

PEMANFAATAN SELULOSA DARI KULIT UMBUT ROTAN (*Calamussp*) SEBAGAI ADSORBEN METILEN BIRU

The Utilization of Cellulose from Rattan Umbut Skin (Calamussp) as Adsorbant of Methylene Blue

Nyahu¹, Whendy Trissan², Karelius³, Retno Agnestisia³

¹Prodi Agroteknologi Universitas Palangka Raya, Kampus UPR Jl. H. Timang, Palangka Raya

²Prodi Pendidikan Teknik Bangunan Universitas Palangka Raya, Kampus UPR Jl. H. Timang, Palangka Raya

³Prodi Kimia FMIPA Universitas Palangka Raya, Kampus UPR Jl. H. Timang, Palangka Raya
e-mail: karelius@chem.upr.ac.id

DOI: 10.20527/jstk.v15i2.8266

Submitted: April 01, 2020; Revised version accepted for publication: July 28, 2021

Available online: August 9, 2021

ABSTRAK

Kulit umbut rotan (*Calamussp*) merupakan bahan berlignoselulosa. Kandungan selulosa yang cukup tinggi pada kulit umbut rotan, menjadikan selulosa kulit umbut rotan dapat dipertimbangkan sebagai sumber adsorben metilen biru. Tujuan penelitian ini adalah menentukan pH dan waktu kontak optimum, kinetika adsorpsi, dan kesetimbangan adsorpsi dari selulosa kulit umbut rotan asal Kalimantan Tengah terhadap metilen biru. Persiapan sampel kulit umbut rotan dimulai dari pemotongan, pengeringan, penghalusan, dan pengayakan 60 mesh hingga diperoleh sampel kulit umbut rotan yang selanjutnya akan dilakukan isolasi selulosa menggunakan pelarut NaOH 20% panas. Tahap terakhir adalah uji adsorpsi terhadap metilen biru oleh serbuk kulit umbut rotan dan selulosa kulit umbut rotan. Hasil penelitian menunjukkan proses adsorpsi serbuk selulosa kulit umbut rotan terhadap metilen biru mencapai optimum pada pH 8, dengan waktu optimum 40 menit. Kajian kinetika dan kesetimbangan adsorpsi menunjukkan bahwa adsorpsi metilen biru oleh selulosa kulit umbut rotan mengikuti kinetika orde dua semu dengan pola *isoterm Langmuir*.

Kata kunci : kulit umbut rotan, selulosa, adsorpsi, metilen biru

ABSTRACT

The skin of rattan umbut (*Calamussp*) is a lignocellulose material. Cellulose content is quite high in the rattan umbut skin, making the cellulose of rattan umbut skin can be considered as a source of methylene blue adsorbent. The objectives of this study were to determine optimum pH and contact time, adsorption kinetics, and adsorption equilibrium on rattan umbut skin from Central Kalimantan against methylene blue. Preparation of rattan umbut skin samples were started from cutting, drying, refining, and 60 mesh sieving to obtain rattan umbut skin samples, then carried out cellulose isolation using heat solvent of 20% NaOH. The last step was the adsorption test for methylene blue by rattan umbut skin powder and cellulose of rattan umbut skin. This research show that adsorption process of cellulose powder of the rattan umbut skin against methylene blue was optimum at pH 8, withan optimum time of 40 minutes. The study of adsorption kinetic and equilibrium showed that the adsorption of methylene blue by cellulose of umbut rattan skin followed pseudo second order kinetics with Langmuir isotherm pattern.

Keyword : cellulose, rattanumbutskin, methyleneblue

PENDAHULUAN

Industri tekstil merupakan satu dari sekian kegiatan industri yang cukup dominan berkembang di Indonesia. Produk-produk tekstil Indonesia sangat potensial, tak hanya untuk pasar dalam negeri namun juga di luar negeri. Salah satu yang perlu diperhatikan pada industri tekstil adalah limbah hasil produksinya dapat mencemari lingkungan khususnya pencemaran terhadap air. Limbah industri tekstil didominasi oleh pencemaran zat warna karena penggunaan zat warna baik yang alami maupun sintetis dalam proses produksinya. Pada kenyataannya, proses pewarnaan tekstil berada dalam rentang 100 sampai 120 ppm sekitar 50% zat warna akan terserap dan sisanya akan didaur ulang atau dibuang sebagai limbah (Mulyatna, 2003). Zat warna sintetis umumnya dibuat dari senyawa azo dan turunannya dari gugus benzen. Gugus benzen sangat sulit didegradasi dan membutuhkan waktu degradasi yang lama (Mamoto et al., 2013); (Karelius, 2017). Salah satu contoh zat warna yang banyak digunakan pada industri tekstil adalah metilen biru. Metilen biru dikenal sebagai senyawa hidrokarbon aromatik yang beracun dan termasuk kedalam zat warna kationik dengan daya adsorpsi yang sangat kuat (Day dan Underwood, 2002). Senyawa ini memiliki warna yang komplementer berupa warna biru yang memiliki spectrum cahaya pada panjang gelombang daerah visible yaitu terletak diantara 500 – 700 nm (Day dan Underwood, 2002). Dalam proses pewarnaan, metilen biru diketahui hanya digunakan sekitar 5%

sedangkan 95% sisanya akan dibuang kealiran air sebagai limbah (Purwamargapratala et al., 2013).

