



Studi Kinetika Adsorpsi Metil Biru Menggunakan Karbon Aktif Limbah Kulit Pisang

Yuni Kurniati*, Okky Putri Prastuti, Eka Lutfi Septiani

Jurusan Teknik Kimia, Universitas Internasional Semen Indonesia, Kompleks PT. Semen Indonesia (Persero)
Tbk. Jl. Veteran, Gresik 61122, Indonesia

*E-mail: yuni.kurniati@uisi.ac.id

ABSTRAK

Indonesia adalah negara berkembang dengan ribuan perusahaan di sektor industri yang menghasilkan limbah. Pisang adalah produk umum yang paling dikenal di masyarakat. Bagian pisang seperti kulitnya belum digunakan secara optimal namun dapat dikembangkan menjadi karbon aktif. Penelitian ini bertujuan memanfaatkan limbah kulit pisang sebagai adsorben untuk menghilangkan limbah pewarna metil biru pada industri tekstil. Pada umumnya limbah industri tekstil saat ini banyak mengandung pewarna. Adsorben yang digunakan untuk mengurangi kadar pewarna dalam limbah perlu dikembangkan. Kapasitas adsorpsi limbah kulit pisang dalam penelitian diamati, termasuk jumlah adsorben yang harus ditentukan dan konsentrasi limbah untuk menghilangkan pewarna tekstil. Sebelum digunakan sebagai adsorben, karbon aktif limbah kulit pisang harus diaktivasi menggunakan 0,1 N dan 0,5 N larutan NaOH. Larutan metil biru dibuat dalam berbagai konsentrasi untuk menentukan kurva kalibrasi standar menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Karakterisasi yang dilakukan dalam penelitian ini adalah *Scanning Electron Microscopy* (SEM) untuk mengetahui morfologi partikel karbon aktif. Hasilnya menunjukkan bahwa karbon aktif limbah kulit pisang akan menjadi alternatif untuk menghilangkan metil biru dengan proses adsorpsi dengan memiliki daya adsorpsi rata-rata sebesar 14,12 %. Kinetika adsorpsi dari penelitian ini menggunakan model pseudo orde satu yaitu persamaan Lagergren dan pseudo-orde ke dua yang dikembangkan oleh Ho dan McKay yang menghasilkan konstanta adsorpsi k_1 dari pseudo-orde satu dalam larutan limbah tekstil dengan perbandingan konsentrasi antara limbah tekstil dengan aquades sebesar 3 : 7 (v/v) dengan aktivasi larutan 0,1 dan 0,5 N larutan NaOH adalah 0,0066 dan 0,0033 min^{-1} sedangkan untuk model hasil pseudo-orde ke dua k_2 dengan aktivasi larutan 0,1 dan 0,5 N larutan NaOH adalah 1,8172 dan 1,2539 min^{-1} .

Kata kunci: adsorben, kinetika, kulit pisang, SEM, spektrofotometer

ABSTRACT

Indonesia is a developing country that has thousands of companies in the industrial sector that generally produce waste. Banana is the general product that mostly known in society. The other part of banana only as a waste product, such as banana peel that have not used optimally yet meanwhile it can be developed to be activated carbon. This research aims to use banana peels as an adsorbent for removing methylene blue. In general, textile industry waste currently contains many dyes. Adsorbents used to reduce dye levels in waste need to be developed. The adsorption capacity of banana peel adsorption is observed, including the dose of adsorbent that must be applied and the concentration of waste for removal of textile dyes. Before being used as an adsorbent, the activated carbon of banana peel must be activated by using 0.1 N and 0.5 NaOH solution. Methyl blue solutions were made in various concentrations to determine standard calibration curves using a UV-Vis spectrophotometer. The characterization was used to support this study such as Scanning Electron Microscopy (SEM) analysis to find out the morphology of activated carbon particles. The result indicate that the banana peel activated carbon would be an alternative for the removal of methylene blue by adsorption process with adsorption capacity as 14.12%. The adsorption kinetics of this study used model of pseudo-first order by Lagergren equation and pseudo-second order developed by Ho and Mc. Kay that result adsorption constant k_1 of pseudo-first order in 3:7 (v/v) textile waste and aquadest by activation in 0.1 and 0.5 NaOH solution were 0.0066 dan 0,0033 min^{-1} , while the model of pseudo-second order results k_2 by activation in 0.1 and 0.5 NaOH solution were 1.8172 dan 1.2539 min^{-1} .

