

ADSORPSI ZAT WARNA NAPHTOL MENGGUNAKAN ADSORBEN KULIT BUAH KAKAO (*Theobroma cacao L.*)

Novita Santalia Nika, Imanuel Gauru, Luther Kadang, Theodore Y. K. Lulan

*Kimia, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Jl. Adisucipto,
Kota Kupang, Indonesia*

E-mail: i_gauru@staf.undana.ac.id

Abstrak

Penelitian adsorpsi zat warna naphthol menggunakan adsorben kulit buah kakao (*Theobroma cacao L.*) telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik adsorben arang aktif kulit buah kakao (*Theobroma cacao L.*), mengetahui pengaruh pH, waktu kontak dan konsentrasi adsorpsi arang aktif kulit buah kakao (*Theobroma cacao L.*) terhadap zat warna naphthol dan mengetahui kapasitas adsorpsi arang aktif kulit buah kakao (*Theobroma cacao L.*) terhadap zat warna naphthol. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah adsorpsi. Hasil yang diperoleh yaitu karakteristik dari adsorben arang aktif kulit buah kakao hasil analisis FTIR menunjukkan bahwa adsorben kulit buah kakao teraktivasi HCL mengandung gugus fungsi –OH, C-H, CH₂, C-O dan C=C aromatik, hasil analisis SSA diperoleh luas permukaan sebesar 178,10 m²/g, dengan volume pori sebesar 0,16 cc/g dan ukuran pori sebesar 1,80 nm. Kondisi optimum adsorben arang aktif kulit buah kakao terjadi pada pH 4, waktu kontak 90 menit dan konsentrasi 60 ppm. Kapasitas adsorpsi arang aktif kulit buah kakao dalam mengadsorpsi zat warna naphthol adalah sebesar 5,8651 mg/g. pola isotherm adsorpsi mengikuti isotherm langmuir dengan nilai R² sebesar 0,8275 dan energi adsorpsi sebesar 25,627905 KJ/mol.

Kata kunci: Adsorpsi; Karbon Aktif; Zat Warna Naphthol

Abstract

Research on the adsorption of naphthol dyes using cocoa pods (*Theobroma cacao L.*) as an adsorbent has been carried out. This study aims to determine the characteristics of the adsorbent of activated charcoal cocoa pods (*Theobroma cacao L.*), determine the effect of pH, contact time and adsorption concentration of activated charcoal cocoa pods (*Theobroma cacao L.*) on naphthol dyes and determine the adsorption capacity of activated charcoal skins. cocoa pods (*Theobroma cacao L.*) against naphthol dyes. The method used in this research is adsorption. The results obtained are the characteristics of the activated charcoal adsorbent of cocoa pods. FTIR analysis results show that the adsorbent of activated cocoa pods HCL contains functional groups –OH, CH, CH₂, CO and C=C aromatics, the results of SSA analysis obtained a surface area of 178.10 m²/g, with a pore volume of 0.16 cc/g and a pore size of 1.80 nm. The optimum condition of activated charcoal adsorbent of cocoa pods occurred at pH 4, contact time of 90 minutes and concentration of 60 ppm. The adsorption capacity of activated charcoal of cocoa pods in adsorption of naphthol dye was 5.8651 mg/g. The adsorption isotherm pattern followed the Langmuir isotherm with an R² value of 0.8275 and an adsorption energy of 25.627905 KJ/mol.

Keywords: Adsorption; Activated Carbon; Naphthol Dye

PENDAHULUAN

Indonesia sangat terkenal dengan keanekaragaman suku, budaya dan adat istiadat. Selain budaya dan adat istiadat, setiap daerah memiliki kain tradisional dengan ciri khas tersendiri. Nusa Tenggara Timur (NTT) merupakan salah satu daerah provinsi yang sangat terkenal dengan keragaman kerajinan tradisional yang dikembangkan secara turun

temurun didalam masyarakat yaitu tenun ikat. Proses pembuatan tenun ikat dengan motif dan tren warna yang bervariasi sangat berpotensi untuk menarik konsumen yang akhirnya memacu penggunaan pewarna sintetik atau pewarna buatan.

Pewarna naphthol ASBO adalah salah satu jenis pewarna yang banyak digunakan dalam industri tenun ikat.

Menurut Suyata dan Kurniasih (2012), Proses pembuatan tenun ikat menggunakan zat warna yang tidak larut dalam air dan tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu limbahnya dibuang begitu saja sehingga berpotensi untuk mencemari lingkungan yang memberikan dampak negatif bagi kesehatan manusia. Penggunaan pewarna sintetik ini memberi dampak dalam jangka pendek apabila digunakan tanpa pelindung yaitu menyebabkan iritasi kulit, iritasi mata dan iritasi saluran pernapasan sedangkan kerusakan hati, ginjal, dan kelainan sel lainnya merupakan dampak dalam jangka panjang [1]. Selama proses pewarnaan dalam industri tekstil dan sejenisnya, sekita 10-15% dari zat warna terlepas ke lingkungan baik dalam bentuk limbah cair maupun limbah padat yang mengakibatkan pencemaran lingkungan [2].

