

Adsorpsi Zat Warna Remazol Yellow FG pada Limbah Tekstil oleh Alang-alang (*Imperata cylindrica* (L.) Raeush)

The adsorption of Remazol Yellow FG in the textile wastes by cogon grass (Imperata cylindrica (L.) Raeush)

TRIANA KUSUMANINGSIH*, ABU MASYKUR, RONI SUPRIYANTO

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sebelas Maret (UNS) Surakarta 57126

Korespondensi: Jl. Ir. Sutami 36a Surakarta 57126. Tel. & Fax.: +62-271-663375. e-mail: triana@mipa.uns.ac.id

Diterima: 11 Nopember 2005. Disetujui: 25 Maret 2006.

Abstract. Research of application of cogon grass (*Imperata cylindrica* (L.) Raeush) for adsorption of *Remazol Yellow FG* dye was carried out. This experiment was done to get the optimal condition of *Remazol Yellow FG* dye adsorption by cogon grass. The adsorption process was performed by a variety of soaking activation times of cogon grass in NaOH solution were in 0, 6, 12, 18, 24, 30, and 48 hours. The pH variation was 9, 10, 11, 12, and 13. The variation of contact times at 0, 20, 40, 60, 80, 100, and 120 minutes. The interactions between *Remazol Yellow FG* dye in solution and cogon grass were conducted in batch method. The surface area characteristic of cogon grass was analyzed by the methylene blue method, and the functional groups in the cogon grass were analyzed by infrared spectroscopy. Ultraviolet-Visible Spectroscopy analyzes the adsorption of textile dye. The results showed that the optimum condition from the adsorption process of *Remazol Yellow FG* dye by cogon grass was reached within 24 hours of activation times, pH 10, and 60 minutes of contact time. The adsorptive capacity of active cogon grass to the textile dye was 5.165 mg/g, while the textile dye waste was 7.851 mg/g.

Keywords: *Imperata cylindrica* (L.) Raeush, *Remazol Yellow FG* dye.

PENDAHULUAN

Produksi industri tekstil Indonesia yang berupa bahan tekstil, produk tekstil dan industri pakaian jadi merupakan penyumbang devisa nomor satu di sektor non migas dan nomor tiga setelah minyak bumi dan gas alam. Pada masa krisis ekonomi, industri tekstil ini terbukti mempunyai daya tahan cukup tinggi, sehingga diharapkan produksinya terus meningkat seiring dengan meningkatnya kebutuhan dalam negeri serta kemudahan-kemudahan ekspor dan impor bahan baku yang diberikan oleh pemerintah. Tuntutan kenaikan produksi tekstil ini diharapkan dapat diikuti dengan pemenuhan kewajiban pihak-pihak terkait untuk setidaknya dapat mereduksi dampak negatif yang mungkin timbul. Akibat teknis yang mungkin timbul adalah meningkatnya kuantitas dan kualitas bahan buangan atau limbah (Atmaji dkk., 1999).

Produksi tekstil dimulai dari pemintalan serat sampai kain jadi (tekstil), melewati beberapa tahap proses yang semuanya berpotensi menghasilkan limbah, baik berupa limbah padat, gas maupun cair. Limbah cair industri tekstil bersumber dari proses pencelupan (*dyeing*), pencucian (*washing*), pengukuran (*sizing*), pencetakan (*printing*) dan penyempurnaan (*finishing*) (Atmaji dkk., 1999). Dampak negatif industri tekstil terutama berasal dari proses pencelupan (*dyeing*). Limbah hasil pencelupan dapat mencemari lingkungan apabila air limbahnya

langsung dibuang ke sungai atau selokan tanpa diolah terlebih dahulu. Air sungai atau selokan menjadi berwarna (Suwarsa, 1998). Warna limbah muncul karena adanya gugus kromofor dalam zat warna tekstil yang digunakan pada proses pencelupan. Limbah hasil pencelupan yang dibuang menyebabkan kualitas air akan menurun sehingga tidak sesuai lagi dengan peruntukannya dan ekosistem lingkungan akan terganggu. Disamping sulit diuraikan, bahan aktif zat warna seperti senyawa azo (monoazo, diazo, triazo) dilaporkan bersifat karsinogen (Henrichi dalam Atmaji dkk., 1999).

Jerami padi komponen utamanya adalah selulosa yang dapat digunakan untuk menyerap zat warna tekstil *BR Red HE 7B* (Suwarsa, 1998). Nizar, 2003 melakukan penelitian dengan menggunakan eceng gondok yang mempunyai kandungan selulosa untuk menyerap zat warna tekstil *Remazol Yellow FG*. Alang-alang (*Imperata cylindrica* (L.) Raeush) mengandung serat dan selulosa. Alang-alang digunakan sebagai adsorben karena alang-alang mempunyai kandungan selulosa yang cukup tinggi meliputi alfa selulosa 56,21% dan holo selulosa 35,41% (Susi, 1983).