Keywords: adsorbent, banana peel, kinetic, SEM, spectrophotometer

1. PENDAHULUAN

Air merupakan bahan utama yang diperlukan oleh makhluk hidup. Namun tidak banyak air bersih yang bisa dikonsumsi oleh makhluk hidup. Hal ini dikarenakan kondisi limbah industri banyak mencemari air permukaan. Limbah yang terkandung di dalam air merupakan bahan berbahaya dan beracun (B3) dimana limbah tersebut perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke air permukaan. Salah satu ekosistem yang bisa punah adalah kehidupan di air yang tercemari oleh limbah B3. Banyak industri yang berkembang di Indonesia kurang menyadari bahwa limbah yang dihasilkan dapat merusak lingkungan hidup tanpa pengolahan [1].

Hasil kontaminan dari limbah industri salah satunya adalah pewarna. Pewarna digolongkan dalam salah satu limbah B3. Limbah pewarna ini berasal dari berbagai macam industri seperti tekstil, makanan, kertas, plastik, dan kosmetik. Adanya limbah yang mengandung pewarna ini dapat menyebabkan pencemaran lingkungan dan menghalangi proses fotosintesis di kehidupan air. Pewarna yang sering digunakan dalam industri pembuatan kain adalah metilen biru. Metilen biru mempunyai dampak negatif apabila terkena kontak dengan manusia dan lingkungan sehingga diperlukan sebuah teknik untuk menghilangkan kandungan metilen biru dari limbah industri [2].

Beberapa teknik yang telah diaplikasikan dalam dunia industri adalah pengendapan, elektroplating, separasi membran, evaporasi, dan pertukaran ion. Namun metode tersebut memerlukan biaya besar dan tidak efektif dalam proses pengurangan konsentrasi polutan. Proses adsorpsi menjadi pertimbangan alternatif metode yang dapat terbilang cukup mudah untuk diterapkan dalam proses pemurnian air limbah. Media yang digunakan dalam proses adsorpsi yaitu sebuah adsorben. Dimana adsorben tersebut akan menyerap senyawa pewarna yang

terkandung di dalam limbah industri. Adsorben yang biasa digunakan adalah karbon aktif. Namun karena biaya yang dikeluarkan cukup besar maka perlu dikaji lagi alternatif adsorben dengan biaya lebih murah dan ramah lingkungan [3].

Dalam dunia agroindustri banyak sekali limbah buah dan sayur yang dibuang dan tidak dikelola dengan baik. Salah satunya adalah limbah kulit pisang. Indonesia memiliki iklim tropis dimana pisang adalah salah satu buah yang dapat tumbuh sepanjang masa. Limbah kulit pisang berpotensi menjadi bahan kompos hingga berpotensi menjadi sebuah adsorben. Dengan harga yang rendah dan ketersediaan sangat banyak, limbah kulit pisang dapat dimanfaatkan sebagai bio-material adsorben dalam menghilangkan kandungan zat pewarna pada proses penjernihan air di dalam limbah industri [4].

Limbah kulit pisang yang diperoleh perlu dilakukan *pre-treatment* dengan cara diaktivasi oleh larutan alkali sehingga dapat dijadikan suatu karbon aktif. Namun masih belum diketahui kemampuan maksimal karbon aktif limbah kulit pisang yang berperan sebagai adsorben dalam mereduksi zat pewarna [5]. Sehingga penelitian ini bertujuan untuk melakukan studi kinetika dan efisiensi proses adsorpsi dalam penggunaan limbah kulit pisang sebagai adsorben dalam limbah industri yang mengandung zat pewarna metilen biru ditinjau dari jumlah konsentrasi yang tereduksi dan lama waktu kontak adsorpsi. Sedangkan kinetika adsorpsi akan dianalisa menggunakan reaksi orde pertama dan juga reaksi orde kedua.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan secara eksperimen yang hasilnya akan dianalisa mengenai pengaruh kadar kontaminan (pewarna), waktu kontak, kadar adsorben, dan ukuran partikel adsorben terhadap daya serap adsorben. Karakterisasi material, dan kinetika adsorpsi akan dilakukan untuk

mengetahui efisiensi adsorpsi dari limbah kulit pisang.

2.1. BAHAN DAN ALAT

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah kulit pisang, HCl, NaOH, limbah industri tekstil, metil biru. Sedangkan alat yang digunakan yaitu *oven* untuk mengeringkan limbah kulit pisang, *vibrating screen* untuk mengklasifikasikan ukuran partikel kulit pisang, *furnace* untuk proses karbonisasi, *beaker glass* sebagai kolom adsorpsi dan *magnetic stirrer* untuk memperbesar kontak adsorpsi, dan *UV-Vis Spectrophotometer* yang berfungsi untuk menentukan kadar ion logam dan pewarna tekstil.