Untuk mengurangi pencemaran lingkungan akibat dari limbah zat warna tersebut dapat dilakukan dengan cara pengolahan limbah sebelum dibuang langsung ke lingkungan. Ada beberapa metode yang telah banyak digunakan untuk mengolah zat warna dalam limbah antara lain koagulasi, fotokatalis, dan filtrasi membran. Namun metode tersebut masih memiliki kekurangan. Contohnya pada penggunaan reaksi fotokatalis TiO_2 yang membutuhkan biaya yang sangat besar karena harganya yang mahal dan perlu perlakuan lebih lanjut terhadap TiO_2 setelah proses penghilangan zat warna selesai [3]. Pada proses filtrasi membran memiliki efisiensi yang cukup baik tetapi waktu penggunaannya yang relatif pendek dan menambah biaya yang harus dikeluarkan karena penggantian secara berkala. Oleh karena itu perlu digunakan metode alternatif lainnya. Pada penanganan limbah ini metode alternatif yang digunakan adalah dengan proses adsorpsi apalagi jika adsorben yang digunakan mudah diperoleh [4]. Ada beberapa kelebihan yang dimiliki oleh metode adsorpsi yaitu teknisnya yang lebih sederhana, ekonomis dan ramah lingkungan [5]. Proses adsorpsi dengan karbon aktif, perlite, zeolit, tanah liat, abu layang dan kayu adalah yang sering digunakan sebagai adsorben [6].

Karbon aktif adalah adsorben yang digunakan untuk menyerap pengotor organik dan anorganik, seperti zat warna naphtol ASBO. Karbon aktif yang diperoleh dari kulit buah kakao yang merupakan limbah dari

bahan-bahan pertanian yang banyak mengandung selulosa sangat efektif dan murah jika digunakan sebagai adsorben. Hal ini dibuktikan oleh penelitian Misran (2009), bahwa kulit buah kakao dapat digunakan sebagai adsorben logam Pb dengan kemampuan adsorpsi kulit buah kakao lebih baik daripada kopi. Ada juga penelitian Alamsyah Z (2007) yang menunjukkan bahwa kulit buah kakao juga dapat digunakan sebagai adsorben zat warna biru metilen dari limbah tekstil. Hal ini menandakan bahwa kulit buah kakao dapat digunakan sebagai adsorben [7].

Kakao (*Theobroma cacao L.*) adalah salah satu komoditas yang memiliki peranan yang cukup penting dalam suatu wilayah. Biji buah kakao mempunyai nilai ekonomis, sedangkan kulitnya tidak dimanfaatkan karena merupakan limbah dari pengolahan bijinya. Dalam menyumbang devisa negara komoditas kakao menempati peringkat keempat ekspor perkebunan setelah komoditas minyak sawit, karet dan kopi. Ekspor kakao mencapai US\$ 1.053,5 pada tahun 2012 dan terjadi peningkatan pada tahun 2013 menjadi US\$ 1.161,6 [8]. Areal perkebunan kakao Indonesia tercatat seluas 1.425,216 hektar. Dan luas areal perkebunan kakao di Indonesia bertambah mencapai 1.732,954 hektar dengan total produksi 936.266 ton [9]. Dengan adanya peningkatan areal penanaman maupun peningkatan produksi kakao persatuan luas ini akan memberi dampak kepada semakin meningkatnya jumlah limbah buah kakao. Kulit buah kakao menjadi komponen limbah terbesar dari kakao. Kulit kakao dapat menjadi masalah karena mencemari lingkungan yang disebabkan oleh penggunaannya yang masih terbatas dan dibuang begitu saja [10]. Limbah utama pengolahan buah kakao adalah kulitnya karena beratnya mencapai 75% seluruh berat buah [11]. Di tingkat petani masalah kasus program penanganan limbah masih menjadi kendala yaitu keterbatasan waktu, tenaga kerja, maupun keterbatasan areal pembuangan. Dilihat dari limbah kulit kakao yang belum dimanfaatkan walaupun memiliki potensi untuk dijadikan bahan baku pakan ternak dan bahan baku pembuatan kompos, maka perlu dilakukan pengamatan dalam pemanfaatan limbah potensial yang dihasilkan dari tanaman kakao yaitu limbah kulit kakao. Kulit buah kakao mengandung selulosa sebesar 23-54%

yang berarti memiliki potensi untuk menjadi biosorben [12].