Zat warna *Remazol Yellow FG* banyak digunakan dalam industri tekstil terutama sebagai pewarna kain tekstil pada proses pencelupan. Zat warna *Remazol Yellow FG* merupakan salah satu zat warna yang cukup reaktif (Rasjid dkk., 1976). Gugus vinil sulfon yang terdapat dalam zat warna *Remazol*

Yellow FG merupakan gugus reaktif dan dapat berikatan secara kimia dengan gugus hidroksil dari selulosa alang-alang. Pada penelitian ini akan diteliti penggunaan alang-alang sebagai adsorben zat warna tekstil *Remazol Yellow FG*.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alang-alang dari daerah Sukoharjo, zat warna tekstil *Remazol Yellow FG*, sampel limbah zat warna tekstil *Remazol Yellow FG* dari pabrik batik Widodo di Laweyan Surakarta, NaOH p.a. (E.merck), HCl p.a. (E.merck), Metilen Biru p.a. (E.merck), dan akuades.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah spektrofotometer UV-Vis Single Beam (Spectronic 21 D), spektrofotometer Infra Merah Shimadzu model 8201 PC, neraca analitik (merck: Sartorius, model BP 110), seker (Ika Labor Technik KS250 basic), blender, ayakan 80 mesh, pH meter, stirrer, bar stirrer, kertas saring biasa dan seperangkat alat gelas.

Cara kerja

Pengolahan alang-alang. Alang-alang dicuci dengan air, kemudian dipotong-potong. Alang-alang ini digiling dengan blender hingga diperoleh bubuk alang-alang, kemudian diayak lolos 80 mesh. Bubuk alang-alang 20 g direndam dalam 600 mL larutan NaOH 2% dengan waktu aktivasi 0, 6, 12, 18, 24, 30, dan 48 jam. Rendaman tersebut dicuci dengan akuades hingga air cucian terakhir netral, setelah itu dikeringkan dengan oven pada suhu 100°C. Berat akhir alang-alang hasil pengeringan ditimbang.

Karakterisasi luas permukaan. Luas permukaan alang-alang ditentukan dengan menggunakan metilen biru. Dalam penelitian ini alang-alang diujikan untuk mengadsorpsi larutan metilen biru. Panjang gelombang maksimum ditentukan dengan mengamati absorbansi larutan metilen biru 4 ppm sebanyak 25 mL yang diukur pada panjang gelombang antara 500 nm sampai 700 nm. Kurva standar metilen biru dibuat berdasarkan pengukuran absorbansi dari berbagai konsentrasi 1, 2, 3, 4, dan 5 ppm pada panjang gelombang maksimum. Waktu kontak optimum ditentukan dengan cara 0,100 g alang-alang ditambahkan ke dalam 20 mL larutan metilen biru 100 ppm kemudian dikocok dengan seker kecepatan 200 rpm dengan waktu kontak yang divariasi 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 dan 40 menit. Larutan hasil pengocokan kemudian disaring dan diukur absorbansinya. Daya serap maksimum (mg/g) diperoleh dengan menghitung konsentrasi yang terserap ke dalam rumus:

$$X_m = \frac{(C_a - C_i) \times V}{M} \quad (1)$$

C_a = Konsentrasi awal (ppm)

C_i = Konsentrasi akhir (ppm)

V = Volume larutan metilen biru (L)

M = Massa adsorben alang-alang (g)

Luas permukaan (m^2/g) ditentukan dengan memasukkan harga (X_m) kedalam rumus (Kaewprasit dkk., 1998):

$$S = \frac{X_m \cdot N \cdot a}{M_r} \quad (2)$$

S = Luas permukaan (m^2/g)

X_m = Daya serap maksimum (mg/g)

N = Bilangan Avogadro $6,0225 \cdot 10^{23}$ molekul/mol

a = Ukuran 1 molekul adsorbat metilen biru ($197 \cdot 10^{-20} m^2/molekul$)

M_r = 320,5000 g/mol

Penentuan gugus fungsi alang-alang alam dan alang-alang aktif. Gugus fungsi yang terdapat pada alang-alang ditentukan dengan cara menganalisis 0,100 g sampel alang-alang alam dan alang-alang aktif menggunakan spektrofotometer Infra Merah yang dilakukan di Laboratorium Kimia Organik MIPA UGM Yogyakarta.

Pembuatan spektrum absorbansi dan kurva standar zat warna *Remazol Yellow FG*. (i) *Spektrum absorbansi zat warna.* Larutan zat warna reaktif *Remazol Yellow FG* 20 ppm sebanyak 25 mL diukur absorbansinya dengan UV-Vis pada berbagai panjang gelombang antara 370 nm sampai dengan 470 nm sehingga akan menghasilkan panjang gelombang yang maksimum. (ii) *Pembuatan kurva standar.* Larutan zat warna *Remazol Yellow FG* dibuat dengan konsentrasi 5 ppm; 10; 15; 20; 25; 30; 35 dan 40 ppm, masing-masing volumenya 25 mL, lalu masing-masing larutan diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum.