Berbagai metode pengolahan limbah zat warna yang telah dikembangkan antara lain adalah pemisahan menggunakan membran, oksidasi, koagulasi, degradasi, penukar ion dan adsorpsi. Metode adsorpsi dianggap sebagai metode yang paling menguntungkan karena prosesnya sederhana, memiliki efektifitas dan kapasitas adsorpsi tinggi, selektif, biaya operasional rendah dan tidak memberikan efek samping berupa zat beracun (Volesky, 2005). Metode adsorpsi yang umum digunakan adalah metode batch dan dinamis (Hadiwidodo, 2008). Metode batch untuk adsorpsi metilen biru telah banyak diteliti, antara lain menggunakan adsorben kaolin dan zeolite (Rida et al., 2013), komposit lempung magnetit (Sadiana, 2017); (Sadiana, 2018) dan magnetit terlapis asam humat (Kustomo dan Santosa, 2019).

Jenis adsorben yang banyak diteliti sebagai adsorben alternatif agar mampu bersaing dengan adsorben komersial seperti karbon aktif adalah biosorben. Biosorben merupakan adsorben yang berasal dari bahan-bahan alami (Magriotis, 2014) dan (Nurhasni, 2018). Senyawa yang ada dalam bahan alami yang berperan dalam proses adsorpsi yaitu selulosa, lignin, dan hemiselulosa. Adsorben selulosa, lignin dan hemiselulosa memiliki monomer yang berbeda sehingga kemampuan untuk mengadsorpsi zat warna juga berbeda. Selulosa merupakan salah satu senyawa yang terdapat pada bahan alam dengan kandungan

yang lebih banyak dibandingkan lignin dan hemiselulosa. Menurut (Cooney, 1998), selulosa mempunyai karakter hidrofilik serta mempunyai gugus alkohol primer dan sekunder yang keduanya mampu mengadakan reaksi dengan zat warna reaktif, hal ini didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Huda dan Yulitaningtyas (2018) yang menunjukkan bahwa selulosa dapat mengadsorpsi zat warna metilen biru secara efektif.

Umbut rotan (rotan muda) merupakan salah satu bahan pangan (sayur dan lalapan) yang populer di Kalimantan Tengah. Cara untuk mendapatkan umbut rotan adalah mengupas bagian kulit luarnya yang keras. Kulit umbut rotan ini kemudian hanya menjadi limbah yang tidak berguna. Limbah kulit umbut rotan ini memiliki potensi menjadi adsorben karena mengandung selulosa yang cukup tinggi sehingga dapat dijadikan adsorben, yang dalam penelitian ini diaplikasikan untuk menyerap zat warna metilen biru.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Beberapa peralatan utama yang digunakan untuk penelitian ini antara lain : alat-alat gelas (*pyrex*), hot plate, neraca analitik (Mettler Toledo AL-204), pH-meter (Bench AD 1030), ayakan 60 mesh, shaker (Stuart SSM1), lumping porselin, oven (Memmert UN 55 53L), desikator (Duran), pengaduk magnet, kertas saring, dan spektrometer UV-Vis (B-ONE UV-Vis 100 DA).

Bahan-bahan utama yang dipergunakan pada penelitian ini antara lain : Kulit umbut rotan (*Calamussp*), zat warna metilen biru, NaOH, HCl 37%, etanol 95%, dan akuades.

Prosedur Kerja

Persiapan sampel kulit umbut rotan (*Calamussp*)

Sampel kulit umbut rotan (*Calamussp*) asal Kalimantan Tengah diambil bagian batang dan dipotong-potong dengan ukuran \pm 3 cm, kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari. Kulit umbut rotan kering yang diperoleh dihancurkan dengan menggunakan blender dan diayak hingga lolos saringan 60 mesh.

Isolasi selulosa kulit umbut rotan (*Calamussp*)

Serbuk kulit umbut rotan (*Calamussp*) yang diperoleh dari proses *pretreatment* kemudian direndam dalam larutan NaOH 20%, dipanaskan pada temperatur 80°C sambil diaduk selama 5 jam, kemudian suspensi disaring dan dicuci menggunakan etanol 95% dan akuades sampai pH netral. Selulosa hasil preparasi dikeringkan pada temperatur 60°C dan diayak kembali hingga lolos saringan 60 mesh.