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dipaparkan diatas maka peneliti terdorong untuk melakukan penelitian yang berjudul “Adsorpsi Zat Warna Naphtol Menggunakan Adsorben Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao L.*)”

METODE

Lokasi Pengambilan Sampel

Kulit buah kakao yang akan digunakan dalam penelitian diperoleh dari Desa Tana Lo,o Kecamatan Wolowaru Kabupaten Ende.

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini telah dilakukan pada bulan Juli sampai September 2021 bertempat di Laboratorium Biologi Fkip Universitas Kristen Artha Wacana Kupang

Analisis Spektrofotometer Inframerah *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) dilakukan di Laboratorium Kimia Universitas Sepuluh November Surabaya dan analisis *Surface Area Analyzer* (SAA) dilakukan di Laboratorium Teknik Kimia Institut Teknologi Bandung.

Alat dan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah arang aktif dari kulit buah kakao, zat warna naphtol ASBO, HCl 1 M, NaOH 1 M, aquades, kertas saring dan tissue.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Surface Area Analyzer* (SAA), *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR), spektrofotometer UV-Vis, *shakker*, erlenmeyer, ayakan 60 mesh, oven, tanur, corong, gelas beker, labu ukur 100 mL dan 25 mL, neraca analitik, kertas pH dan alat gelas lainnya.

Prosedur Kerja

Penentuan Panjang Gelombang Optimum Larutan Zat Warna Naphtol

Larutan zat warna naphtol dengan konsentrasi 100 ppm. Diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 500-800 nm sehingga diperoleh panjang gelombang optimum.

Pembuatan Kurva Kalibrasi Larutan Standar Zat Warna Naphtol

Larutan zat warna naphtol dengan konsentrasi 100 ppm diencerkan menjadi beberapa konsentrasi yaitu 5 ppm, 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm dan 25 ppm. Kemudian larutan tersebut diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang optimum.

Penentuan pH optimum

Sebanyak 0,1gram arang aktif dan 10 ml larutan zat warna naphtol konsentrasi 100 ppm yang telah diatur pH-nya mulai dari 4, 5, 6, 7 dan 8 dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Pengaturan pH larutan diukur menggunakan kertas pH yang dilakukan dengan menambahkan larutan HCl 1 M dan NaOH 1M. Labu erlenmeyer tersebut diaduk selama 120 menit menggunakan *shakker*. Kemudian larutan tersebut disaring menggunakan kertas saring dan filtrat yang dihasilkan diukur absorbansinya pada panjang gelombang optimum menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

Penentuan Waktu Kontak Optimum

Sebanyak 0,1gram arang aktif kulit buah kakao dan 10 ml larutan zat warna naphtol 100 ppm dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer dengan pH optimum yang diperoleh dari perlakuan sebelumnya. Kemudian larutan tersebut diaduk menggunakan *shakker* dengan variasi waktu 30, 60, 90, 120 dan 150 menit. Kemudian larutan disaring menggunakan kertas saring dan filtrat yang dihasilkan diukur absorbansi pada panjang gelombang optimum menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

Penentuan Konsentrasi Optimum

Sebanyak 10 ml larutan zat warna naphtol 20, 40, 60, 80 dan 100 ppm dengan pH optimum yang diperoleh dimasukkan ke dalam Erlenmeyer. Kemudian ditambahkan 0,1 gr arang aktif ke dalam tiap erlenmeyer tersebut pada setiap konsentrasi. Kemudian masing-masing larutan tersebut diaduk dengan *shakker* selama waktu optimum. Selanjutnya larutan disaring dan filtrat yang dihasilkan kemudian dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

Penentuan Kapasitas Adsorpsi

Kapasitas adsorpsi dihitung berdasarkan persamaan berikut:

$$Q_e = \frac{(C_o - C_e)V}{m} \quad (1)$$

Menurut Dong dkk., (2010) penentuan kapasitas adsorpsi maksimum menggunakan persamaan isoterm Langmuir, yaitu [13] :

$$\frac{C_e}{Q_e} = \frac{1}{K_L Q_{max}} + \frac{C_e}{Q_{max}} \quad (2)$$

Sedangkan persamaan isoterm Freundlich yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

$$\ln Q_e = \ln K_f + \frac{1}{n} C_e \quad (3)$$

Keterangan:

m: Massa adsorben yang digunakan (gram)

v: Volume larutan (Liter)

q_e : Jumlah molekul zat warna yang teradsorpsi pada keadaan setimbang (mg/g)

q_{max} : Kapasitas maksimal adsorpsi (mg/g)

K_L : Konstanta Langmuir

K_F : Konstanta Freundlich.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Preparasi sampel

Pembuatan adsorben kulit buah kakao dilakukan dengan memotong kecil-kecil kulit buah kakao, dicuci dan dikeringkan dibawah sinar matahari. Kulit kakao kering kemudian dilakukan proses pembakaran lalu selanjutnya dikarbonisasi kemudian digerus dan diayak dengan ukuran 60 mesh. Selanjutnya arang kulit buah kakao diaktivasi dengan direndam menggunakan HCL 1 M. kemudian dicuci dengan menggunakan aquades hingga pH netral dan dikeringkan dalam oven pada suhu 110°C selama 3 jam.

