenakan semakin banyak massa adsorben akan semakin luas permukaan (tapak aktif adsorben) tersebut sehingga semakin besar kemungkinan terjadi adsorpsi. Namun setelah massa lebih dari 0,20 gram terjadi penurunan kadar terjerap. Hal ini dimungkinkan karena tapak aktif dalam jumlah yang besar membutuhkan waktu untuk mencapai keadaan setimbang menjadi lebih lama. Massa adsorben optimum ini akan digunakan untuk penentuan waktu kontak optimum.

2.7 Penentuan Waktu Kontak Optimum

Waktu kontak merupakan hal yang sangat menentukan dalam proses adsorpsi, karena waktu kontak memungkinkan proses difusi

dan penempelan molekul adsorbat berlangsung. Untuk menentukan waktu kontak optimum pada penelitian ini dilakukan pada 6 variasi waktu yaitu pada waktu kontak 10, 20, 30, 40, 50, dan 60 menit dengan konsentrasi awal 2 ppm, volume adsorbat 50 mL dan massa adsorben 0,20 gram. Berikut grafik hubungan antara waktu kontak adsorben kulit buah kakao terhadap kadar terjerap zat warna *Rhodamin B* ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Hubungan Antara Waktu Kontak Adsorben Kulit Buah Kakao Terhadap Kadar Terjerap Zat Warna *Rhodamin B*

Dari Gambar 5 dapat diketahui bahwa dalam rentang waktu antara 10-60 menit, kadar terjerap zat warna *Rhodamin B* terbesar terjadi pada waktu 30 menit, yaitu sebesar 98,78%. Setelah mencapai titik optimum terjadi penurunan kadar terjerap. Hal ini dikarenakan pada saat menit ke 30 menit, pengadukan terjadi secara sempurna sehingga situs aktif dari adsorben kulit buah kakao dapat mengikat zat warna *Rhodamin B* dan mengadsorpsi lebih banyak dibanding variasi waktu yang lainnya. Pada menit 40 menit terjadi penurunan kadar terjerap zat warna *Rhodamin B*, sedangkan pada menit ke 50 menit tidak terjadi perubahan.

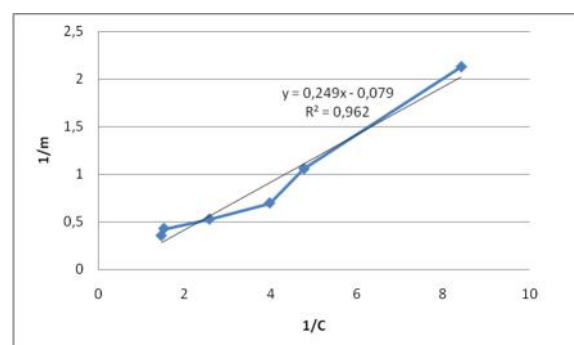
Pada saat waktu kontak kurang dari 30 menit yaitu penyerapan belum optimum, ini diimungkinkan gugus aktif dari selulosa kulit buah kakao belum mencapai kejenuhan, artinya masih banyak gugus aktif yang belum digunakan untuk mengadsorpsi zat warna *Rhodamin B*. Pada saat waktu kontak lebih dari 30 menit, daya adsorpsinya semakin menurun. Hal ini dimungkinkan gugus aktif pada selulosa telah mencapai titik jenuh dan mengalami desorpsi.

merupakan proses pelepasan kembali ion atau molekul yang telah berikatan dengan gugus aktif pada adsorben. Sehingga sejumlah molekul zat warna *Rhodamin B* lama-kelamaan akan terlepas kembali ke larutan. Hal ini menyebabkan konsentrasi zat warna *Rhodamin B* terukur semakin besar dan mengindikasikan daya jerapnya juga menurun.

