

**APLIKASI LIGNOSELULOSA SULFONAT AMPAS TEBU
UNTUK ADSORPSI ZAT WARNA TEKSTIL KATIONIK *BASIC*
*VIOLET 10***

Suryadi Budi Utomo

Prodi Pendidikan Kimia PMIPA FKIP, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami no. 36 A Surakarta,
e-mail: sbukim98@yahoo.com

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian aplikasi lignoselulosa sulfonat ampas tebu untuk adsorpsi zat warna tekstil kationik *basic violet 10*. Lignoselulosa sulfonat disintesis dari limbah ampas tebu melalui proses ekstraksi dan sulfonasi menggunakan larutan induk yang terbuat dari 168 g Na_2SO_3 dan 1 g NaHCO_3 . Penelitian ini menggunakan metode eksperimen di laboratorium. Prosedur kerja yang dilakukan adalah dengan membuat adsorben alami, bebas ekstrak, dan lignoselulosa sulfonat kemudian mengidentifikasi gugus fungsi dengan metode spektrofotometri menggunakan spektrometer infra merah. Uji adsorpsi dilakukan pada berbagai variasi waktu interaksi 5, 10, 20, 40, 80, dan 160 menit pada pH 6,0. Untuk analisa kuantitatif dilakukan dengan metode spektrofotometri menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 542,75 nm. Kandungan komponen ekstraktif total (*total extractive content*) dari ampas tebu yang diteliti adalah 15,2 %. Adsorben lignoselulosa sulfonat memiliki daya adsorpsi paling tinggi terhadap zat warna tekstil kationik *basic violet 10* yaitu sebesar 87,42 %, sedangkan adsorben alami 66,3% dan adsorben bebas ekstrak 82,64%. Waktu optimum adsorpsi oleh adsorben alami adalah 40 menit, sedangkan untuk adsorben bebas ekstrak dan lignoselulosa sulfonat adalah 80 menit. Pola adsorpsi zat warna *basic violet 10* oleh adsorben lignoselulosa sulfonatesesuai dan mengikuti model kinetika adsorpsi pseudo orde kedua dari Ho dengan konstanta laju adsorpsi sebesar $1,068 \times 10^2 \text{ menit}^{-1}$.

Kata kunci: lignoselulosa sulfonat, adsorpsi, pseudo orde kedua, dan *basic violet 10*

PENDAHULUAN

Perkembangan dan pembangunan teknologi telah menghasilkan produk dan fasilitas modern yang membawa manusia pada lingkungan hidup yang semakin tidak bersahabat dan membahayakan yang diakibatkan oleh limbah buangan industri sintetik dan kimia lainnya.

Industri tekstil menghasilkan beberapa limbah buangan salah satu diantaranya adalah limbah zat warna. Meskipun di Indonesia belum ditetapkan baku mutu terhadap air limbah berwarna, tetapi pada masa yang akan datang diperkirakan peraturan mengenai limbah industri yang mengandung zat warna akan semakin ketat mengingat hal ini telah menjadi persyaratan baku mutu di beberapa negara maju. Amerika Serikat telah menentukan baku mutu buangan air limbah berwarna untuk tidak melebihi 200 unit ADMI (*American Dye Manufacturers Institute*) (Banat, et.al., 1996).

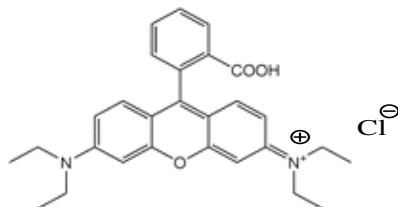
Diperkirakan sebanyak 10-15% dari jumlah zat warna yang dikonsumsi industri tekstil terbuang ke lingkungan. Jumlah tersebut setara dengan 0,01-0,25 g zat warna/L air limbah industri tekstil atau sekitar 50-3890 unit ADMI (O'Neill, et.al., 1999). Hal ini berarti limbah zat warna telah melebihi ambang batas yang perlu mendapatkan penanganan serius agar tidak semakin merusak lingkungan.

Masalah yang cukup mengganggu pada lingkungan hidup antara lain karena menghalangi sinar matahari menembus lingkungan akuatik, sehingga akan mengganggu proses-proses biologis yang terjadi di dalamnya, disamping juga mengganggu estetika badan perairan serta mengalami penyebaran kontaminan zat warna berbahaya ke sejumlah tumbuhan dan hewan bahkan manusia yang mengkonsumsi air tercemar (Setiawan, dkk., 2004).

Zat warna pada limbah industri tekstil pada umumnya sangat berbahaya. *Basic violet 10* adalah zat warna tekstil yang bersifat karsinogen dan sering digunakan untuk pewarna makanan seperti kerupuk, minuman, pisang goreng, dan lain sebagainya (Santoso, 1989). Penggunaan *basic violet 10* memberi ciri khas warna mencolok (pink) namun berpendar. Karsinogenesis kimiawi merupakan suatu proses multi-tahap. Sebagian besar karsinogen sebenarnya tidak reaktif (prokarsinogen atau karsinogen *proximate*), namun di dalam tubuh diubah menjadi karsinogen awal (*primary*) atau menjadi karsinogen akhir (*ultimate*). Sitokrom P 450 suatu mono-oksidasen dependen retikulum endoplasmik sering mengubah karsinogen *proximate* menjadi intermediatedefisienelektron yang reaktif (*electrophils*). *Intermediate* (zat perantara) yang reaktif ini dapat berinteraksi dengan pusat-pusat di DNA

yang kaya elektron (*nucleophilic*) untuk menimbulkan mutasi. Interaksi antara karsinogen akhir dengan DNA semacam ini dalam suatu sel diduga merupakan tahap awal terjadinya karsinogenesis kimiawi. DNA sel dapat pulih kembali bila mekanisme perbaikannya normal, namun bila tidak sel yang mengalami perubahan dapat tumbuh menjadi tumor yang akhirnya nampak secara klinis.