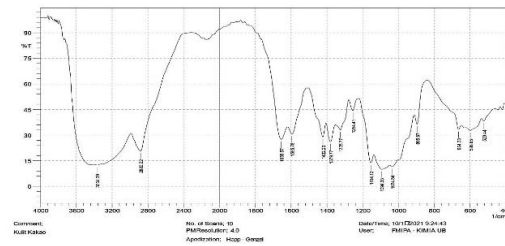
Penentuan panjang gelombang optimum zat warna Naphtol

Hasil pengukuran adsorbansi larutan zat warna Naphtol ASBO menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 500-800 nm diperoleh panjang gelombang optimum sebesar 520 nm dengan nilai adsorbansi 0,076. Secara teori, Panjang gelombang tersebut sesuai dengan rentang warna merah yaitu 490-560 nm.

Karakterisasi Arang Aktif Analisis FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopi) pada Arang Aktif Kulit Buah Kakao

Analisis FTIR bertujuan untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat dalam arang aktif kulit buah kakao dengan melihat spektrum yang dihasilkan yang menunjukkan

gugus fungsi tertentu. Hasil analisis FTIR dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Spektrum Analisis FTIR

Berdasarkan gambar 1 spektrum FTIR, gugus fungsi yang terdapat dalam arang aktif kulit buah kakao dapat dilihat pada tabel.

Tabel 1. Hasil Analisis FTIR

Hasil Analisis FT-IR			
No	Gugus Fungsi	Acuan	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)
1	O-H	(3500-3300) (Santoni, 2009)	3364,39
2	C-H	(3000-2800) (Silverstein, 2005)	2882,22
3	CH ₂	1450 (Lerrick, 2010)	1422,20
4	C-O	1300-1050 (Skoog, 1998)	1254,41 ; 1154,12 ; 1094,33
5	C=C aromatik	1600-1500	1595,78

Pada tabel 1 dapat dilihat arang aktif kulit buah kakao memiliki gugus fungsi yang terdapat pada arang aktif yaitu O-H, C-H dan C=O. Pita serapan yang melebar dari vibrasi O-H ditunjukkan pada bilangan gelombang 3364,39 cm⁻¹. Puncak serapan yang melebar dari ikatan hidrogen (O-H) menyebabkan terjadinya pergeseran ke arah bilangan gelombang yang lebih pendek yaitu pada 2882,22 cm⁻¹ yang mengindikasikan adanya vibrasi peregangan simetri ikatan C-H [14], yang diperkuat dengan serapan pada bilangan gelombang 1422 cm⁻¹ akibat adanya serapan dari gugus metilen (CH₂). Selanjutnya terdapat pita serapan pada bilangan gelombang 1254,41 cm⁻¹ sampai 1094,33 cm⁻¹ yang merupakan serapan gugus C-O. Pada bilangan gelombang 1595,78 cm⁻¹ mengindikasikan adanya gugus C=C aromatik. Analisis SAA (Surface Area Analyzer) pada Arang Aktif Kulit Buah Kakao

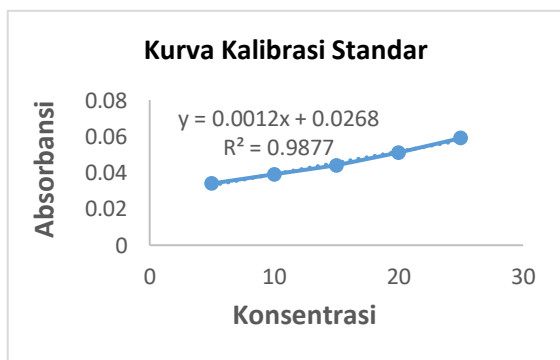
Tabel 2. Data Hasil Karakterisasi SAA

Luas Permukaan (m ² /g)	Volume Pori (cc/g)	Ukuran Pori (nm)
178,10	0,16	1,80

Berdasarkan hasil analisis yang ditunjukkan oleh tabel 2 diperoleh hasil luas permukaan sebesar 178,10 m²/g dengan volume pori sebesar 0,16 cc/g dan ukuran pori sebesar 1,80 nm. Dari data ukuran pori yang diperoleh adsorben kulit buah kakao termasuk dalam golongan mikropori. Hal ini dibuktikan berdasarkan klasifikasi ukuran pori menurut IUPAC (Internasional Union of Pure and Applied Chemistry) yaitu ukuran mikropori < 2 nm. Luas permukaan akan semakin besar apabila ukuran partikel adsorben semakin kecil. Menurut [15] tipe mikropori menunjukkan bahwa dalam proses adsorpsi partikel adsorbat akan menempel disekitar dinding adsorben sehingga membentuk ikatan yang kuat.