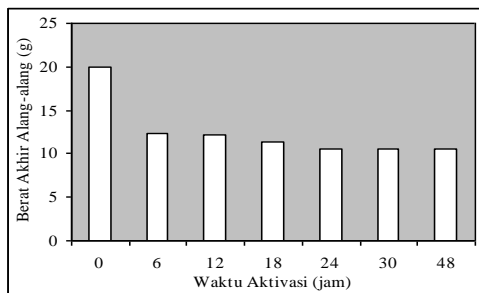
Penentuan kondisi adsorpsi optimum. Bubuk alang-alang hasil variasi waktu aktivasi sebanyak 0,050 g ditambahkan ke dalam 25 mL larutan zat warna *Remazol Yellow FG* 20 ppm yang telah diatur pH-nya dengan penambahan HCl dan NaOH sehingga diperoleh pH 9, pH 10, pH 11, pH 12 dan pH 13. Larutan zat warna dan adsorbennya dikocok dengan seker kecepatan 200 rpm dengan waktu kontak 0, 20, 40, 60, 80, 100, dan 120 menit. Larutan hasil pengocokan kemudian disaring dan diukur absorbansinya. Waktu kontak dan pH optimum yang didapatkan setelah proses adsorpsi digunakan untuk langkah percobaan selanjutnya.

Aplikasi limbah pabrik batik. (i) *Adsorpsi.* Limbah yang diambil berasal dari pabrik batik Widodo di Laweyan Surakarta. Pengambilan limbah dari bak penampungan limbah dilakukan setelah proses pencelupan. Limbah yang diambil diperoleh dari bagian atas, tengah, dan bawah (dasar) bak penampungan. Dari masing-masing bagian diambil 25 mL untuk diadsorpsi pada kondisi optimum yang telah didapatkan, filtrat yang didapat disaring dan diukur absorbansinya. (ii) *Desorpsi.* Endapan adsorben yang didapatkan setelah proses adsorpsi ditambah 25 mL akuades, kemudian dilakukan pengadukan pada kondisi waktu kontak yang optimum. Setelah itu disaring kembali dan filtrat yang dihasilkan diukur absorbansinya.

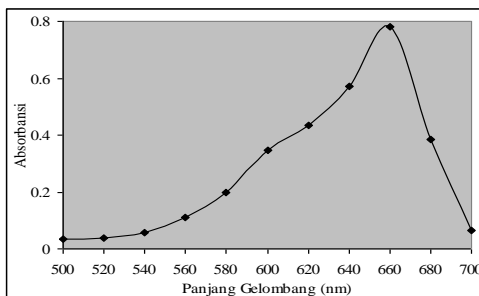
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan alang-alang

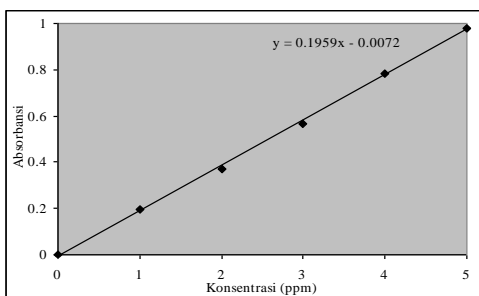
Berat akhir alang-alang yang dihasilkan versus variasi waktu aktivasi ditunjukkan pada Gambar 1. Aktivasi dilakukan dengan merendam bubuk alang-alang kedalam lautan NaOH 2% dengan perbandingan 1 g alang-alang dalam 30 mililiter larutan NaOH. Setelah melalui proses aktivasi larutan rendaman alang-alang menjadi berwarna coklat kehitaman, hal ini menunjukkan bahwa pigmen alang-alang telah terlarut oleh proses aktivasi. NaOH juga dapat mengaktifkan gugus hidroksil pada dinding sel selulosa.



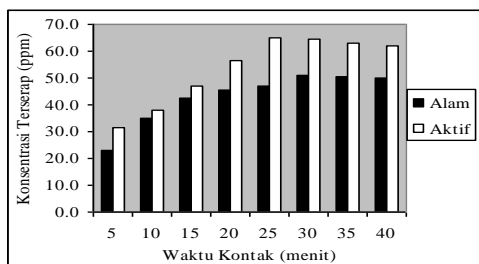
Gambar 1. Pengaruh waktu aktivasi pada berat akhir alang-alang.



Gambar 2. Spektrum absorbansi larutan metilen biru.



Gambar 3. Kurva standar larutan metilen biru.



Gambar 4. Penentuan waktu kontak optimum terhadap konsentrasi terserap larutan metilen biru pada alang-alang alam dan alang-alang aktif.

Karakterisasi alang-alang alam dan alang-alang aktif
Penentuan luas permukaan alang-alang

Spektrum penentuan panjang gelombang maksimum larutan metilen biru ditunjukkan pada Gambar 2. Gambar ini menunjukkan panjang gelombang maksimum larutan metilen biru adalah 660 nm. Pembuatan kurva standar metilen biru berdasarkan pengukuran absorbansi dengan variasi konsentrasi 1, 2, 3, 4, dan 5 ppm pada panjang gelombang maksimum 660 nm. Kurva standar larutan metilen biru ditunjukkan pada Gambar 3.