Penelitian ini diilhami oleh kenyataan bahwa *basic violet 10* masih digunakan sebagai pewarna makanan dan minuman, padahal keduanya bersifat racun bagi manusia. *Basic violet 10* biasa digunakan untuk pewarna tekstil dan masuk ke dalam golongan pewarna yang dilarang digunakan untuk makanan. Rumus struktur zat warna kationik tekstil *basic violet 10* adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Struktur molekul *basic violet 10*

Limbah zat warna diklasifikasikan sebagai salah satu pencemar utama pada kegiatan industri tekstil. Limbah zat warna industri tekstil umumnya sangat karsinogenik dan perlu mendapatkan perhatian serius. Pencemaran oleh zat warna tidak dapat ditanggulangi dengan proses koagulasi seperti kontaminan lain antara lain zat padat terlarut, COD, BOD dan lain-lain maka proses adsorpsi atau penyerapan merupakan suatu alternatif untuk mengatasi limbah zat warna (Al-degs, *et.al*, 2000). Oleh karena itu perlu dicari dan diteliti suatu cara untuk menyerap zat warna tersebut secara optimal dengan bahan adsorben yang mudah diperoleh dan berkinerja tinggi

Ampas tebu merupakan bahan lignoselulosa, yaitu serat alami yang terdiri dari selulosa, hemiselulosa, lignin, pentosan, dan beberapa komponen ekstraktif lainnya (Rowell, 1997). Bahan-bahan organik yang telah tersedia melimpah ini sangat mungkin untuk direkayasa dan dikembangkan menjadi material cerdas melalui suatu proses modifikasi

sebagaimana yang telah dilakukan oleh Utomo dan Susilowati (2006). Kedua peneliti tersebut telah berhasil meningkatkan kapasitas tukar kation sorben ampas tebu dengan cara sulfonasi lebih dari 200 %. Rasio penyerapan zat warna antara sorben serat termodifikasi sulfonat dengan sorben serat alami adalah lebih dari 2/1 terhadap zat warna kationik tekstil *direct red 28*.

Lignoselulosa ampas tebudipilih untuk adsorpsi zat warna dengan pertimbangan bahwa bahan adsorben tersebut di Indonesia jumlahnya cukup banyak. Bahan adsorben tersebut mengandung gugus aktif hidroksi dan karbonil yang dapat menyerap zat warna. Disamping itu, dengan penggunaan lignoselulosa ampas tebu untuk adsorpsi zat warna ini akan mengurangi limbah industri pabrik gula dan limbah industri tekstil. Maka dengan adanya masalah pencemaran limbah zat warna tersebut dan limbah pabrik gula yang belum dimanfaatkan secara optimal, perlu dicari suatu solusi dengan menjadikan *bagasse* sebagai adsorben untuk menyerap zat warna tekstil dengan dimodifikasi sulfonat terhadap zat warna *basic violet 10*.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen yang dilakukan di Laboratorium Program Kimia PMIPA FKIP UNS Surakarta dengan rancangan penelitian sebagai berikut:

Pembuatan adsorben alami ampas tebu. Ampas tebu yang diperoleh dari Pabrik Gula Tasikmadu Karanganyar dikeringkan dengan cara diangin-anginkan hingga diperoleh berat konstan. Ampas tebu yang telah kering dihaluskan atau diblender sampai diperoleh butiran-butiran kesil. Selanjutnya diayak dengan ayakan 60 mesh untuk mendapatkan adsorben alami ampas tebu.

Pembuatan adsorben bebas ekstrak ampas tebu. Sebanyak 10 gram adsorben alami ampas tebu halus diekstraksi dengan ekstraktor sohxlet menggunakan pelarut etanol:toluen (1:2) sebanyak 300 ml selama 8 jam. Ekstraksi dilanjutkan dengan pelarut etanol sebanyak 300 ml. Padatan sisa ekstraksi direndam dengan air panas selama 2 jam kemudian

disaring. Hasil yang diperoleh kemudian dikeringkan dan ditimbang. Ampas tebu yang sudah melewati proses ekstraksi awal ini disebut adsorben serat terekstraktif atau adsorben bebas ekstrak.

Sintesis lignoselulosa sulfonat. 5 gram adsorben bebas ekstraksi ditambah dengan 5 ml larutan induk yang terbuat dari 168 gram Na_2SO_3 dan 1 gram NaHCO_3 dalam 1 liter aquadest. Kemudian campuran tersebut distirer dengan pemanasan $70\text{ }^\circ\text{C}$ selama 2 jam (Utomo, 2007). Produk yang diperoleh kemudian dikeringkan dalam oven pada temperatur $70\text{ }^\circ\text{C}$ selama 3 jam untuk menghilangkan air. Analisis gugus fungsional dilakukan dengan menggunakan spektrometer IR Shimadzu 8201 PC dengan pelet KBr.