Penentuan Kurva Kalibrasi Larutan Standar Zat Warna Naphtol

Tujuan dilakukan penentuan kurva kalibrasi standar untuk menentukan pengukuran absorbansi zat warna naphtol ASBO sebelum dan sesudah diadsorpsi. Grafik kurva kalibrasi standar larutan zat warna Naphtol ASBO yang diperoleh dari pengukuran dengan spektrofotometer UV-Vis tersedia pada gambar 2.

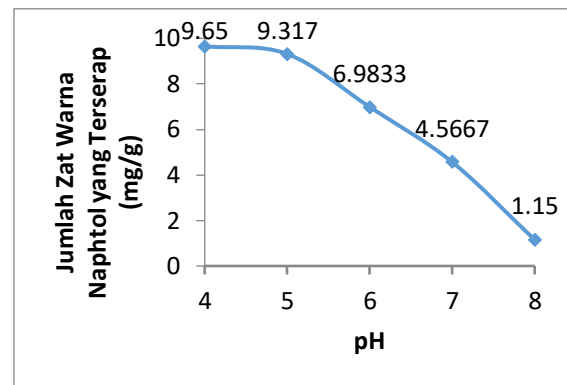


Gambar 2. Kurva Kalibrasi Standar

Persamaan regresi yang diperoleh dapat digunakan untuk menentukan konsentrasi larutan sampel dengan ketentuan sumbu y adalah absorbansi sedangkan sumbu x adalah konsentrasi zat warna naphtol ASBO.

Penentuan pH Optimum

Salah satu faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi yaitu keasaman (pH). Tujuan dilakukan penentuan pH optimum yaitu untuk mengetahui kondisi pH yang dapat mengadsorpsi zat warna naphtol yang paling maksimum. Pada gambar 3 menunjukkan grafik penentuan pH optimum.

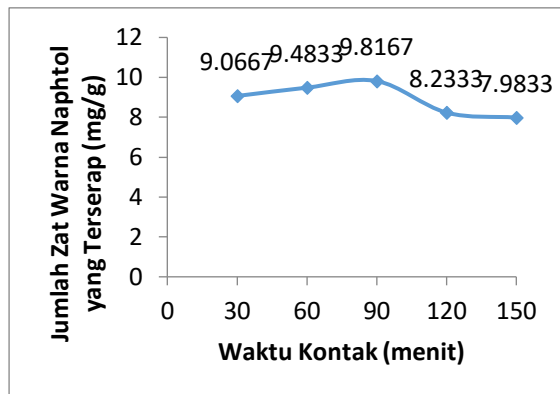


Gambar 3. Grafik penentuan pH optimum

Pada gambar 3 dapat dilihat bahwa pada pH 4, 5, 6, 7 dan 8 daya serap yang diperoleh berturut-turut sebesar 9,65 mg/g, 9,317 g/mg, 6,9833 g/mg, 4,5667 g/mg dan 1,15 g/mg. berdasarkan nilai daya serap yang diperoleh maka pH optimum berada pada pH 4. Hal ini dikarenakan pada pH 4 jumlah zat warna naphtol ASBO yang teradsorpsi paling besar. Menurut [16] zat warna dalam kondisi asam akan mengalami deprotonisasi dan kemudian ketika selulosa ditambahkan kedalam larutan zat warna, permukaan selulosa akan mengalami protonisasi terlebih dahulu kemudian dilanjutkan dengan terjadinya interaksi elektrostatik yang menyebabkan terjadinya perpindahan zat warna dalam larutan menuju kepermukaan adsorben terprotonisasi.

Penentuan Waktu Kontak Optimum

Penentuan waktu kontak bertujuan untuk mengetahui lama waktu yang dibutuhkan untuk mencapai penyerapan optimum pada zat warna naphtol ASBO oleh arang aktif kulit buah kakao. Tercapainya waktu kontak optimum ketika kesetimbangan adsorben tidak mampu lagi menyerap adsorbat. Berikut grafik hubungan antara waktu kontak adsorben kulit buah kakao terhadap jumlah penyerapan zat warna naphtol ditunjukkan pada gambar 4.