Luas permukaan dihitung dengan mencari waktu kontak optimum alang-alang alam dan alang-alang aktif. Variasi waktu kontak dari 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, dan 40 menit. Adsorpsi dilakukan dengan menambahkan 0,100 g adsorben alang-alang alam dan alang-alang aktif kedalam 20 mL larutan metilen biru dengan konsentrasi 100 ppm (Tabel 1).

Tabel 1. Penentuan waktu kontak optimum alang-alang alam dan alang-alang aktif terhadap metilen biru.

Waktu Kontak (menit)	Absorbansi (660 nm)		Konsentrasi Terserap (ppm)	
	Alang-alang Alam	Alang-alang Aktif	Alang-alang Alam	Alang-alang Aktif
	0,290	0,256	24,060	32,908
10	0,242	0,231	36,311	39,119
15	0,213	0,196	43,713	48,222
20	0,202	0,157	46,690	58,091
25	0,195	0,123	48,477	66,684
30	0,180	0,125	52,221	66,173
35	0,182	0,131	51,795	64,642
40	0,183	0,135	51,370	63,706

Dari hasil penelitian diperoleh waktu kontak optimum alang-alang alam adalah 30 menit dengan konsentrasi larutan metilen biru yang terserap sebesar 50,757 ppm. Waktu kontak optimum alang-alang aktif 25 menit dengan konsentrasi larutan metilen biru yang terserap sebesar 65,059 ppm. Waktu kontak alang-alang aktif lebih singkat karena luas permukaan porinya lebih besar dari alang-alang alam sehingga lebih cepat menyerap larutan metilen biru dengan konsentrasi terserap juga lebih besar. Grafik penentuan waktu kontak optimum terhadap konsentrasi terserap larutan metilen biru pada alang-alang alam dan alang-alang aktif ditunjukkan Gambar 4.

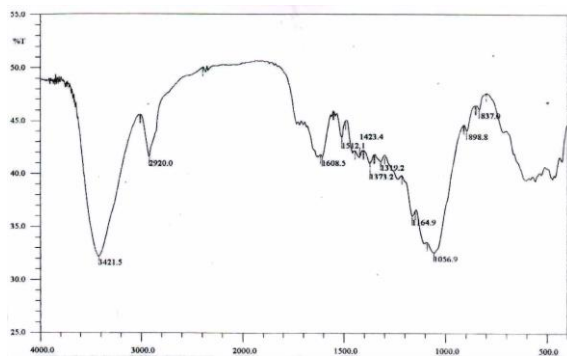
Data luas permukaan alang-alang alam dan alang-alang aktif pada serapan maksimum ditunjukkan Tabel 2. Tabel ini menunjukkan bahwa luas permukaan alang-alang aktif lebih besar daripada alang-alang alam, karena pengotor dalam alang-alang aktif lebih banyak yang terlepas sehingga ukuran porinya semakin besar.

Tabel 2. Luas permukaan alang-alang alam dan alang-alang aktif.

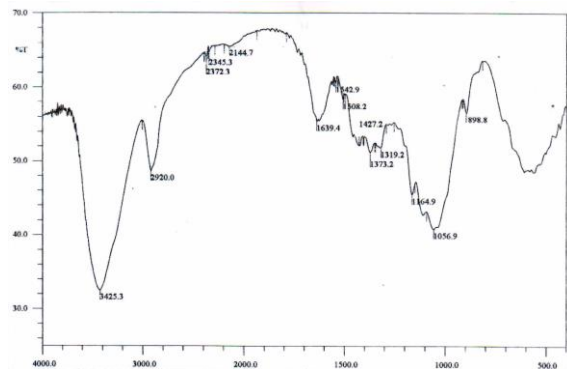
Adsorben	Konsentrasi terserap (ppm)	daya serap maksimum (mg/g)	Luas permukaan (m ² /g)
Alang-alang alam	52,221	10,444	38,665
Alang-alang aktif	66,316	13,337	49,374

Gugus fungsi alang-alang

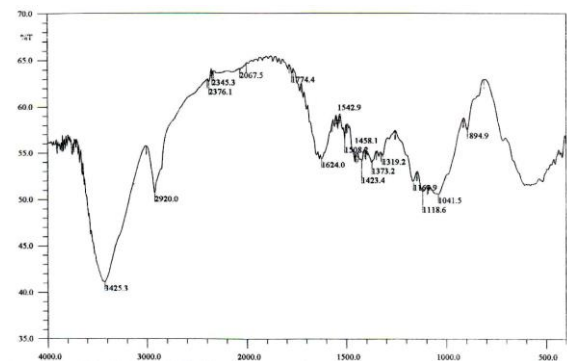
Gugus fungsi yang terdapat dalam selulosa alang-alang dapat diketahui dengan pengukuran menggunakan spektrofotometer infra merah. Pengukuran dilakukan pada sampel alang-alang tanpa aktivasi, dengan aktivasi, dan setelah dikontakkan dengan limbah pabrik. Spektra infra merah dari alang-alang alam, alang-alang aktif dan alang-alang setelah dikontakkan dengan limbah pabrik ditunjukkan pada Gambar 5, 6, dan 7. Data gugus fungsi alang-alang yang meliputi alang-alang alam dan alang-alang aktif hasil pengamatan ditunjukkan pada Tabel 3.