Penentuan konsentrasi zat warna yang terserap ke dalam masing-masing adsorben. Percobaan dilakukan dalam suatu reaktor sistem *batch* dalam penangas air temperatur $25\text{ }^\circ\text{C}$. Sebanyak 0,1 gram adsorben lignoselulosa sulfonat ditambah dengan 10 ml zat warna dengan konsentrasi 50 ppm dalam reaktor 10 ml. Campuran kemudian distirer dengan variasi waktu kontak 5, 10, 20, 40, 80 dan 160 menit pada pH 6,0 untuk mengetahui waktu terjadinya kesetimbangan penyerapan zat warna oleh adsorben. Selanjutnya adsorben dipisahkan dengan cara disaring dengan penyaring buchner. Konsentrasi zat warna yang diserap oleh adsorben dihitung dari selisih konsentrasi awal dengan konsentrasi tersisa dalam larutan. Penentuan konsentrasi zat warna *basic violet 10* dalam larutan dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis 1601 PC Shimadzu pada panjang gelombang optimum 542,75 nm. Hal ini dilakukan juga untuk adsorben alami dan adsorben bebas ekstrak ampas tebu.

PEMBAHASAN

Kandungan komponen ekstraktif total dari limbah ampas tebu yang diteliti. Hasil dari ekstraksi ampas tebu menggunakan pelarut etanol dan toluena didapatkan berat konstan yaitu 8,48 g dari ampas tebu alami awal 10 g. Proses ekstraksi terhadap ampas tebu yang sudah dihaluskan dengan menggunakan ekstraktor sohxlet dan pelarut netral dilakukan sebagai

tahap proses penyempurnaan pendahuluan yang bertujuan untuk menghilangkan kandungan minyak dan lilin dalam senyawaan ekstraktif yang dikhawatirkan akan mengganggu dan menghalangi kontak antara zat warna kationik tekstil *basic violet 10* yang larut dalam air dengan adsorben. Kandungan komponen ekatraktif total (*total extractive conten*) dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan yang mengikuti metode ASTM D 1105-96 sebagai berikut :

$$\text{Kandungan komponen ekstraktif total (\%)} = \frac{W_0 - W_E}{W_0} \times 100\%$$

dimana W_0 = berat ampas tebu awal (g)

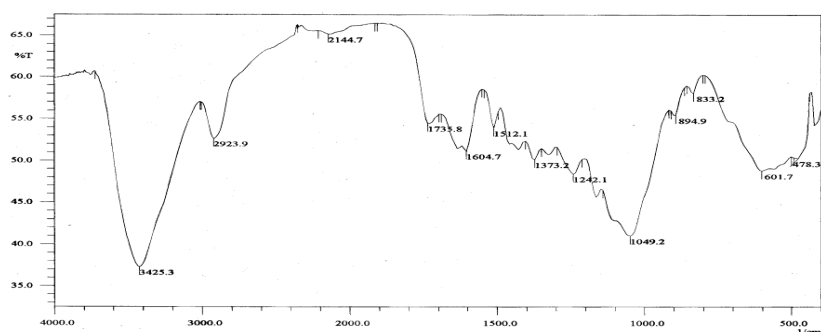
W_E = berat ampas tebu setelah diekstraksi (g)

Sehingga diperoleh:

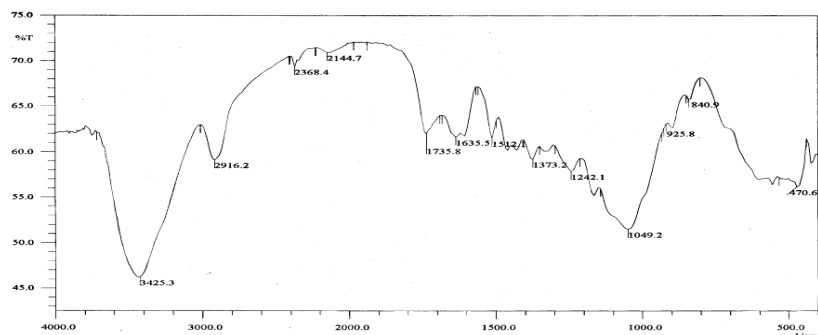
$$\text{Kandungan komponen ekstraktif total} = \frac{10 - 8,48}{10} \times 100\% = 15,2 \%$$

Dari hasil perhitungan di atas menunjukkan bahwa kandungan senyawa organik/ ekstraktif seperti lilin dan minyak yang terdapat dari sampel ampas tebu yang digunakan relatif cukup besar. Ampas tebu yang sudah melewati proses ekstraksi awal ini disebut adsorben serat terekstraktif atau adsorben bebas ekstrak

Untuk keperluan identifikasi lebih lanjut, produk yang diperoleh baik adsorben alami maupun bebas ekstrak dianalisis dengan menggunakan spektrometer IR dan hasil analisis yang berupa spektrum IR disajikan pada Gambar 2 dan 3. Dengan menggunakan spektrum IR tersebut dapat diperoleh informasi adanya gugus-gugus fungsional yang terdapat dalam produk yang dianalisis.