Uji adsorpsi selulosa kulit umbut rotan dan serbuk kulit umbut rotan terhadap zat warna

Uji adsorpsi serbuk kulit umbut rotan (U-KUR) dan selulosa kulit umbut rotan (S-KUR) terhadap zat warna metilen biru dilakukan dengan menggunakan system *batch* melalui 3 tahapan, yaitu penentuan pH optimum, waktu kontak optimum dan kapasitas adsorpsi.

Penentuan pH optimum

Sebanyak 0,1 gram sampel U-KUR dan S-KUR masing-masing digunakan untuk mengadsorpsi 50 mL larutan metilen biru 50 ppm dengan pH awal 7, 8, 9, 10, 11, dan 12. Proses dilakukan menggunakan shaker selama 3 jam pada temperatur kamar. Konsentrasi metilen biru yang tidak teradsorpsi diukur dengan menggunakan Spektrofotometer UV-Vis.

Penentuan waktu kontak optimum

Sebanyak 0,1 gram sampel U-KUR dan S-KUR masing-masing digunakan untuk mengadsorpsi 50 mL larutan metilen biru 50 ppm pada pH optimum dengan variasi waktu kontak 5, 10, 20, 40, 60, 90, 180, dan 420 menit pada temperatur kamar. Konsentrasi metilen biru yang tidak teradsorpsi diukur dengan menggunakan Spektrofotometer UV-Vis.

Penentuan kapasitas adsorpsi

Sebanyak 0,1 gram sampel SU-KUR dan S-KUR masing-masing digunakan untuk mengadsorpsi 50 mL larutan metilen biru pada pH dan waktu kontak optimum dengan variasi konsentrasi 10, 20, 30, 40 dan 50 ppm pada temperatur kamar. Konsentrasi metilen biru yang tidak teradsorpsi diukur dengan menggunakan Spektrofotometer UV-Vis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persiapan Sampel Kulit Umbut Rotan (*Calamussp*)

Sampel kulit umbut rotan dipersiapkan sebelum digunakan pada tahap isolasi selulosa. Persiapan sampel dilakukan dengan pemotongan kulit umbut rotan bagian batang dengan ukuran sekitar 3 cm, kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari agar kandungan airnya berkurang sehingga mempermudah proses selanjutnya. Potongan kulit umbut rotan yang telah kering dihancurkan dengan menggunakan blender dan diayak hingga lolos ayakan 60 mesh untuk mendapatkan keseragaman ukuran butiran serbuk kulit umbut rotan (U-KUR).