Gambar 5. Spektra infra merah alang-alang alam.



Gambar 6. Spektra infra merah alang-alang aktif.



Gambar 7. Spektra infra merah alang-alang aktif dikontakkan dengan limbah.

Tabel 3. Spektra gugus fungsi alang-alang alam dan alang-alang aktif.

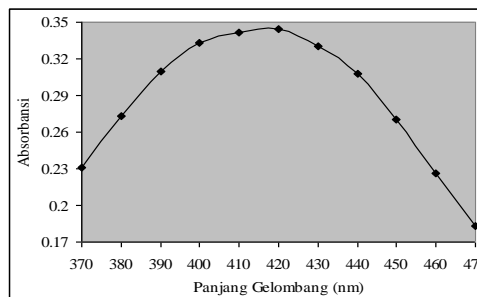
Gugus Fungsi	ν (cm ⁻¹)	Alang-alang alam		Alang-alang aktif		Alang-alang + limbah pabrik	
		ν (cm ⁻¹)	Int. (%T)	ν (cm ⁻¹)	Int. (%T)	ν (cm ⁻¹)	Int. (%T)
O-H	3900-3000	3421,5	32,218	3425,3	32,471	3425,3	41,127
C-H	3150-2600	2920,0	41,554	2920,0	48,573	2920,0	50,724
C-O	1300-890	1056,9	32,610	1056,9	40,839	1041,5	50,585

Hasil pengamatan dengan spektroskopi infra merah tampak adanya puncak-puncak yang muncul. Spektra yang dihasilkan pada alang-alang alam dan alang-alang aktif tidak ada perbedaan dan hanya sedikit terjadi pergeseran bilangan gelombang. Hasil ini mengindikasikan bahwa dengan adanya proses aktivasi tidak mengakibatkan hilangnya gugus fungsi yang terdapat didalam alang-alang. Spektra setelah dikontakkan dengan limbah juga tidak terjadi perbedaan yang signifikan dikarenakan konsentrasi zat warna dari limbah pabrik yang terserap sangat sedikit sehingga gugus fungsi yang terdapat dalam zat warna tidak terdeteksi oleh spektrofotometer infra merah. Hasil percobaan menunjukkan bahwa daya serap alang-alang terhadap limbah pabrik sebesar 7,851 mg/g, ini berarti bahwa dalam 1000 mg alang-alang terkandung zat warna *Remazol Yellow FG* sebesar 7,851 mg. Konsentrasi zat warna yang terserap sangat kecil mengakibatkan gugus-gugus fungsi dari zat warna tertutupi oleh gugus fungsi dari selulosa sehingga tidak terdeteksi oleh alat spektrofotometer infra merah. Alang-alang alam, alang-alang aktif, dan setelah kontak dengan limbah mempunyai gugus fungsi O-H, C-H, dan C-O.

Pembuatan spektrum absorbansi dan kurva standar zat warna *Remazol Yellow FG*

Spektrum absorbansi zat warna *Remazol Yellow FG*

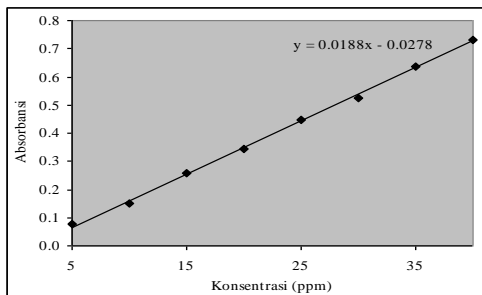
Penentuan panjang gelombang maksimum diperoleh dengan mengukur absorbansi larutan zat warna *Remazol Yellow FG* 20 ppm sebanyak 25 mL pada panjang gelombang antara 370 nm sampai 470 nm. Spektrum absorbansi larutan zat warna *Remazol Yellow FG* menunjukkan panjang gelombang maksimum yang diperoleh adalah 420 nm (Gambar 8).



Gambar 8. Spektrum absorbansi zat warna *Remazol Yellow FG*.

Pembuatan kurva standar zat warna Remazol Yellow FG

Pembuatan kurva standar dilakukan dengan mengukur absorbansi larutan zat warna *Remazol Yellow FG* pada panjang gelombang maksimum 420 nm dengan variasi konsentrasi 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, dan 40 ppm. Dengan menggunakan persamaan garis lurus didapatkan $y = 0,0188x - 0,0278$ dengan koefisien regresi linier $r = 0,9987$. Grafik kurva standar zat warna *Remazol Yellow FG* ditunjukkan pada Gambar 9.