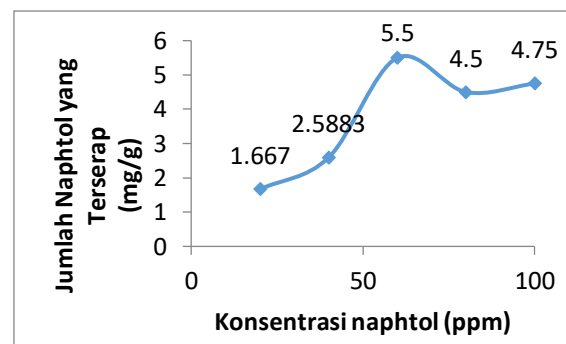
Gambar 4. Grafik penentuan waktu kontak optimum

Berdasarkan data pada gambar 4 menunjukkan bahwa pada waktu kontak awal yaitu 30 dan 60 menit mengalami kenaikan yang cukup tinggi dengan jumlah zat warna naphtol ASBO yang terserap sebesar 9,0667 mg/g dan 9,4833 mg/g karena pada awal adsorpsi seluruh permukaan pori masih kosong dan molekul zat warna naphtol akan menempel pada permukaan sehingga laju adsorpsi berlangsung cepat namun penyerapan yang terjadi belum optimum karena gugus aktif dari selulosa kulit buah kakao belum mencapai kejenuhan artinya masih banyak gugus aktif yang belum digunakan untuk mengadsorpsi zat warna naphtol ASBO. pada waktu kontak 90 menit adsorben kulit buah kakao mampu mengadsorpsi zat warna naphtol ASBO dengan jumlah maksimal yaitu sebesar 9,8167 mg/g. Hal ini menunjukkan bahwa waktu kontak optimum terdapat pada menit ke 90. Karena semakin lama waktu kontak maka semakin banyak adsorbat yang teradsorpsi. Sedangkan adsorpsi zat warna naphtol ASBO setelah melebihi 90 menit mengalami penurunan yaitu pada menit 120 dan 150 dengan jumlah zat warna naphtol ASBO yang terserap sebesar 8,2333 mg/g dan 7,9833 mg/g. Hal ini dikarenakan ketika telah mencapai waktu optimum maka terjadi kesetimbangan adsorben dimana gugus aktif pada selulosa telah mencapai titik jenuh dan mengalami desorpsi dimana desorpsi merupakan proses pelepasan kembali ion atau molekul yang telah berikatan dengan gugus aktif pada adsorben. Hal ini didukung dengan penelitian yang dilakukan oleh [17] menyatakan bahwa kapasitas adsorpsi berbanding lurus dengan waktu sampai pada titik tertentu dan mengalami penurunan setelah melewati titik tersebut.

Semakin lama waktu kontak maka semakin banyak adsorbat yang terikat di dalam pori-pori adsorben. Kemampuan penyerapan dari karbon aktif di mungkinkan karena proses desorpsi atau pelepasan adsorbat kembali yang mengakibatkan laju adsorpsi menjadi berkurang sehingga waktu kontak tidak lagi berpengaruh.

Penentuan konsentrasi optimum

Pengaruh konsentrasi adsorbat zat warna naphtol oleh adsorben kulit buah kakao dilakukan pada variasi konsentrasi 20, 40, 60, 80 dan 100 ppm dengan waktu kontak 90 menit, massa adsorben 0,1 gram dan pH 4. Penentuan konsentrasi optimum bertujuan untuk mengetahui konsentrasi yang dibutuhkan untuk penyerapan optimum zat warna naphtol oleh arang aktif kulit buah kakao. Berdasarkan penelitian diperoleh data hasil analisa variasi konsentrasi zat warna naphtol ASBO dapat dilihat pada gambar 5.



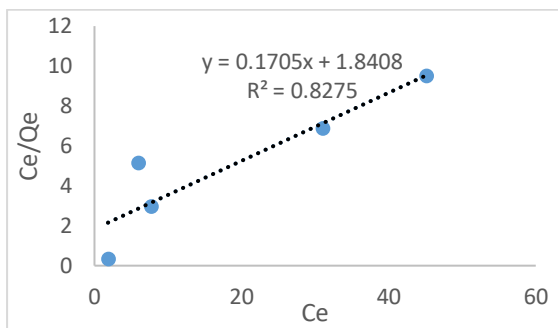
Gambar 5. Grafik Penentuan Konsentrasi Optimum

Berdasarkan gambar 5 dapat dilihat bahwa jumlah zat warna naphtol yang teradsorpsi mengalami peningkatan hingga konsentrasi 60 ppm dengan jumlah zat warna naphtol yang terserap pada konsentrasi berturut-turut 20, 40, dan 60 ppm sebesar 1,1667 mg/g, 2,5883 mg/g, dan 5,5 mg/g. peningkatan terjadi karena pada awal adsorpsi masih banyak pori-pori adsorben yang kosong sehingga jumlah zat warna naphtol yang teradsorpsi semakin meningkat. Hasil penyerapan zat warna naphtol yang paling maksimal terdapat pada konsentrasi 60 ppm. Sedangkan pada konsentrasi 80 ppm dan 100 ppm terjadi penurunan jumlah zat warna naphtol yang teradsorpsi yaitu sebesar 4,5 mg/g dan 4,75 mg/g. menurut Oscik (1982) pada permukaan adsorben terdapat sejumlah