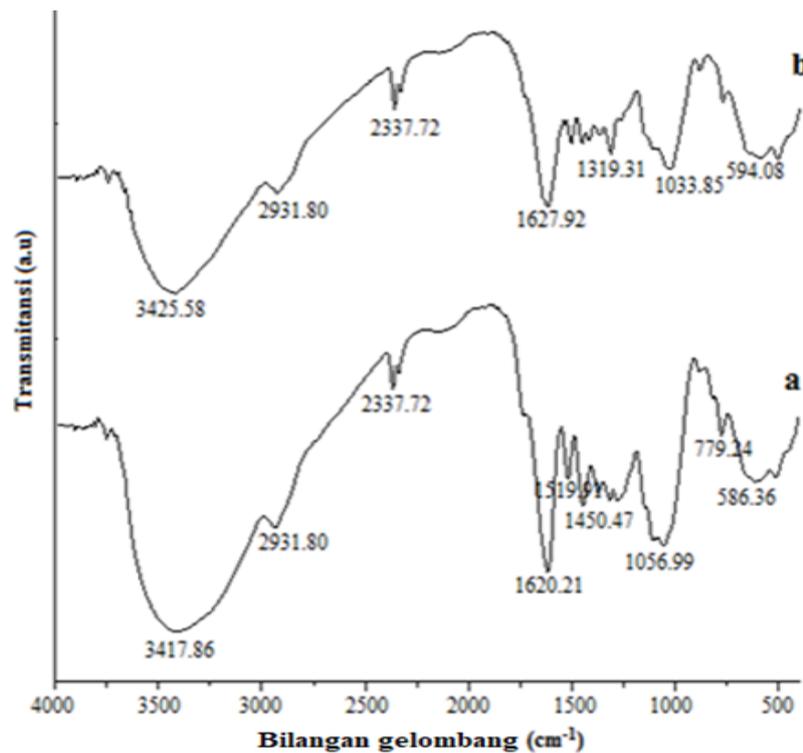
Isolasi Selulosa Kulit Umbut Rotan

Kulit umbut rotan merupakan bahan berligno selulosa yang mengandung komponen-komponen kimia seperti selulosa, hemiselulosa dan lignin. Untuk memisahkan selulosa dari komponen-komponen kimia yang lain dapat menggunakan pelarut NaOH panas, karena larutan ini dapat merusak struktur lignin pada bagian kristalin dan amorf serta memisahkan sebagian hemiselulosa. Pelarut NaOH dapat menyerang dan merusak struktur lignin pada bagian kristalin dan amorf serta memisahkan sebagian hemiselulosa. Ion OH^- dari NaOH akan memutuskan ikatan-ikatan dari struktur dasar lignin sedangkan ion Na^+ akan berikatan dengan lignin membentuk natrium fenolat. Garam fenolat ini bersifat mudah larut. Setelah proses perendaman, sampel disaring untuk membuang lignin yang terlarut dalam larutan tersebut kemudian sampel ini dicuci menggunakan etanol 95% dan akuades untuk membersihkan larutan yang masih menempel pada sampel dan pH

sampel menjadi netral. Sampel yang sudah dicuci kemudian dikeringkan pada temperatur 60°C untuk mengurangi kadar air yang terdapat dalam sampel dan diayak kembali hingga lolos saringan 60 mesh untuk mendapatkan keseragaman ukuran sampel.

Sampel U-KUR dan S-KUR selanjutnya dianalisis dengan *Fouriertransforminfrared*

(FTIR) untuk memberikan informasi yang cukup jelas mengenai gugus fungsi senyawa penyusun sampel dan perubahan yang terjadi setelah proses isolasi. Adapun spectrum inframerah dari U-KUR dan S-KUR asal Kalimantan Tengah ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Spektra FTIR (a) U-KUR dan (b) S-KUR

Berdasarkan spektrum FTIR dari U-KUR asal Kalimantan Tengah yang ditunjukkan pada gambar 1a memperlihatkan adanya beberapa puncak-puncak serapan yang cukup tajam, yaitu pada bilangan gelombang 3417,86 cm^{-1} ; 2931,80 cm^{-1} ; 2337,72 cm^{-1} ; 1620,21 cm^{-1} ; 1519,90 cm^{-1} ; 1450,47 cm^{-1} ; 1056,99 cm^{-1} . Puncak serapan yang muncul pada bilangan gelombang 3417,86 cm^{-1} menunjukkan adanya vibrasi ulur O-H. Serapan cukup tajam juga terjadi pada bilangan gelombang 2931,80 cm^{-1} yang menunjukkan

adanya vibrasi ulur dari C-H. Sedangkan, pada puncak serapan 2337,72 cm^{-1} diindikasikan merupakan serapan vibrasi dari kombinasi C-H dan O-H *stretching* (Wiley dan Sons, 2004). Selanjutnya, pada bilangan gelombang 1620,21 cm^{-1} dan 1450,47 cm^{-1} secara berturut-turut adalah vibrasi ulur dari -COOH dan C=C aromatik, dan pada bilangan gelombang 1056,99 cm^{-1} menunjukkan adanya serapan khas dari struktur molekul selulosa, yaitu gugus C-O (ikatan β -1,4-glikosida) (Wiley dan Sons, 2004).

Gambar 1b menunjukkan spektrum FTIR dari S-KUR hasil isolasi dengan serapan puncak-puncak vibrasi yang cukup tajam pada daerah bilangan gelombang $3425,58\text{ cm}^{-1}$; $2931,80\text{ cm}^{-1}$; $2337,72\text{ cm}^{-1}$; $1627,92\text{ cm}^{-1}$; $1319,31\text{ cm}^{-1}$; $1033,85\text{ cm}^{-1}$. Spektrum FTIR yang ditampilkan pada Gambar 5a dan 5b menunjukkan adanya perbedaan pola serapan, seperti pada bilangan gelombang $3417,86\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya vibrasi ulur O-H mengalami pergeseran ke arah bilangan gelombang $3425,58\text{ cm}^{-1}$. Pergeseran ke arah bilangan gelombang yang lebih besar ini mengindikasikan bahwa vibrasi ulur O-H dalam keadaan yang lebih bebas (tidak terpengaruh oleh ikatan hidrogen). Hal ini tentu saja disebabkan oleh berkurangnya molekul atau senyawa yang dapat berikatan hydrogen dengan gugus -OH milik selulosa.

Perbedaan lainnya yang cukup signifikan terjadi pada bilangan gelombang $1450,47\text{ cm}^{-1}$ yang hilang pada spektrum FTIR S-KUR yang menunjukkan adanya vibrasi ulur dari C=C pada cincin aromatik. Menurut Fengeldan Gerd (1995) pita serapan ini merupakan pita serapan yang paling karakteristik terhadap lignin. Hal ini menandakan bahwa proses isolasi selulosa yang digunakan pada penelitian ini cukup berhasil untuk mengurangi bahkan menghilangkan lignin pada sampel kulit umbut rotan.