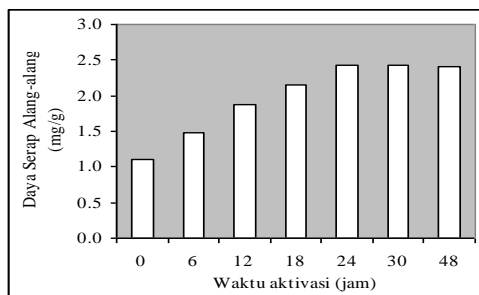


Gambar 9. Kurva standar zat warna *Remazol Yellow F*

Penentuan Kondisi Adsorpsi Optimum

Penentuan kondisi optimum meliputi waktu aktivasi, pH, dan waktu kontak. Kondisi optimum diperoleh dengan cara menambahkan 0,050 g alang-alang aktif dari variasi waktu aktivasi 0, 6, 12, 18, 24, 30, dan 48 jam kedalam 25 mL larutan zat warna *Remazol Yellow FG* pada konsentrasi 20 ppm yang telah diatur pHnya dengan penambahan HCl dan NaOH sehingga dihasilkan pH 9, pH 10, pH 11, pH 12, dan pH 13. Pengadukan dengan seker pada kecepatan 200 rpm dengan variasi waktu pengadukan (waktu kontak) 0, 20, 40, 60, 80, 100, dan 120 menit. Besarnya daya serap (mg/g) alang-alang dalam menyerap zat warna *Remazol Yellow FG* dapat dihitung dari harga absorbansinya.

Kurva waktu aktivasi optimum didapatkan dengan cara memplotkan antara waktu aktivasi dengan besarnya daya serap alang-alang (mg/g) terhadap zat warna *Remazol Yellow FG*. Kurva pengaruh waktu aktivasi terhadap daya serap alang-alang (mg/g) ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Pengaruh waktu aktivasi terhadap daya serap alang-alang (mg/g).

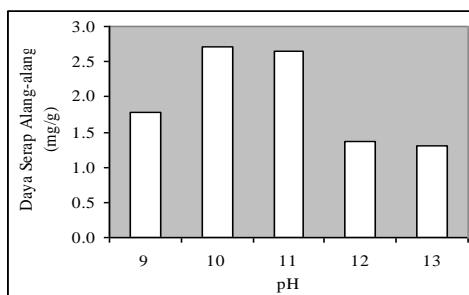
Pada waktu aktivasi 24 jam menghasilkan daya serap yang paling besar dibandingkan dengan yang lainnya. Waktu aktivasi yang lama mengakibatkan pori bubuk alang-alang menjadi lebih luas karena semakin banyak gugus fungsi OH dari selulosa yang menjadi gugus aktif dan juga diikuti semakin banyaknya zat lain yang terlepas. Waktu aktivasi sebelum 24 jam yaitu tanpa aktivasi, 6 jam, 12, dan 18 jam memiliki daya serap yang kurang optimum dikarenakan tanpa aktivasi gugus OH dari selulosa lebih sedikit yang berubah menjadi gugus aktif. Gugus aktif masih sedikit karena larutan NaOH belum masuk kedalam pori bubuk alang-alang sehingga pengotor yang terdapat didalam bubuk alang-alang belum terlepas yang mengakibatkan luas permukaannya masih relatif kecil. Pada waktu aktivasi 6 jam, 12, dan 18 jam gugus OH aktif lebih banyak dibanding tanpa aktivasi karena lebih lama dan juga lebih banyak pengotor yang terlepas dari bubuk alang-alang.

Penentuan pH optimum dilakukan dengan cara mengatur pH larutan zat warna *Remazol Yellow FG*. Pengaturan pH dengan menambahkan HCl atau NaOH sehingga diperoleh pH 9, pH 10, pH 11, pH 12, dan pH 13. Data pengaruh pH terhadap daya serap alang-alang ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengaruh pH terhadap daya serap alang-alang.

No	pH	Daya Serap Alang-alang (mg/g)
1	9	1,770
2	10	2,700
3	11	2,656
4	12	1,375
5	13	1,303

Kurva pH optimum didapatkan dengan cara memplotkan antara pH dengan daya serap alang-alang (mg/g) ditunjukkan pada Gambar 11.



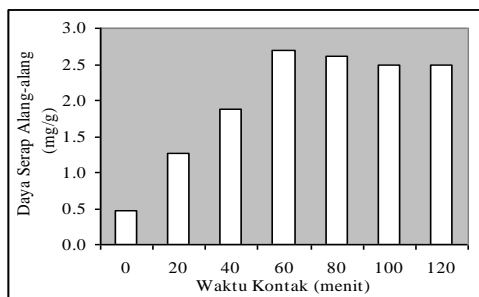
Gambar 11. Pengaruh pH terhadap daya serap alang-alang (mg/g).