Gambar 2. Spektrum IR adsorben alami ampas tebu



Gambar 3. Spektrum IR adsorben bebas ekstrak ampas tebu

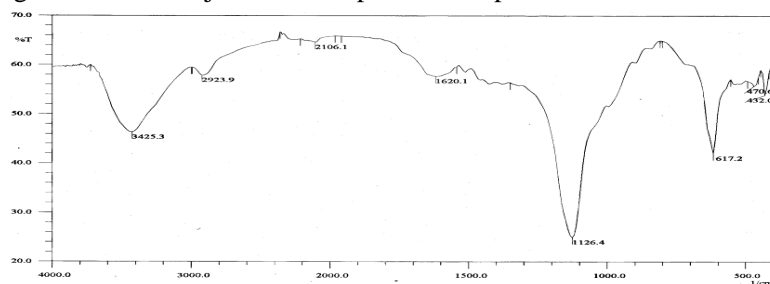
Kedua spektrum IR pada Gambar 2 dan 3 tersebut terdapat puncak-puncak serapan yang mirip, namun intensitas atau kelimpahannya berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa baik pada adsorben alami maupun adsorben bebas ekstrak mengandung gugus fungsional yang mirip pula hanya saja jumlah atau kadarnya yang tidak sama. Jika diperhatikan dari kedua spektrum IR (Gambar 2 dan 3) tersebut kelimpahan gugus fungsi adsorben bebas ekstrak cenderung turun dibandingkan dengan kelimpahan pada adsorben alami. Fakta ini membuktikan bahwa proses ekstraksi soklet mengurangi dan menghilangkan beberapa komponen ekstraktif yang dapat larut dalam campuran pelarut etanol-toluena. Dari hasil analisis diduga komponen ekstraktif tersebut juga memiliki beberapa gugus fungsi yang sama dengan gugus fungsi pada adsorben bebas ekstrak sehingga setelah komponen ekstraktif tersebut dihilangkan maka kelimpahan gugus fungsi yang sama akan berkurang.

Spektrum IR pada Gambar 2 dan 3 menunjukkan adanya serapan yang melebar dengan intensitas kuat pada daerah sekitar $3425,3 \text{ cm}^{-1}$ yang karakteristik untuk rentangan O-H menunjukkan adanya gugus hidroksi (-OH) pada sampel yang dianalisis. Untuk serapan pada daerah $2923,9$ dan $2916,2 \text{ cm}^{-1}$ dengan intensitas sedang adalah serapan akibat adanya rentangan ikatan C-H (sp^3) alifatik yang diperkuat oleh serapan pada daerah $1373,2 \text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan adanya gugus metil ($-\text{CH}_3$). Adanya puncak serapan pada bilangan gelombang $1735,8 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan bahwa dalam sampel juga mengandung gugus karbonil (C=O) meskipun kelimpahannya sedikit, sedangkan serapan pada daerah

sekitar $1604,7$ - 1635 cm^{-1} dan $1512,1$ cm^{-1} muncul akibat adanya vibrasi rentangan C-H tak jenuh aromatis.

Sintesis lignoselulosa sulfonat. Pada penelitian ini dilakukan sintesis lignoselulosa sulfonat dengan menggunakan metode yang telah dilakukan oleh Hans (1999) dan Utomo (2007) yaitu sintesis lignoselulosa sulfonat dari bahan dasar lignoselulosa ampas tebu dengan menggunakan larutan induk yang terbuat dari 168 g Na_2SO_3 dan 1 g NaHCO_3 . Reaksi dilakukan melalui pengadukan disertai dengan pemanasan pada temperatur 70 °C selama 2 jam.

Produk yang diperoleh kemudian dikeringkan dalam oven pada temperatur 70 °C selama 3 jam untuk menghilangkan air. Analisis gugus fungsional dilakukan dengan menggunakan spektrometer IR Shimadzu 8201 PC dengan pelet KBr. Hasil analisis terhadap lignoselulosa sulfonat yang disintesis ditunjukkan oleh spektrum IR pada Gambar 4.