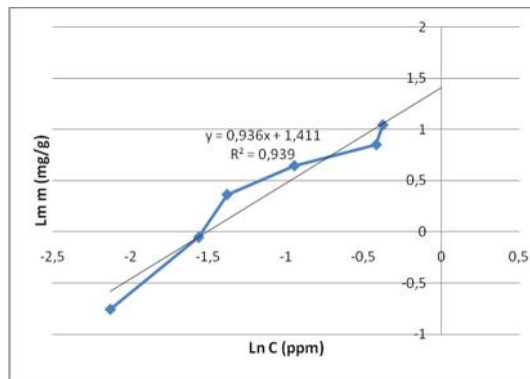
2.8 Penentuan Pola Isoterm Adsorpsi

Isoterm adsorpsi adalah hubungan antara jumlah zat yang diadsorpsi dan konsentrasi kesetimbangan pada temperatur tertentu [14]. Dalam penelitian ini jenis isoterm adsorpsi yang akan dianalisis ada 2, yaitu isoterm Langmuir dan isoterm Freundlich. Penentuan pola isoterm pada penelitian ini menggunakan variasi konsentrasi yaitu 2, 4, 6, 8, 10, dan 12 ppm oleh adsorben kulit buah kakao dengan volume adsorbat 50 mL, massa adsorben 0,20 g dan waktu pengontakan 30 menit.

Isoterm adsorpsi Langmuir menunjukkan bahwa proses adsorpsi yang terjadi adalah jenis adsorpsi kimia sedangkan isoterm adsorpsi Freundlich menunjukkan bahwa adsorpsi terjadi secara fisika. Berdasarkan kedua persamaan tersebut kemudian dibandingkan harga R^2 (koefisien determinasi) masing-masing. Persamaan dengan harga R^2 yang lebih besar maka persamaan itulah yang berlaku pada sistem adsorpsi yang dilakukan. Berikut grafik isoterm Langmuir adsorpsi zat warna *Rhodamin B* ditunjukkan oleh Gambar 6 dan grafik isoterm Freundlich adsorpsi zat warna *Rhodamin B* ditunjukkan oleh Gambar 7.



Gambar 6. Grafik Isoterm Langmuir Adsorpsi Zat Warna *Rhodamin B*



Gambar 7. Grafik Isoterm Freundlich Adsorpsi Zat Warna *Rhodamin B*

Berdasarkan Gambar 6 dapat diketahui bahwa persamaan isoterm Langmuir memiliki $R^2 = 0,962$ dan dari Gambar 7 dapat diketahui bahwa persamaan isoterm Freundlich memiliki $R^2 = 0,939$. Jika dilihat dari harga R^2 dari persamaan isoterm Langmuir dan isoterm Freundlich tersebut tidak jauh berbeda maka adsorpsi zat warna *Rhodamin B* oleh adsorben kulit buah kakao mengikuti isoterm Langmuir dan Freundlich. Namun proses adsorpsi tersebut cenderung mengikuti isoterm Langmuir karena harga R^2 isoterm Langmuir lebih besar daripada harga R^2 isoterm Freundlich. Hal ini dapat diartikan bahwa interaksi yang terjadi adalah secara kimia dan fisika tetapi cenderung secara kimia. Proses adsorpsi yang terjadi secara kimia yaitu melalui interaksi antara zat warna *Rhodamin B* dengan gugus $-OH$ yang terdapat dalam selulosa dari adsorben kulit buah kakao tersebut. Interaksi antara gugus $-OH$ pada selulosa dengan zat warna *Rhodamin B* inilah yang menyebabkan zat warna *Rhodamin B* dalam larutan dapat mengalami penurunan (terjadi proses adsorpsi secara kimia). Sedangkan proses adsorpsi yang terjadi secara fisika yaitu zat warna *Rhodamin B* hanya menempel pada permukaan selulosa saja dan terikat tidak kuat sehingga mudah lepas.

III. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut: 1) Kulit buah kakao dapat digunakan sebagai adsorben zat warna *Rhodamin B*, 2) Adsorben kulit buah kakao setelah diaktivasi

dengan larutan HNO_3 0,6 M memiliki karakter yang lebih baik daripada sebelum diaktivasi, 3) Massa adsorben optimum yang diperlukan adsorben kulit buah kakao untuk mengadsorpsi zat warna *Rhodamin B* adalah 0,2 gram dengan daya jerap sebesar 94,06%, 4) Waktu kontak optimum adsorben yang diperlukan adsorben kulit buah kakao untuk mengadsorpsi zat warna *Rhodamin B* adalah 30 menit dengan daya jerap sebesar 98,78%, 5) Pola isoterm adsorpsi yang terjadi pada adsorben kulit buah kakao mengikuti isoterm Langmuir dan isoterm Freundlich tetapi cenderung mengikuti isoterm Langmuir.