Penentuan pH optimum dilakukan dengan cara menambahkan alkali atau asam ke dalam larutan yang akan diadsorpsi bertujuan agar reaksi dapat berjalan dengan baik. Proses adsorpsi zat warna *Remazol Yellow FG* dilakukan pada kondisi basa dikarenakan larutan zat warna *Remazol Yellow FG* dalam kondisi pH basa kemungkinan akan membentuk gugus radikal vinil.

Menurut Rasjid dkk. (1976) pada proses pencelupan, alkali ditambahkan ke dalam zat warna hingga mencapai pH antara 10-11. Gambar 11 menunjukkan pH 10 memiliki daya serap terbesar dibandingkan dengan pH yang lain, yang berarti bahwa pada pH 10 kemungkinan telah terjadi reaksi antara gugus radikal vinil dari larutan zat warna dengan gugus hidroksil dari selulosa. Karena gugus $-SO_2$ pada senyawa vinil sulfon ($-SO_2-CH=CH_2$) menyebabkan terjadinya kepolaran yang kuat pada gugus radikal vinil.

Gugus radikal vinil dari senyawa bereaksi dengan gugus hidroksil dari selulosa. Ikatan kimia yang terjadi antara gugus radikal vinil dari zat warna dengan gugus OH dari selulosa merupakan ikatan kovalen polar sekunder. Kemungkinan yang lebih besar adalah gugus OH dari selulosa terikat pada karbokation sekunder yang menjadikan ikatannya lebih stabil. Dengan terbentuknya ikatan tersebut maka alang-alang aktif mampu mengadsorpsi zat warna tersebut secara optimum. Menurut Rasjid dkk. (1976) proses adsorpsi zat warna oleh serat mencapai kondisi optimum pada pH 10-11. pH 9 menghasilkan penyerapan yang lebih kecil dari pH 10 dimungkinkan gugus radikal vinil yang terbentuk relatif masih sedikit. pH 10 terjadi kondisi penyerapan yang optimum sedangkan pada pH 11 penyerapan cenderung sedikit menurun. Pada pH lebih besar dari 10, terutama pH 12 dan pH 13 dimungkinkan akan terjadi kerusakan ikatan kimia antara zat warna dengan selulosa karena suasana alkali yang kuat, pekat dan panas, sehingga kemampuan alang-alang aktif dalam menyerap zat warna kurang maksimal.

Waktu kontak adalah waktu yang dibutuhkan alang-alang aktif untuk mengadsorpsi zat warna *Remazol Yellow FG*. Penentuan waktu kontak optimum dilakukan dengan memvariasikan waktu pada saat pengontakan antara alang-alang aktif dengan zat warna *Remazol Yellow FG* 20 ppm yang dimulai dari 0, 20, 40, 60, 80, 100, dan 120 menit. Variasi waktu kontak ini dilakukan pada seluruh variasi waktu aktivasi dan pH. Pengaruh waktu kontak terhadap daya serap alang-alang ditunjukkan pada Gambar 12.



Gambar 12. Pengaruh waktu kontak terhadap daya serap alang-alang (mg/g).

Waktu kontak optimum tercapai pada saat waktu 60 menit yang menghasilkan daya serap rata-rata

sebesar 2,689 mg/g. Waktu kontak kurang dari 60 menit penyerapan belum maksimal dimungkinkan alang-alang aktif dalam mengadsorpsi zat warna belum mencapai titik jenuh, sehingga masih mampu mengadsorpsi zat warna. Waktu kontak lebih dari 60 menit diperkirakan alang-alang aktif setelah digunakan dalam waktu tertentu menyebabkan kereaktifannya akan berkurang sehingga daya serapnya juga akan berkurang.

Penentuan isoterm adsorpsi

Penentuan isoterm adsorpsi berfungsi untuk mengetahui jenis adsorpsi yang terjadi sehingga dapat diketahui interaksi yang terjadi pada saat proses adsorpsi terjadi. Untuk mengetahui isoterm yang sesuai, maka data yang diperoleh diuji dengan menggunakan persamaan isoterm adsorpsi Langmuir dan isoterm adsorpsi Freundlich. Penentuan isoterm adsorpsi dilakukan dengan menambahkan 0,050 g alang-alang aktif kedalam 25 mL larutan zat warna *Remazol Yellow FG* dengan memvariasi konsentrasi 15, 30, 45, 60, dan 75 ppm. Pengadukan dilakukan dengan seker kecepatan 200 rpm pada kondisi optimum waktu aktivasi 24 jam, pH 10, dan waktu kontak 60 menit.