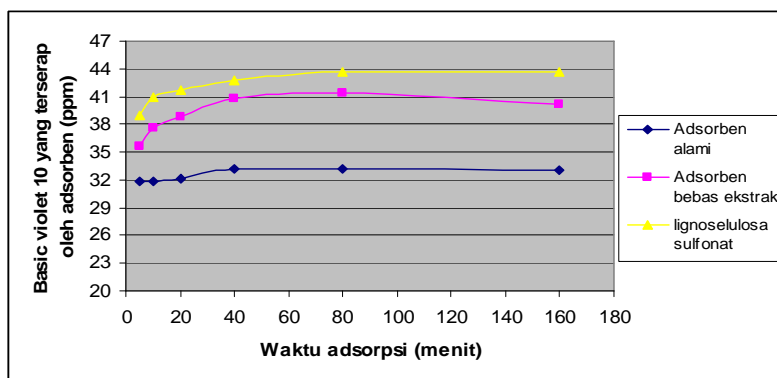


Gambar 4. Spektrum IR lignoselulosa sulfonat

Berdasarkan spektrum IR pada Gambar 4 tersebut dapat diketahui bahwa gugus hidroksi masih terdapat di dalam senyawa yang ditunjukkan oleh adanya serapan pada $3425,3$ cm^{-1} namun intensitasnya turun bila dibandingkan spektrum IR dari adsorben bebas ekstrak. Hal ini dapat dibenarkan karena gugus hidroksi yang ada dalam senyawa produk memang berkurang dengan adanya gugus baru yang masuk (SO_3) menggantikan beberapa gugus hidroksi. Hal yang paling menonjol yang membuktikan berhasilnya sintesis lignoselulosa sulfonat adalah munculnya serapan yang tajam dengan intensitas tinggi pada bilangan gelombang $1126,4$ cm^{-1} yang karakteristik untuk gugus sulfonat (SO_3) dimana serapan ini tak dijumpai pada senyawa awal.

Adsorpsi zat warna kationik tekstil basic violet 10 oleh masing-masing adsorben. Hasil dari pengamatan warna larutan zat warna *basic violet 10* sebelum dan sesudah diadsorpsi dapat diketahui bahwa adsorben alami, bebas ekstrak, maupun lignoselulosa sulfonat dapat digunakan sebagai adsorben zat warna *basic violet 10*. Hal ini dapat dilihat dari adanya perubahan warna merah tua menjadi merah muda bening untuk adsorben alami dan bebas ekstrak, serta dari merah tua menjadi merah muda sangat bening atau hampir tidak berwarna untuk adsorben lignoselulosa sulfonat.

Uji adsorpsi zat warna oleh masing-masing adsorben dilakukan pada temperatur isoteremis dan pH larutan 6,0 melalui suatu proses pengadukan yang terus-menerus dalam sistem *bacth*. Pengadukan dilakukan selama 5 hingga 160 menit pada temperatur konstan 25 °C. Waktu pengadukan ini dipilih dengan berdasarkan pada penelitian Oscik (1982) yang menyatakan bahwa kesetimbangan adsorpsi adsorbat pada berbagai adsorben tercapai setelah interaksi kurang lebih 1 jam. Penentuan konsentrasi zat warna dalam larutan dilakukan dengan mengukur absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis 1601 PC Shimadzu. Pengukuran dilakukan terhadap larutan standar dan sampel hasil uji penyerapan. Data-data yang diperoleh dari hasil analisis dengan AAS diolah. Hasilnya disajikan dalam bentuk profil yang menggambarkan hubungan antara jumlah zat warna yang terserap oleh masing-masing sorben terhadap waktu kontak (Gambar 5).



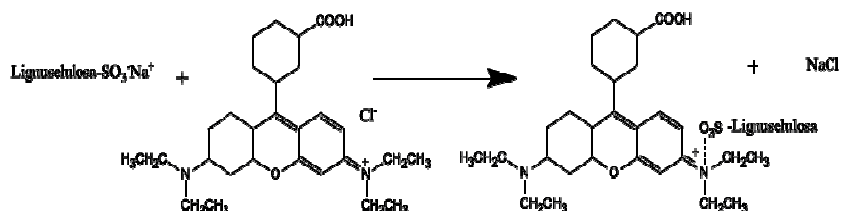
Gambar 5. Hubungan antara jumlah zat warna yang terserap oleh adsorben terhadap waktu kontak

Dari Gambar 5 di atas dapat diterangkan bahwa keadaan kesetimbangan proses adsorpsi adsorben lignoselulosa sulfonat dan adsorben bebas ekstrak terhadap zat warna *basic violet 10* tercapai setelah waktu kontak 80 menit yang ditandai dengan tidak adanya peningkatan yang signifikan dari jumlah zat warna yang teradsorpsi. Pada sorben alami yang digunakan sebagai pembanding, waktu kesetimbangan adsorpsi zat warna tercapai dalam waktu kontak 40 menit. Waktu ini lebih cepat jika dibandingkan dengan adsorben lignoselulosa sulfonat dan adsorben bebas ekstrak, tetapi jumlah zat warna yang diadsorpsi jauh lebih rendah jika dibandingkan dengan adsorben lignoselulosa sulfonat dan adsorben bebas ekstrak. Daya serap paling tinggi terjadi pada adsorben lignoselulosa sulfonat, dari konsentrasi awal 50 ppm zat warna yang terserap yaitu 87,42 % atau 43,71 ppm, daya serap adsorben bebas ekstrak 82,64 % atau 41,32 ppm, dan daya serap paling rendah terjadi pada adsorben alami 66,3 % atau 33,15 ppm.

Pada adsorben alami daya serap lebih rendah dikarenakan masih adanya komponen pengotor atau senyawa organik yang berupa lilin dan lemak pada permukaan butiran adsorben sehingga mengganggu interaksi zat warna dengan gugus aktif yang dimiliki oleh adsorben. Hal ini menyebabkan penyerapan zat warna kationik tekstil *basic violet 10* oleh adsorben alami lebih kecil bila dibandingkan dengan adsorben bebas ekstrak dan lignoselulosa sulfonat. Daya adsorben bebas ekstrak lebih tinggi dari adsorben alami dikarenakan pada adsorben bebas ekstrak, setelah diekstraksi komponen pengganggu menjadi berkurang sehingga zat warna dapat berinteraksi dengan gugus yang dimiliki oleh adsorben. Untuk lignoselulosa sulfonat mempunyai daya serap paling tinggi, yang mempunyai kelebihan peningkatan penyerapan sebesar 21,12 % dari adsorben alami, dan 4,78 % dari adsorben bebas ekstrak, hal ini dikarenakan setelah dimodifikasi dengan sulfonat, komponen hidroksi dan karbonil masih, tetapi disini muncul gugus sulfonat yang mempunyai peran utama dalam proses penyerapan zat warna kationik melalui pertukaran ion positif dan negatif.