Uji Adsorpsi pada Metilen Biru

Uji adsorpsi terhadap metilen biru dilakukan dengan kajian pengaruh pH, kinetika adsorpsi dan kesetimbangan adsorpsi terhadap U-KUR dan S-KUR.

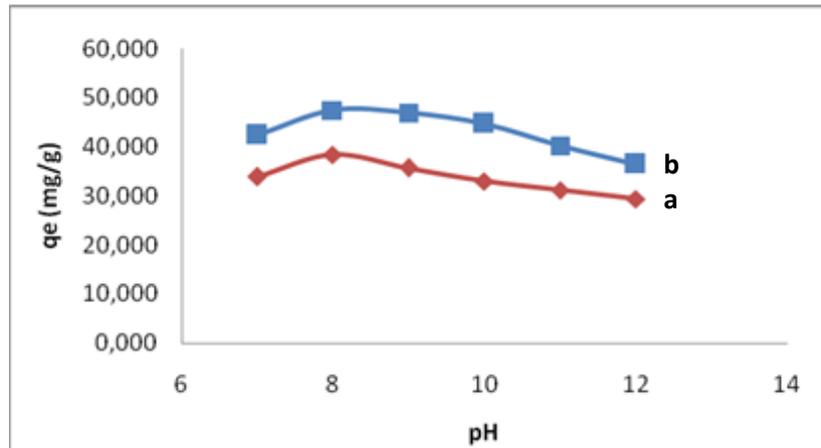
Penentuan pH optimum

Penentuan pH optimum merupakan salah satu parameter penting dalam mengontrol proses adsorpsi. Harga pH larutan dapat mempengaruhi muatan permukaan adsorben dan spesiesi adsorbat. Kajian pengaruh pH pada serbuk kulit umbut rotan dan selulosa kulit umbut rotan dilakukan pada beberapa variasi pH yaitu 7, 8, 9, 10, 11 dan 12. Hasil kajian pengaruh pH terhadap adsorpsi metilen biru pada kedua jenis adsorben dapat dilihat pada Gambar 2.

Pola adsorpsi dari kedua jenis adsorben menunjukkan kemiripan seperti terlihat pada Gambar 2. Terlihat bahwa adsorpsi baik oleh U-KUR (a) dan S-KUR (b) meningkat pada pH 8 masing-masing sebesar $4,62$ dan $5,07\text{ mg/g}$ dan kemudian menurun sampai pH 12 sebesar $4,44$ dan $5,88\text{ mg/g}$. Kemampuan U-KUR dan S-KUR untuk mengadsorpsi metilen biru tampaknya lebih besar pada pH yang cukup basa yaitu pH 8. Hal ini terjadi karena adanya penambahan muatan negatif (gugus -OH terdeprotonasi menjadi -O^-) pada permukaan adsorben sehingga menyebabkan adsorben cenderung bermuatan negatif yang mengakibatkan peningkatan interaksi elektrostatik antara adsorben yang bermuatan negatif dengan metilen biru yang bermuatan positif (Zhang *et al.*, 2011; Dini *et al.*, 2014). Namun, jika keadaan terlalu basa ($\text{pH} > 8$), kehadiran ion hidroksil (OH^-) yang berlebihan justru akan mengurangi peluang metilen biru berinteraksi dengan adsorben karena adanya kompetisi antara ion hidroksil (OH^-) dan situs aktif

adsorben (-O⁻) berikatan dengan metilen biru. Oleh karenanya, kemampuan adsorpsi U-KUR dan S-KUR terhadap metilen biru

cenderung mengalami penurunan pada pH > 8.

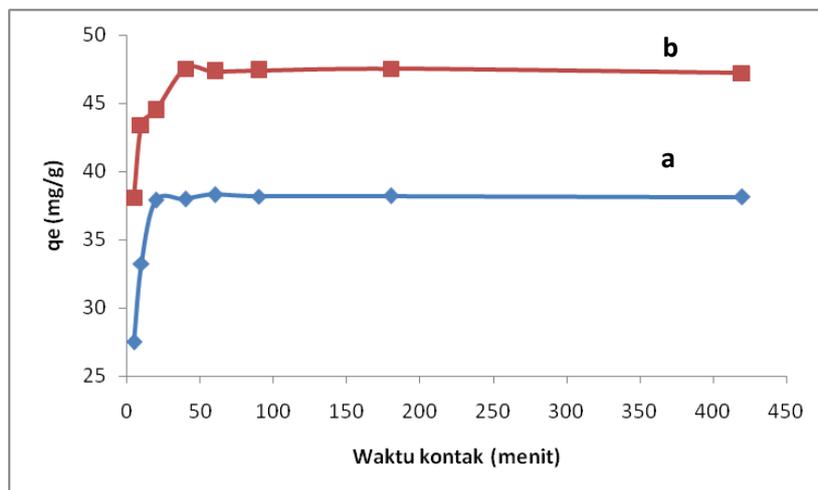


Gambar 2. Pengaruh pH terhadap kemampuan adsorpsi (a) U-KUR dan (b) S-KUR pada metilen biru