2.2. PERSIAPAN BAHAN

Kulit pisang yang dapat diperoleh dari pasar local kota Gresik, Jawa Timur, Indonesia, dipisahkan secara perlahan dari buahnya. Kemudian dicuci menggunakan aquadest untuk menghindari kontaminan. Limbah kulit pisang yang bersih dikeringkan di bawah terik sinar matahari selama 2 hari berturut-turut dan dilanjutkan dengan pengeringan didalam oven pada suhu 80°C selama 18 jam hingga benar-benar kering seluruhnya. Setelah itu limbah kulit pisang kering dihaluskan dan diklasifikasikan ukurannya menggunakan *vibrating screen* dengan ukuran mesh terbesar 300 µm.

2.3. SINTESIS LIMBAH KULIT PISANG MENJADI KARBON AKTIF

Limbah kulit pisang kering yang berbentuk serbuk selanjutnya dikarbonisasi menggunakan *tube furnace* pada suhu 300°C selama 2 jam sehingga limbah kulit pisang menjadi karbon. Setelah itu, karbon yang telah terbentuk jadi diaktivasi menggunakan larutan NaOH dengan dua variabel, 0,1 dan 0,5 N, selama 24 jam. Karbon yang telah teraktivasi dicuci dengan aquadest hingga mencapai pH netral kemudian dilanjutkan dengan pengeringan pada suhu 80°C selama

24 jam. Karbon aktif yang telah terbentuk disimpan kedalam desikator.

2.4. SKEMA EKSPERIMEN ADSORPSI ISOTERMIS

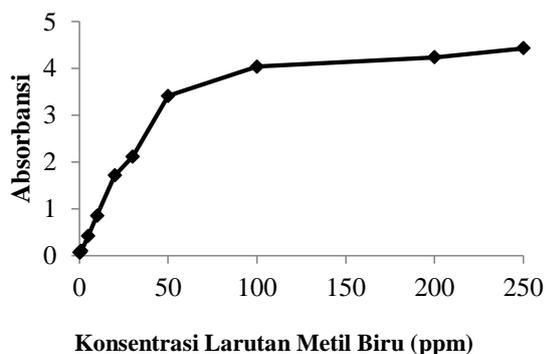
Mekanisme eksperimen yang dilakukan ialah mengkontakkan 0.6 gram material karbon aktif di dalam larutan limbah tekstil dengan perbandingan konsentrasi antara limbah tekstil dengan aquades sebesar 3 : 7 (v/v) dalam volume campuran 50 mL. Waktu kontak dilakukan selama 120 menit, dengan pengamatan konsentrasi limbah tekstil di dalam larutan setiap 20 menit menggunakan analisa spektrofotometri UV-Vis. Dalam percobaan ini menggunakan metode adsorpsi isothermis sehingga tidak ada perubahan suhu pada kondisi operasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan karbon aktif dari limbah kulit pisang atau yang disebut *Banana Peel Activated Carbon* (BPAC) dilakukan dengan metode karbonisasi. Setelah dilakukan proses pembuatan karbon aktif, pada penelitian ini dilakukan proses yaitu metode aktivasi dengan cara kimia, yaitu mengontakkan karbon aktif dengan larutan kimia (aktivator) pada rentang waktu tertentu. Zat aktivator yang digunakan ialah larutan NaOH dengan konsentrasi 0,1 dan 0,5 N

Sebelum diaplikasikan pada limbah tekstil, karbon aktif kulit pisang diujikan pada pewarna metil biru dengan waktu kontak selama 120 menit. Larutan metil biru dibuat dalam berbagai konsentrasi untuk menentukan kurva kalibrasi standar.

Pada Gambar 1, terlihat bahwa semakin tinggi konsentrasi larutan metil biru maka semakin tinggi nilai absorbansi yang dihasilkan dengan menggunakan alat UV-Vis spektrofotometer untuk pengujian. Kurva ini digunakan sebagai acuan hasil penelitian limbah tekstil yang mengandung pewarna metil biru diadsorpsi oleh karbon aktif limbah kulit pisang.



Gambar 1. Kurva kalibrasi larutan pewarna metil biru

Selanjutnya, karbon aktif limbah kulit pisang diaplikasikan sebagai adsorben pada limbah tekstil dengan perbandingan konsentrasi antara limbah tekstil dengan aquades sebesar 3 : 7 (v/v) dalam volume campuran 10 mL. Tabel 1. merupakan hasil analisa adsorbansi menggunakan alat UV-Vis spektrofotometer dengan panjang gelombang maksimum 663 nm.