Dengan adanya modifikasi sulfonat pada adsorben lignoselulosa akan mengakibatkan meningkatnya jumlah situs aktif yang berperan

dalam adsorpsi melalui gaya tarik maupun pertukaran ion sedemikian hingga daya serap adsorben termodifikasi sulfonat akan meningkat pula.



Gambar 6. Model interaksi lignoselulosa sulfonat dengan *basic violet 10*

Model kinetika adsorpsi zat warna oleh lignoselulosa sulfonat.

Adsorpsi oleh lignoselulosa sulfonat yang dilakukan dengan perbedaan waktu atau pengaruh pengadukan, menunjukkan bahwa semakin lama waktu pengadukan akan semakin banyak zat warna yang terserap sampai keadaan optimum. Perubahan pola adsorpsi terhadap waktu memerlukan pendekatan model kinetika. Dari data hubungan antara jumlah zat warna dengan waktu kontak (Gambar 5) dapat dilakukan kajian kinetika adsorpsi yang mengacu pada beberapa model kinetika adsorpsi ion tunggal dari Santoso dan Muzakky (2002), model kinetika orde kesatu dari Lagergren, dan model kinetika orde kedua dari Ho (Ho, 2004).

Rumusan model kinetika yang digunakan Santoso dan Muzakky didasarkan pada konsentrasi adsorbat dalam larutan dengan asumsi bahwa adsorpsi tersebut merupakan adsorpsi orde kesatu yang mencapai kesetimbangan. Dari penelitian ini diperoleh beberapa data yang diperlukan untuk melakukan kajian model kinetika.

Dengan menggunakan persamaan dari model Santoso dan Muzakky, dapat ditentukan apakah pola adsorpsi zat warna *basic violet 10* pada adsorben ini mengikuti model persamaan kinetika adsorpsi ion tunggal dengan persamaan:

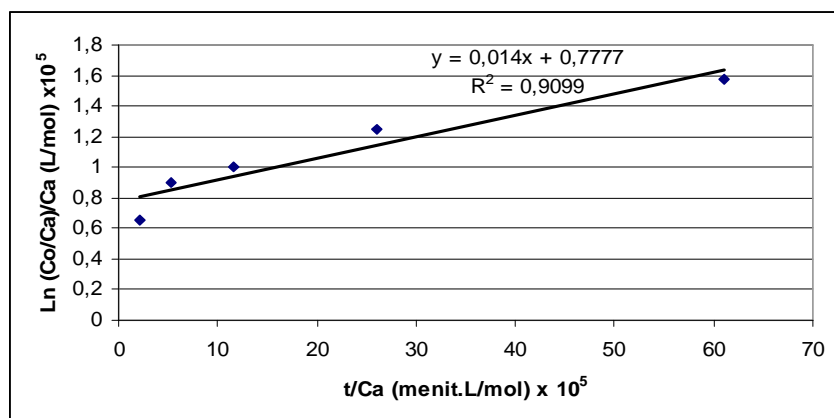
$$\ln \frac{(C_o/C_a)}{C_a} = k_1 \frac{t}{C_a} + K$$

Dari data kinetika adsorpsi adsorben pada zat warna tekstil kationik Santoso dan Muzakky (Tabel 1), plot antara $\ln (C_o/C_a)/C_a$ lawan

t/C_a menghasilkan suatu grafik yang disajikan pada kurva kinetika adsorpsi zat warna *basic violet 10* (Gambar 7), diperoleh harga k_1 dan K masing-masing sebesar $1,403 \times 10^{-1} \text{ menit}^{-1}$ dan $7,777 \times 10^{-1} \text{ liter/mol}$, kurva diatas memiliki tingkat linieritas yang hampir mendekati satu, dimana R^2 sebesar 0,9099 ($r=0,9538$).

Tabel 1. Data kinetika adsorpsi menurut Santoso dan Muzakky

Waktu (menit)	C_o (C awal) mol/L $\times 10^{-4}$	C_a (mol/L) $\times 10^{-5}$	t/C_a (menit.L/mol) $\times 10^6$	$\text{Ln } (C_o/C_a)/C_a$ (L/mol) $\times 10^5$
5	1.04	2.31	0.22	0.65
10		1.89	0.53	0.9
20		1.72	1.16	1.0
40		1.53	2.61	1.25
80		1.31	6.11	1.58
160		1.31	12.2	1.58



Gambar 7. Kurva kinetika adsorpsi zat warna tekstil kationik *basic violet 10* oleh lignoselulosa sulfonat menurut model adsorpsi Santoso dan Muzakky