Aplikasi limbah pabrik batik

Proses adsorpsi

Aplikasi alang-alang aktif yang digunakan dalam mengadsorpsi limbah industri tekstil bertujuan untuk mengetahui seberapa besar hasil penyerapan dari alang-alang aktif apabila dibandingkan dengan sebelum diaktivasi. Penelitian ini dilakukan dengan cara mengambil 25 mL limbah industri tekstil yang belum dialirkan ke sungai untuk diadsorpsi dengan 0,050 g alang-alang alam dan alang-alang aktif dan diukur absorbasinya. Pengambilan limbah dilakukan di bak penampungan yang diindikasikan terdapat kandungan zat warna *Remazol Yellow FG*. Proses adsorpsi ini dilakukan pada kondisi optimum yang telah didapatkan sebelumnya. Konsentrasi limbah zat warna sebelum diadsorpsi adalah 34,609 ppm. Data hasil adsorpsi seperti ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Adsorpsi alang-alang alam dan alang-alang aktif terhadap limbah zat warna *Remazol Yellow FG*.

Adsorben	Konsentrasi Awal (ppm)	Absorbansi	Konsentrasi Terserap (ppm)	Daya Serap Rata-rata (mg/g)	% Adsorpsi Rata-rata
Alang-alang alam	34,609	0,438	9,833	4,916	28,411
		0,441	9,673		
		0,435	9,992		
Alang-alang aktif	34,609	0,324	15,897	7,851	48,593
		0,330	15,578		
		0,329	15,702		

Dari data hasil penelitian di atas terlihat bahwa proses adsorpsi alang-alang aktif terhadap limbah zat warna menghasilkan daya serap yang lebih

besar dibandingkan dengan alang-alang alam. Dimana rata-rata persentase adsorpsi untuk alang-alang aktif sebesar 48,59% sedangkan untuk alang-alang alam sebesar 28,41%.

Proses desorpsi

Proses desorpsi pada alang-alang aktif dilakukan dengan menambahkan 25 mL akuades kedalam adsorben alang-alang aktif setelah digunakan dalam mengadsorpsi limbah industri zat warna. Pengadukan dalam proses desorpsi ini dilakukan dengan seker kecepatan 200 rpm pada waktu kontak optimum 60 menit. Kemudian dari filtrat yang dihasilkan setelah penyaringan diukur absorbansinya. Dari data absorbansi dapat diketahui besarnya zat warna yang terlepas dari adsorben (Tabel 6).

Tabel 6. Desorpsi alang-alang aktif terhadap limbah zat warna *Remazol Yellow FG*.

Adsorben	Konsentrasi awal (ppm)	Absorbansi	Konsentrasi sisa (ppm)	% Desorpsi	% Desorpsi rerata
Alang-	15,897	0,189	11,532	27,457	
alang	15,578	0,192	11,692	24,946	26,549
Aktif	15,631	0,186	11,372	27,243	

Proses desorpsi dilakukan untuk mengetahui besarnya zat warna yang terlepas dari alang-alang aktif. Dari hasil penelitian persentase dari proses desorpsi sekitar 26,55%. Hal ini menunjukkan bahwa ada sebagian zat warna yang terlepas dari alang-alang aktif namun jumlahnya relatif lebih sedikit dibandingkan yang masih tertinggal dalam adsorben.

KESIMPULAN

Kondisi optimum waktu aktivasi adalah pada waktu perendaman 24 jam. Alang-alang aktif mempunyai luas permukaan sebesar 49,374 m²/g sedangkan alang-alang alam sebesar 38,665 m²/g. Gugus fungsi yang terdapat dalam selulosa alang-alang alam dan alang-alang aktif meliputi gugus O-H, C-H, dan C-O. Kondisi optimum yang didapatkan untuk mengadsorpsi zat warna reaktif *Remazol Yellow FG* menggunakan alang-alang yang diaktivasi dengan NaOH 2% adalah pada kondisi pH 10, dan waktu kontak 60 menit. Alang-alang dengan aktivator NaOH 2% memberikan daya serap maksimum sebesar 7,851 mg/g terhadap larutan limbah zat warna *Remazol Yellow FG*

DAFTAR PUSTAKA

- Atmaji, P., P. Wahyu, dan P. Edi. 1999. Daur ulang limbah hasil pewarnaan industri tekstil. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia* 1 (4): 1-5.
- Kaewprasis, C., E. Hequet, N.A. Abidi, J.P. Gourlot. 1998. *Quality Measurement Application of Methylene Blue Adsorption for Cotton Fibre Specific Surface Area Measurement: Part 1 Methodology*. Washington, D.C.: The Cotton Foundation.
- Nizar. 2003. *Adsorpsi Remazol Yellow FG oleh Eceng Gondok Aktif*. [Skripsi]. Surakarta: Jurusan Kimia FMIPA UNS.
- Rasjid D., G.A. Kasoenarno, S. Astini, L. Arifin. 1976. *Teknologi Pengelantangan, Pencelupan dan Pencapan*, Bandung: Institut Teknologi Tekstil.
- Susi, S. 1983. Penentuan pektin secara spektrofotometri dalam bahan baku bukan kayu. *Berita Selulosa* 19 (1): 1-4.
- Suwarsa S. 1998. Penyerapan zat warna tekstil BR red HE 7B oleh jerami padi. *Jurnal Matematika dan Sains* 3 (1): 1-4.