Saran

Dari hasil penelitian dapat disarankan : 1) Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk memperoleh adsorben yang lebih efektif untuk mengadsorpsi zat warna *Rhodamin B* atau zat warna lain yang berbahaya, 2) Perlu dilakukan aktivasi adsorben kulit buah kakao menggunakan larutan aktivator yang lain selain larutan HNO_3 , 3) Perlu dilakukan penelitian untuk zat warna lain yang dapat diadsorpsi oleh adsorben kulit buah kakao, 4) Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai adsorpsi zat warna *Rhodamin B* dengan variasi yang lain, misalnya pH.

IV. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ditjenbun. (2013). *Perkembangan Volume dan Nilai Ekspor Komoditas Primer Perkebunan Tahun 2009-2013*. Diperoleh 20 Juni 2014 dari <http://ditjenbun.pertanian.go.id/statis-34-ekspor.html>
- [2] Ditjenbun. (2013). *Perkembangan Luas Area Perkebunan 2008-2013*. Diperoleh 20 Juni 2014 dari <http://ditjenbun.pertanian.go.id/statis-35-luasareal.html>
- [3] Anas, S., Zubair, A., & Rohmadi, D. (2011). Kajian Pemberian Pakan Kulit Kakao Fermentasi Terhadap Pertumbuhan Sapi Bali. *Jurnal Agrisistem*, 7(2), 79-86.
- [4] Sa'adah, N., Hastuti, Rum, & Prasetya, N.B.A. (2013). Pengaruh Asam Formiat Pada Bulu Ayam Sebagai Adsorben Terhadap Penurunan Kadar Larutan Zat Warna Tekstil Remazol Golden Yellow RNL. *Chem Info*, 1(1), 202-209.

- [5] Cahyadi, W. (2006). *Analisis dan Aspek Kesehatan Bahan Tambahan Pangan*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- [6] Manurung, R., Hasibuan, R., & Irvan. (2004). *Perombakan Zat Warna Azo Reaktif Secara Anaerob dan Aerob*. Sumatera Utara: Teknik Kimia USU.
- [7] Misran, E. (2009). Pemanfaatan Kulit Cokelat dan Kulit Kopi Sebagai Adsorben Ion Pb dalam Larutan. *Sigma*, 12(1), 23-29.
- [8] Alamsyah, Z. (2007). *Biosorpsi Biru Metilen Oleh Kulit Buah Kakao*. Skripsi. Bogor: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.
- [9] Gupta, V.K., Sharma, S., Yavad, I.S., & Mohan, D. (1998). Utilization of bagasse Fly Ash Generated in the Sugar Industry for Removal and Recovery of Phenol and p-nitrophenol from Wastewater. *J Chem Technol Biotechnol*, 7(1), 180-186.
- [10] Dewi, I.R. (2005). *Modifikasi Asam Kulit Singkong Sebagai Bioremoval Pb dan Cd*. Skripsi. Bogor: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.
- [11] Komari, N., Utami, U.B.L., & Malinda, N. (2012). Adsorpsi Pb^{2+} dan Zn^{2+} Pada Biomassa Imperata Cylindrica. *Valensi*. 2(5), 557-564.
- [12] Safriati, I., Wahyuni, N., & Zaharah, T.A. (2012). Adsorpsi Timbal (II) Oleh Selulosa Limbah Jerami Padi Teraktivasi Asam Nitrat: Pengaruh pH dan Waktu Kontak, *JKK*, 1(1), 1-7.
- [13] Sukardjo. (2002). *Kimia Fisika*. Yogyakarta: Bina Aksara.

3. Kenapa dalam penentuan pola isotherm adsorbs menggunakan R^2 (koefisien determinasi)?

Jawaban :

1. Karena pada struktur Rodhamin B terdapat gugus amino yang cenderung bermuatan positif, sehingga akan dapat berikatan dengan gugus OH- pada selulosa kulit buah kakao.
2. Secara kimia karena adanya interaksi berikatan antara gugus OH- dengan zat warna Rodamin B, sedangkan secara kimia itu zat warna hanya menempel.
3. Saya mengacu pada penelitian sebelumnya.

Pemakalah : Hening Purnamawati

Penanya :

Pertanyaan :

1. Kenapa Rhodamin B dapat diadsorbsi kulit buah kakao yang mengandung selulosa?
2. Manakah yang lebih baik dari adsorbs kimia atau fisika?