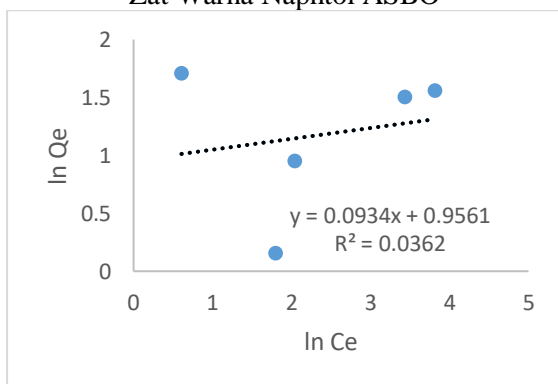
situs aktif yang sebanding dengan luas permukaan. Apabila situs aktif yang terdapat pada adsorben belum jenuh maka penambahan konsentrasi adsorbat akan mengalami peningkatan dan sebaliknya apabila situs aktif yang terdapat pada adsorben telah jenuh maka penambahan konsentrasi tidak akan meningkatkan jumlah adsorbat yang teradsorpsi.

Penentuan Kapasitas Adsorpsi

Penentuan jenis adsorpsi ditinjau dari besarnya nilai regresi linear yang diperoleh dari grafik masing-masing isoterm. Isoterm adsorpsi Langmuir menunjukkan bahwa proses adsorpsi yang terjadi adalah jenis adsorpsi kimia sedangkan isoterm adsorpsi Freundlich menunjukkan bahwa adsorpsi yang terjadi secara fisika. Berikut grafik isoterm Langmuir adsorpsi zat warna naphthol ASBO ditunjukkan pada gambar 6 dan grafik isoterm Freundlich adsorpsi zat warna naphthol ASBO ditunjukkan oleh gambar 7.



Gambar 6. Grafik Isoterm Langmuir Adsorpsi Zat Warna Naphtol ASBO



Gambar 7. Grafik Isoterm Freundlich Adsorpsi Zat Warna Naphtol ASBO

Berdasarkan gambar 6 menunjukkan hubungan antara C_e terhadap C_e/Q_e dan diperoleh persamaan regresi linear untuk isoterm adsorpsi Langmuir yaitu $y = 0,1705x + 1,8408$ dan R^2 sebesar 0,8275. Dari nilai koefisien determinasi yang diperoleh 0,8

(mendekati angka 1) yang menunjukkan kurva yang diperoleh cukup linear. Kemudian persamaan linear yang diperoleh digunakan untuk penentuan kapasitas adsorpsi (Q_m), energi adsorpsi (E), dan konstanta kesetimbangan Langmuir (k_L). Sedangkan pada gambar 7 yang menunjukkan grafik isoterm adsorpsi Freundlich diperoleh persamaan regresi linear $y = 0,0934x + 0,9561$ dan R^2 sebesar 0,0362. Persamaan regresi linear yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk penentuan konstanta kesetimbangan Freundlich (k_F) dan intensitas adsorpsi (n).

Tabel 3. Parameter adsorpsi Langmuir dan Freundlich

Langmuir		Freundlich				
R^2	k_L (L/mol)	Q_m (mg/g)	E (KJ/mol)	R^2	k_F (m ^{1/n} g/g)	N
0,8275	29.01	5,8651	25,62	0,0362	-	10,7
	6,21	651	7905		0,0	066
						194

Dengan membandingkan nilai regresi dari isoterm Langmuir dan Freundlich yang terdapat pada tabel 3 dapat disimpulkan bahwa adsorpsi zat warna naphthol oleh adsorben kulit buah kakao mengikuti isoterm Langmuir dimana interaksi yang terjadi lebih bersifat kimia. Hal ini dilihat dari nilai R^2 isoterm Langmuir lebih besar dibandingkan dengan Isoterm Freundlich yaitu $0,8275 > 0,0362$. Proses adsorpsi yang terjadi secara kimia dikarenakan interaksi antara zat warna naphthol ASBO dengan gugus OH yang terdapat dalam selulosa yang berasal dari adsorben kulit buah kakao. Isoterm Langmuir menunjukkan bahwa adsorpsi hanya berlangsung satu lapis (monolayer) dan situs permukaannya bersifat homogen karena masing-masing situs aktif hanya dapat mengadsorpsi satu molekul. Kapasitas adsorpsi maksimum adsorben kulit buah kakao dalam mengadsorpsi zat warna naphthol ASBO ditunjukkan dengan nilai Q_{max} yaitu sebesar 5,8651 mg/g. hal ini menunjukkan bahwa setiap gram arang aktif kulit buah kakao mampu mengadsorpsi zat warna naphthol sebesar 5,8651 mg/g.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

Karakteristik dari adsorben arang aktif kulit buah kakao hasil analisis FTIR menunjukkan bahwa adsorben kulit buah kakao teraktivasi HCL mengandung gugus fungsi – OH, C-H, CH₂, C-O dan C=C aromatik. Hasil analisis SAA dari adsorben kulit buah kakao teraktivasi HCL diperoleh luas permukaan sebesar 178,10 m²/g, dengan volume pori sebesar 0,16 cc/g dan ukuran pori sebesar 1,80 nm.