Hasil analisa menggunakan 0,6 gram *Banana Peel Activated Carbon* (BPAC) memiliki daya adsorpsi rata-rata sebesar 14,12 %. Semakin tinggi konsentrasi dari larutan aktivasi NaOH maka semakin tinggi pula daya adsorpsi yang dihasilkan seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisa adsorbansi larutan limbah tekstil

Waktu (menit)	Adsorbansi dengan Aktivator Larutan	
	NaOH 0,1 N	NaOH 0,5 N
0	1.997	3.065
20	1.913	2.893
40	1.897	2.792
60	1.875	2.687
80	1.861	2.629
100	1.821	2.528
120	1.797	2.506
% Teradsorb	10,01	18,23
Rata-rata	14,12%	

Studi kinetika adsorpsi diperlukan untuk menentukan nilai dari konstanta laju adsorpsi

yang ditunjukkan dengan nilai k. Analisa kinetika didasarkan pada kinetika reaksi dengan nilai k_1 merupakan data kinetika yang dianalisa dalam pseudo orde satu sedangkan k_2 merupakan data kinetika dalam pseudo orde dua. Pseudo orde satu menggunakan persamaan Lagregen [6] yaitu:

$$q_t = q_e(1 - e^{-k_1 t}) \quad (1)$$

Sedangkan pseudo orde dua yang dikembangkan Ho dan McKay [7] menggunakan persamaan :

$$q_t = \frac{k_2 q_e^2 t}{1 + k_2 q_e^2 t} \quad (2)$$

Tabel 2. Hasil Perhitungan Kinetika Adsorpsi

Pseudo first order	Aktivasi alkali NaOH 0,1 N 3 : 7 (v/v)	Aktivasi alkali NaOH 0,5 N 3 : 7 (v/v)
q_e (mg/g)	0,0033	0,0093
k_1 (1/min)	0,0066	0,0166
Pseudo second order	Aktivasi alkali NaOH 0,1 N 3 : 7 (v/v)	Aktivasi alkali NaOH 0,5 N 3 : 7 (v/v)
q_e (mg/g)	0,0033	0,0093
k_2 (g min/mg)	1,8172	1,2539

Model kinetika adsorpsi Lagergren digunakan untuk sistem 2 fase yang berbeda yaitu berbentuk sistem cair-padat. Sampel yang digunakan adalah adsorpsi metilen biru pada limbah tekstil sebagai fasa cair (liquid) dengan karbon aktif sebagai adsorben padatnya. Model ini telah banyak diaplikasikan untuk adsorpsi polutan pada sistem larutan. Model kinetika adsorpsi pseudo orde dua yang dikembangkan oleh Ho juga dilakukan pada penelitian ini. Hasil persamaan kinetika adsorpsi BPAC terhadap metilen biru dalam limbah tekstil dengan pseudo orde satu dan pseudo orde dua ditunjukkan pada Tabel 2.

4. KESIMPULAN

Banana Peel Activated Carbon (BPAC) dapat diaplikasikan sebagai adsorben pewarna dalam limbah tekstil, dengan daya adsorpsi pada larutan limbah tekstil untuk penghilangan pewarna sebesar 14,12 %.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Hibah DIKTI Penelitian Dosen Pemula yang telah memberi dukungan finansial terhadap penelitian ini, LPPM (Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat) UIISI yang telah mendukung fasilitas di universitas, dan perguruan tinggi mitra Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya jurusan Teknik Kimia yang telah mendukung dalam fasilitas pengujian analisa bahan dan laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sumisih, Studi Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun (B3) Di Rumah Sakit Islam Sultan Agung Semarang, skripsi, Departemen Ilmu Kesehatan Masyarakat, Universitas Negeri Semarang, 2010.
- [2] S. Shakoor, A. Nasar, Removal of methylene blue dye from artificially contaminated water using citrus limetta peel waste as a very low cost adsorbent, *J Taiwan Inst Chem E.*, vol.1, no. 10, hal. 1-10, 2016.
- [3] N. A. Rohaizar, Removal of Cu(II) from water by adsorption on chicken eggshell, *International Journal of Engineering & Technology*, vol.13, no. 1, hal. 40-45, 2013.
- [4] M. A. Hossain, Removal of copper from water by adsorption onto banana peel as bioadsorbent, *Int J. of Geomate*, vol. 2, no. 2, hal 227-234, 2012.
- [5] A. Bhatnagar, Agricultural waste peels as versatile biomass for water purification, *Chem Eng J.*, vol. 174, no. 6, hal.1 – 82, 2015.
- [6] D. L. Postai, dkk., Adsorption of rhodamine B and methylene blue dyes using waste of seeds of *Aleurites Moluccana*, a low cost adsorbent, *Alexandria Eng. J.*, vol. 55, hal. 1713-1723, 2016.
- [7] Y.S. Ho, G. Mckay, Pseudo-second order model for sorption processes, *Process Biochem*, vol. 34, hal. 451–465, 1999.