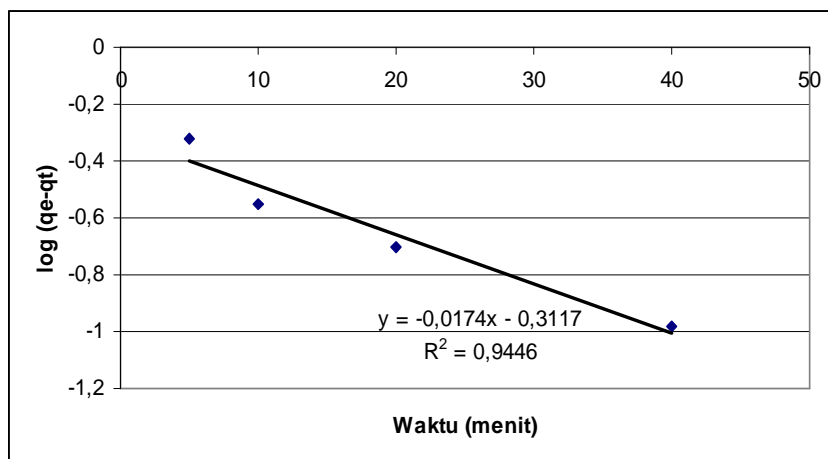
Untuk keperluan kajian kinetika lebih lanjut, maka akan dilakukan uji kinetika menurut model kinetika orde kesatu Lagergren dan orde kedua Ho. Berbeda dengan Santoso dan Muzakky, kedua model kinetika tersebut didasarkan pada konsentrasi adsorbat pada adsorben.

Untuk membedakan kedua model kinetika baru ini dengan model kinetika yang didasarkan pada konsentrasi adsorbat dalam larutan, maka model kinetika orde kesatu Lagergren disebut dengan pseudo orde kesatu Lagergren, demikian pula untuk orde kedua Ho disebut dengan pseudo orde kedua Ho. Dengan menggunakan model persamaan kinetika Lagergren, dapat ditentukan apakah pola adsorpsi ini mengikuti model kinetika pseudo orde kesatu Lagergren dengan persamaan sebagai berikut :

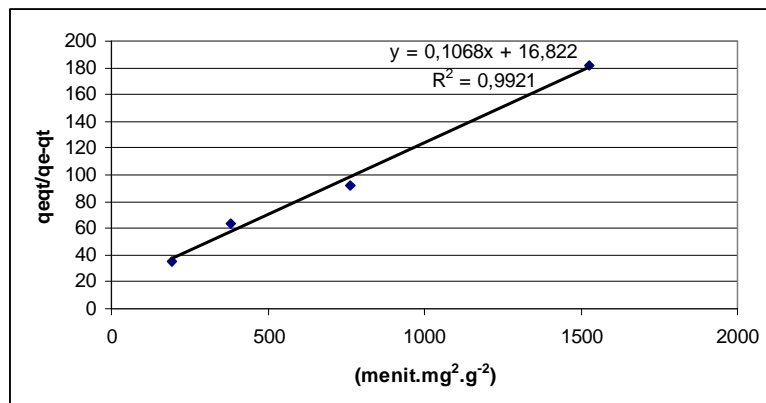
$$\text{Log } (q_e - q_t) = \log q_e - k_t$$

Tabel 2. Data kinetika adsorpsi menurut Lagergren dan Ho

Waktu (menit)	Co (C awal) (mg/L)	C terserap (mg/L)	q _e (mg/g)	q _t (mg/g)	log (q _e - q _t)	2tq _e ² (menit.mg ² .g ⁻²)	q _e q _t /q _e -q _t
5	50	38,93	4,371	3,893	-0,32	191,05641	35,599
10		40,92		4,092	-0,55	382,11282	64,108
20		41,72		4,172	-0,70	764,22564	91,637
40		42,68		4,286	-0,98	1528,45128	182,121
80		43,71		4,371	-	3056,90256	0
160		43,71		4,371	-	6113,80512	0



Gambar 8. Kurva model kinetika Lagergren



Gambar 9. Kurva model kinetika Ho

Dari data kinetika adsorpsi adsorben pada zat warna tekstil kationik *basic violet 10* (Tabel 2) tersebut, menurut model kinetika persamaan Lagergren plot antara $\log (q_e - q_t)$ lawan t menghasilkan suatu grafik kurva kinetika adsorpsi zat warna *basic violet 10* (Gambar 8). Menurut persamaan Lagergren, diperoleh harga R^2 (0,9597) dengan r nya adalah 0,9796 yang hampir mendekati satu juga, hal ini belum dapat disimpulkan bahwa adsorpsi ini mengikuti model kinetika Lagergren. Untuk lebih meyakinkan lagi, maka pada penelitian ini juga dilakukan pengujian model kinetika adsorpsi orde kedua menurut Ho. Untuk keperluan ini, maka dapat dibuat data penentuan model kinetika Ho. Dengan menggunakan model persamaan Ho, apakah dapat ditentukan pola adsorpsi mengikuti model pseudo orde kedua Ho dengan persamaan sebagai berikut :