Kondisi optimum adsorben arang aktif kulit buah kakao dalam mengadsorpsi zat warna naphtol ASBO terjadi pada pH 4, waktu kontak 90 menit dan konsentrasi 60 ppm.

Kapasitas adsorpsi arang aktif kulit buah kakao dalam mengadsorpsi zat warna naphtol adalah sebesar 5,8651 mg/g. pola isoterm adsorpsi mengikuti isoterm langmuir dengan nilai R² sebesar 0,8275 dan energi adsorpsi sebesar 25,627905 KJ/mol.

Saran dari peneliti berdasarkan penelitian yang telah dilakukan adalah :

Peneliti mengharapkan perlu dilakukan penelitian dengan menggunakan aktivator yang lain.

Penelitian selanjutnya dapat mengaplikasikan kulit buah kakao teraktivasi HCL untuk mengadsorpsi zat warna yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- 1 Manurung R, Hasibuan R, Irvan. 2004. Perombakan Zat Warna Azo Reaktif Secara Anaerob – Aerob. e-USU Repos. © Univ. Sumatera Utara. 1.
- 2 Aksu Z, G D. 2003. Comparative study on the biosorption characteristics of some yeasts for remazol blue reactive dye. *Chmosphere*. **50**: 1075.
- 3 Suyata, Kurniasih M. 2012. Degradasi Zat Warna Kongo Merah Limbah Cair Industri Tekstil Di Kabupaten Pekalongan Menggunakan Metode Elektrokolorisasi. *J. Mol*. **7**(1): 53.
- 4 Venckatesh R, Amudha T, Sivaraj R, Chandramohan M, Jambulingam M. 2010. Kinetics and Equilibrium Red-28 Onto Punica Granatum. *Int.J.Eng.Sci.Technol*. **2**(6): 2040.
- 5 Zhou Y, Zhang M, Wang X, Huang Q, Min Y, Ma T, Niu J. 2014. Removal of

Crystal Violet by a Novel Cellulose-Based Adsorbent: Comparison with Native Cellulose. *Ind. Eng. Chem. Res*. **53**(13): 5498.

- 6 Yuliani HR. Adsorption of methyl violet from aqueous solution onto modified ampo Prosiding seminar nasional teknik kimia kejuangan. pp 1–7.
- 7 Alamsyah Z. Biosorpsi BiruMetilen Oleh Kulit Buah Kakao. Institut PertanianBogor.
- 8 Ditjenbun. 2013. Perkembangan Volume dan Nilai Ekspor Komoditas Primer Perkebunan Tahun 2009-2013.
- 9 Ditjenbun. 2013. Perkembangan LuasAreaPerkebunan 2008-2013.
- 10 Erika C. 2013. Ekstraksi Pektin Dari Kulit Kakao (*Theobroma cacao L.*) menggunakan Amonia Oksalat. *J. Teknol. dan Ind. Pertan. Indones*. **5**(2):
- 11 Wulan, Narsito S. 2001. Kemungkinan Pemanfaatan Limbah Kulit Buah Kakao (*Theobroma Cacao L.*) sebagai Sumber Zat Pewarna (β - karoten). *J. Teknol. Pertan*. **2**(2): .
- 12 Misran E. 2009. Pemanfaatan Kulit Coklat dan Kulit Kopi sebagai Adsorben Ion Pb dalam Larutan. *Sigma*. **12**(1): 23.
- 13 Dong L, Zhu Z, Qiu Y, Zhao J. 2010. Removal of Lead From Aqueous Solution by Hidroxyapatite / Magnetite Composite Adsorbent. *Chem. Eng. J*. **16**(5): 827.
- 14 Silverstein RM, X WF, J KD. *Spectrometric Identification of Organic Compounds*. Jhon - Wiley and Sons, USA. 2005.
- 15 Sugesti U. Pembuatan Dan Karakterisasi Zno/Karbon Aktif Tempurung Kelapa Sawit Teraktivasi ZnCl₂ Menggunakan Metode Hidrotermal Untuk Penjerapan Fenol. UII, Yogyakarta.
- 16 Maghfiroh L, Ita U, Hendro J. 2016. Pengaruh pH terhadap penurunan zat warna Remazol Yellow FG oleh Adsorben Selulosa Bakterial Nata De Coco. *J. Sains dan Seni ITS ISSN 2337-3520*. **5**(2): 126.
- 17 Sulistyawati S. Modifikasi Tongkol Jagung Sebagai Adsorben Logam Berat Pb(II). Institut Pertanian Bogor.