Waktu kontak optimum

Parameter lain yang perlu dipelajari pada proses adsorpsi adalah waktu kontak

adsorpsi. Hasil adsorpsi terhadap pengaruh waktu kontak dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh waktu kontak terhadap kemampuan adsorpsi (a) U-KUR dan (b) S-KUR pada metilen biru

Pola adsorpsi metilen biru untuk kedua jenis adsorben pada beberapa variasi waktu adsorpsi memperlihatkan adanya kemiripan seperti terlihat pada Gambar 3. Adsorpsi

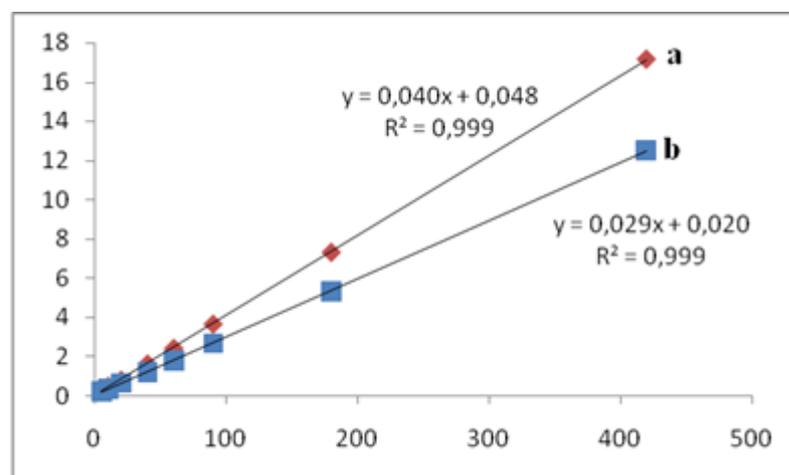
metilen biru dalam jumlah yang relatif banyak terjadi pada menit-menit awal baik pada U-KUR dan S-KUR. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa waktu kesetimbangan S-

KUR relatif lebih cepat jika dibandingkan dengan U-KUR. S-KUR telah mencapai kesetimbangan pada waktu 40 menit sedangkan pada U-KUR tercapai pada waktu 60 menit. Sesuai dengan konsep, bahwa semakin lama waktu adsorpsi yang diperlukan antara adsorben dengan zat terlarut maka akan semakin banyak zat yang teradsorpsi, tetapi jumlah zat terlarut yang diadsorpsi akan mencapai nilai batas pada waktu tertentu dimana adsorben tidak mampu lagi mengadsorpsi karena terjadi kejenuhan pada permukaan adsorben tersebut. Pada saat itu U-KUR dan S-KUR sudah mencapai kesetimbangan antara laju adsorpsi dengan desorpsi.

Kinetika adsorpsi

Kinetika adsorpsi U-KUR dan S-KUR terhadap metilen biru berhubungan konstanta

laju adsorpsi (k), yang memberikan gambaran mengenai seberapa cepat proses adsorpsi mencapai kesetimbangan. Hasil penelitian dari waktu kontak optimum selanjutnya diuji dengan menggunakan model kinetika adsorpsi yang didasarkan pada rumusan kinetika adsorpsi orde satu semu menurut Lagergren (1989) dan kinetika adsorpsi orde dua semu menurut McKay dan Ho (1999). Model kinetika ini dipilih karena ketiga model cukup mewakili model kinetika proses adsorpsi yang terjadi. Hasil evaluasi terhadap parameter kinetika adsorpsi menunjukkan bahwa rumusan kinetika adsorpsi orde dua semu yang dikemukakan oleh McKay dan Ho (1999) adalah yang paling sesuai. Plot t/q_t lawan t sesuai persamaan dari rumusan kinetika orde dua semu ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Profil Plot t/q_t lawan t untuk adsorpsi metilen biru oleh (a) U-KUR dan (b) S-KUR

Harga konstanta laju adsorpsi orde dua semu (k_2) dan koefisien korelasi (R^2) dari plot pada Gambar 4 ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter kinetika orde dua semu

Material	Parameter Adsorpsi*	
	k_2 (g/mg.menit)	R^2
U-KUR	$3,42 \times 10^{-2}$	0,9999
S-KUR	$42,75 \times 10^{-3}$	0,9999

* (Ho dan McKay, 1999)

Model kinetika reaksi ini menunjukkan bahwa laju adsorpsi setara dengan kuadrat konsentrasi ion logam divalen yang diekspresikan dengan $(q_e - q_t)^2$. Hasil tersebut cukup relevan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Elmou barki.et.,al.(2015) dan Sadiana (2017).