$$2tkqe^2 \frac{qeqt}{qe - qt}$$

Dengan demikian dari data kinetika adsorpsi model kinetika orde kedua Ho (Tabel 2) tersebut, menurut persamaan model kinetika orde kedua dari Ho, plot antara $q_e q_t / q_e - q_t$ lawan $2tq_e^2$ menghasilkan suatu kurva yang berupa garis lurus dengan slope = k sebagaimana tersaji pada kurva kinetika adsorpsi zat warna *basic violet 10* oleh adsorben model kinetika Ho (Gambar 9). Gambar tersebut menunjukkan bahwa kurva yang dihasilkan memiliki tingkat linieritas yang paling tinggi bila

dibandingkan dengan kedua kurva penentuan adsorpsi sebelumnya yaitu kurva Santoso Muzakky dan kurva adsorpsi pseudo orde kesatu Lagergren. Kurva tersebut memiliki R^2 (0,9921) dengan r nya adalah 0,9960. Dengan demikian dari uji data kinetika adsorpsi yang menggunakan model persamaan kinetika diatas, dapat disimpulkan bahwa pola adsorpsi zat warna *basic violet 10* oleh lignoselulosa sulfonatsesuai dan mengikuti model kinetika adsorpsi orde kedua dari Ho. Dari persamaan garis lurus yang diperoleh dapat ditentukan konstanta laju adsorpsi zat warna *basic violet 10* ke dalam lignoselulosa sulfonat (k) sebagai slope yaitu sebesar $1,068 \times 10^2 \text{ menit}^{-1}$.

KESIMPULAN

Kandungan komponen ekstraktif total (*total extractive content*) dari ampas tebu yang diteliti adalah 15,2 %. Adsorben lignoselulosa sulfonat memiliki daya adsorpsi paling tinggi terhadap zat warna tekstil kationik *basic violet 10* yaitu sebesar 87,42 %, sedangkan adsorben alami 66,3% dan adsorben bebas ekstrak 82,64%. Waktu optimum adsorpsi oleh adsorben alami adalah 40 menit, sedangkan untuk adsorben bebas ekstrak dan lignoselulosa sulfonat adalah 80 menit. Pola adsorpsi zat warna *basic violet 10* oleh adsorben lignoselulosa sulfonatsesuai dan mengikuti model kinetika adsorpsi pseudo orde kedua dari Ho dengan konstanta laju adsorpsi sebesar $1,068 \times 10^2 \text{ menit}^{-1}$

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terimakasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi yang telah mendanai penelitian ini melalui Surat Perjanjian Pelaksanaan Hibah Penelitian No: 017/SP3/PP/DP2M/II/2006 tanggal 1 Pebruari 2006.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-degs, Y., Khraisheh, M.A.M., Allen, S.J. and Ahmad, M.N., 2000, Effect of Carbon Surface Chemistry on the Removal of Reactive Dyes from Textile Effluent, *Wat.res.*, 34 (3), 927-935

- Banat, I.M., Nigam, P., Singh, D., dan Marchant, R., 1996, Microbial Decolorization of Textile-dye Containing Effluents: a review., *Bioresour. Technol.*, 58, 217-227
- Han, J.S., 1999, Stormwater Filtration of Toxic Heavy Metal Ions using Lignocellulosic Material Selection Process, Febrization, Chemical Modification and Mat. Formation, 2nd Inter-regional conference on environment-water
- Ho, Y.S., 2004, Citation Review of Lagergren Kinetic Rate Equation on Adsorption Reactions, *Scientometrics*, 59 (1), 171-177
- O'Neill, C., Hawkes, F.R., Lourenco, N.D., Pinheiro, H.M., dan Delee, W., 1999, Colour in Textile Effluents- Sources, Measurement, Discharge Content and Simulation; a review, *J. Chem. Technol. Biotechnol.*, 74, 1009-1018
- Oscik, J., 1982, *Adsorption*, Ellis Horwood Limited, England
- Rowell, R.M., 1997, Composites from agri-based resources, Proceeding No. 7286, "The Use of Recycled Wood and Paper in Building Applications", USDA Forest Service and Forest Products Society, Wisconsin
- Santoso, S.O., 1989, Efek Karsinogenik beberapa Pestisida dan Zat Warna Tertentu, *Cermin Dunia Kedokteran*, 55, 27
- Santosa, S.J., dan Muzakky, 2002, *Kinetika Adsorpsi Logam Berat (Krom, Tembaga, dan Uranium) oleh asam humat dalam Tanah Gambut*, Laporan Penelitian Dasar Tahun Anggaran 2002, Yogyakarta
- Setiawan, A.H., Wiloso, E.I., Soleha, R., Barliati, V. dan Anggraeni, I.F., 2004, Peningkatan Kemampuan Daya Serap Sorben Serbuk Gergaji dengan Pengulfonasi dan Pengujiannya dengan Zat Warna Tekstil Kationik, *Jurnal Kimia Alchemy*, 3 (2): 10-15
- Utomo, S.B., dan Susilowati, E., 2006, Peningkatan Kapasitas Tukar Kation Sorben Ampas Tebu dengan Cara Sulfonasi dan Pengujiannya terhadap Zat Warna Kationik Tekstil *Direct Red 28*, *Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Industri*, Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Sebelas Maret Surakarta, Surakarta, 9 September 2006
- Utomo, S.B., Susilowati, E., 2007, Daya Serap Adsorben Serat Termodifikasi Sulfonat Limbah Ampas Tebu terhadap Ion Logam Berat Pb^{2+} , *Jurnal Enviro*, 9, 25