Kesetimbangan adsorpsi

Kajian kesetimbangan adsorpsi ditujukan untuk menentukan pola isotherm, kapasitas adsorpsi dan energi adsorpsi. Pola isotherm ini menggambarkan hubungan antara jumlah zat yang diadsorpsi oleh adsorben dengan konsentrasi zat pada saat kesetimbangan dalam kondisi temperatur tetap. Pada penelitian ini digunakan model isotherm *Langmuir* dan isotherm *Freundlich*

untuk menyatakan mekanisme adsorpsi yang terjadi sedangkan untuk menentukan kapasitas serta energi adsorpsi dari adsorben terhadap adsorbat digunakan isotherm *Langmuir*. Bila ditinjau dari nilai R^2 (Tabel 2) maka adsorpsi pada serbuk kulit umbut rotan dan selulosa kulit umbut rotan cenderung mengikuti pola isotherm *Langmuir*, sehingga dapat diasumsikan bahwa situs aktif pada permukaan adsorben bersifat homogen yang berarti bahwa satu ion metilen biru menempati satu situs aktif dan tidak ada adsorpsi lebih lanjut yang dapat dilakukan pada situs tersebut. Semakin tinggi koefisien korelasi untuk model *Langmuir* memprediksi bahwa cakupan ion metilen biru mungkin *monolayer*.

Tabel 2. Konstanta isotherm adsorpsi U-KUR dan S-KUR terhadap metilen biru

Material	Parameter Adsorpsi Langmuir			R^2
	B (mol/g)	K (L/mol)	E (kJ/mol)	
U-KUR	$11,2 \times 10^{-5}$	78.874,30	2,80	0,987
S-KUR	$33,3 \times 10^{-5}$	262.959,98	30,92	0,987

Material	Parameter Adsorpsi Feundlich		R^2
	B	N	
U-KUR	25,39	1,70	0,999
S-KUR	1,19	1,79	0,9475

Berdasarkan pola isotherm *Langmuir* juga dapat ditentukan pula secara langsung nilai kapasitas adsorpsi (b) dari adsorben yang ditunjukkan pada Tabel 2. Pada table tersebut terlihat bahwa U-KUR dan S-KUR memiliki kapasitas adsorpsi (b) terhadap metilen biru secara berturut-turut sebesar $11,2 \times 10^{-5}$ mol/g dan $33,3 \times 10^{-5}$ mol/g. Dari hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa isolasi selulosa mampu meningkatkan kemampuan adsorpsi serbuk

kulit umbut rotan terhadap metilen biru sampai dengan dua kali lipatnya. Hal ini terjadi karena selulosa pada kulit umbut rotan memiliki situs aktif (-OH) yang lebih bebas dibandingkan dengan kulit umbut rotan yang terhalangi oleh adanya hemicelulosa dan lignin. Situs aktif (-OH) dari selulosa ini lah yang dapat digunakan untuk berinteraksi dengan metilen biru.

Penerapan persamaan isotherm *Langmuir* dapat dikembangkan untuk

menentukan energi adsorpsi menurut persamaan $E = RT \ln K$. Dari hasil perhitungan diperoleh bahwa energi yang diperlukan untuk adsorpsi metilen biru pada U-KUR dan S-KUR secara berturut-turut sebesar 2,80kJ/mol dan 30,92kJ/mol. Energi yang diperoleh menunjukkan bahwa ikatan yang terjadi antara situs-situs aktif U-KUR terhadap metilen biru merupakan ikatan elektrostatik yang lebih lemah jika dibandingkan dengan ikatan yang terjadi antara situs-situs aktif S-KUR terhadap metilen biru.

KESIMPULAN

Proses adsorpsi serbuk kulit umbut rotan (U-KUR) dan selulosa kulit umbut rotan (S-KUR) terhadap metilen biru mencapai optimum pada pH8. Proses adsorpsi S-KUR terhadap metilen biru mencapai optimum pada waktu 40 menit. Kajian kinetika dan kesetimbangan adsorpsi menunjukkan bahwa adsorpsi metilen biru oleh S-KUR mengikuti kinetika orde dua semu dengan pola isoterm *Langmuir*.

DAFTAR PUSTAKA

- Cooney, D.O., 1998. *Adsorption design for wastewater treatment*. CRC press.
- Day, R.A. dan Underwood, A. L. 2002. Analisis Kimia Kuantitatif. Erlangga. Jakarta.
- Dini, E.W.P., 2019. Degradasi metilen blue menggunakan fotokatalis ZnO-zeolit. *CHEMISTRY PROGRESS*, 7(1).
- Elmoubarki, R., Mahjoubi, F.Z., Tounsadi, H., Moustadraf, J., Abdenouri, M., Zouhri, A., El Albani, A. and Barka, N., 2015. Adsorption of textile dyes on raw and decanted Moroccan clays: kinetics, equilibrium and thermodynamics. *Water resources and industry*, 9, pp.16-29.
- Fengel, D dan Gerd, W. 1995. *Kayu, Kimia, Ultra struktur, Reaksi-reaksi*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hadiwidodo, M., 2008. Penggunaan abu sekam padi sebagai adsorben dalam pengolahan air limbah yang mengandung logam Cu. *Teknik*, 29(1), pp.55-63.
- Ho, Y.S. and McKay, G., 1999. Pseudo-second order model for sorption processes. *Process biochemistry*, 34(5), pp.451-465.
- Huda, T. and Yulitaningtyas, T.K., 2018. Kajian adsorpsi methylene blue menggunakan selulosa dari alang-alang. *Indonesian Journal of Chemical Analysis (IJCA)*, 1(01), pp.9-19.
- Karelius, K. and Asi, N.B., 2017. Sintesis Ferrat (FeO₄²⁻) dari Fe (NO₃)₂ dan NaOCl sebagai Pendegradasi Methylene Blue. *Jurnal Sains dan Terapan Kimia*, 10(1), pp.1-7.
- Kustomo, K. and Santosa, S.J., 2019. Studi Kinetika dan Adsorpsi Zat Warna Kation (Metilen Biru) dan Anion (Metil Orange) pada Magnetit Terlapis Asam Humat: Adsorption and Kinetic Studies of Cationic (Methylene Blue) and Anionic (Methyl Orange) Dyes onto Magnetite Coated with Humic Acid. *Jurnal Jejaring Matematika dan Sains*, 1(2), pp.64-69.
- Lagergren, S.K., 1898. About the theory of so-called adsorption of soluble substances. *Sven. Vetenskapsakad. Handlingar*, 24, pp.1-39.
- Magriotis, Z.M., Carvalho, M.Z., Priscila, F., Alves, F.C., Resende, R.F. and Saczk, A.A., 2014. Castor bean (*Ricinus communis* L.) presscake from biodiesel production: An efficient low cost adsorbent for removal of textile dyes. *Journal of Environmental*

- Chemical Engineering*, 2(3), pp.1731-1740.
- Mamoto, L.V., Fatimawali, F. and Citraningtyas, G., 2013. Analisis rhodamin b pada lipstik yang beredar di pasar kota manado. *Pharmacon*, 2(2).
- Mulyana, L., Pradiko, H. and Nasution, K., 2003. Pemilihan persamaan adsorpsi isotherm pada penentuan kapasitas adsorpsi kulit kacang tanah terhadap zat warna remazol golden yellow 6. *Infomatek Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik–Universitas Pasundan*, pp.131-143.
- Nurhasni, N., Hendrawati, H. and Saniyyah, N., 2014. Sekam Padi untuk Menyerap Ion Logam Tembaga dan Timbal dalam Air Limbah. *Jurnal Kimia Valensi*, 4(1).
- Nurhasni, N., Mar'af, R. and Hendrawati, H., 2018. Pemanfaatan Kulit Kacang Tanah (*Arachis hipogaea* L.) sebagai Adsorben Zat Warna Metilen Biru. *Jurnal Kimia VALENSI*, 4(2), pp.156-167.
- Purwamargapratala, Y. and Yusuf, S., 1978. Ridwan.(2013). Degradasi metilen biru dengan komposit $TiO_2SiO_2Fe_3O_4$. In *Seminar Nasional IX SDM Teknologi Nuklir Yogyakarta*, ISSN (Vol. 176).
- Rida, K., Bouraoui, S. and Hadrine, S., 2013. Adsorption of methylene blue from aqueous solution by kaolin and zeolite. *Applied Clay Science*, 83, pp.99-105.
- Sadiana, I.M., Fatah, A.H. and Karelius, K., 2017. Synthesis of Natural Clay Magnetite Composite as Adsorbent of Methylene Blue. *Jurnal Sains dan Terapan Kimia*, 11(2), pp.90-102.
- Sadiana, I.M., Karelius, K., Agnestisia, R. and Fatah, A.H., 2018. Studies on Synthesis, Characterization, and Adsorption of Cationic Dyes from Aqueous Solutions Using Magnetic Composite Material from Natural Clay in Central Kalimantan, Indonesia. *Molekul*, 13(1), pp.63-71.
- Volesky, B dan Naja, G.2005. *Biosorption Application Strategies*. Capetown South Africa, IBS Compress Co.
- Wiley dan Sons. 2004. *Infrared Spectroscopy : Fundamentals and Applications*. ISBN. 0-470-85427-8.
- Zhang, J., Zhang, Y., Lei, Y. and Pan, C., 2011. Photocatalytic and degradation mechanisms of anatase TiO_2 : a HRTEM study. *Catalysis Science & Technology*, 1(2), pp.273-278.