



**IMOBILISASI ZAT WARNA DALAM SERAT DAUN NANAS  
(*Ananas comosus*) SEBAGAI CAMPURAN PEMBUATAN KERTAS**

**Skripsi**

**diajukan sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains  
Program Studi Kimia**

**oleh**

**Kartika Puspita Sari**

**4311411045**

**JURUSAN KIMIA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

**2015**

## PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi ini bebas plagiat dan apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan.

Semarang, 12 Mei 2015



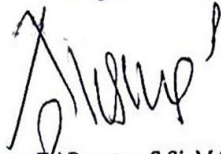
Kartika Puspita Sari  
NIM. 4311411045

## PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke Sidang Panitia Ujian  
Skripsi Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas  
Negeri Semarang.

Semarang, 12 Mei 2015

Pembimbing I,



Agung Tri Prasetya, S.Si, M.Si.  
NIP. 196904041994021001

Pembimbing II,



Nuni Widiarti, S.Pd, M.Si  
NIP. 197810282006042001

## PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

**IMOBILISASI ZAT WARNA DALAM SERAT DAUN NANAS (*Ananas comosus*) SEBAGAI CAMPURAN PEMBUATAN KERTAS**

disusun oleh

Nama : Kartika Puspita Sari

NIM : 4311411045

telah dipertahankan di hadapan Sidang Panitia Skripsi FMIPA Universitas Negeri Semarang pada tanggal 12 Mei 2015.



Sekretaris,

A handwritten signature in black ink, likely belonging to the secretary, Dra. Woro Sumarni.

Dra. Woro Sumarni, M.Si  
NIP. 196507231993032001

Ketua Penguji,

A handwritten signature in black ink, likely belonging to the chair of the examiners, Dra. Woro Sumarni.

Dra. Woro Sumarni, M.Si  
NIP. 196507231993032001

Pembimbing I,

A handwritten signature in black ink, likely belonging to the first supervisor, Agung Tri Prasetya.

Agung Tri Prasetya, S.Si, M.Si.  
NIP. 196904041994021001

Pembimbing II,

A handwritten signature in black ink, likely belonging to the second supervisor, Nuni Widiarti.

Nuni Widiarti, S.Pd, M.Si  
NIP. 197810282006042001

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### Motto

- 🌸 Maka nikmat Tuhan kamu yang manakah yang kamu dustakan (Qs. AR RAHMAN).
- 🌸 Tidak ada hari yang tidak baik untuk tujuan yang baik (Joger).

### Persembahan

- 🌸 Untuk Orangtuaku terima kasih yang selalu mendoakan dan memberi dukungan. Alm.Papa terimakasih sudah mengantarkanku kuliah semester 1. Mama terima kasih yang selalu sabar dan selalu menemaniku.
- 🌸 Untuk mas-masku. Mas risqi terima kasih sudah membiayai kuliahku, Mas Dhika yang menjadi sosok pengganti Papa, Mas Fajar terima kasih sudah mengajari banyak ilmu. Saskia dan Bagas keponakan Tante.
- 🌸 Sahabat-sahabat seperjuanganku terima kasih banyak.
- 🌸 Teman-teman Kimia 2011 rombel 1 dan 2. Suasana kelas rombel 2 yang rame dan hangat selalu menjadi kenangan.

## KATA PENGANTAR


Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “Imobilisasi Zat Warna Dalam Serat Daun Nanas (*Ananas comosus*) Sebagai Campuran Pembuatan Kertas” untuk mendapat gelar sarjana S-1 Kimia di Universitas Negeri Semarang.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu, baik dalam penelitian maupun penyusunan skripsi ini. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Keluargaku yang selalu mendoakan dan memberi dukungan.
2. Bapak Dekan FMIPA Universitas Negeri Semarang.
3. Ibu Dra. Woro Sumarni, M.Si selaku ketua jurusan kimia dan sekaligus sebagai dosen penguji.
4. Bapak Agung Tri Prasetya, S.Si, M.Si selaku kepala laboratorium FMIPA UNNES dan sekaligus sebagai dosen pembimbing I.
5. Ibu Nuni Widiarti, S.Pd, M.Si selaku dosen pembimbing II.
6. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Kimia FMIPA UNNES yang telah memberikan bekal ilmu kepada penulis.
7. Metta Sylviana Dewi yang telah banyak membantu selama 4 tahun ini.
8. Selli Renata Sari sahabat yang baik hati.
9. Amanda Shinta Maylani dan Istria Pijar Rizky yang telah mengajari banyak hal.
10. Uswatun Hasanah, Etik Isman Hayati, Lysa Setyaningrum, Margareta Purnamasari dan Amanda Puji Astuti sahabat yang baik dan perhatian.
11. Teknisi Laboratorium Kimia UNNES, kakak kelas dan teman-teman yang telah membantu dalam penelitian ini.

Demikian ucapkan terima kasih dari penulis, mudah-mudahan Skripsi ini dapat bermanfaat dan memberikan kontribusi positif bagi perkembangan ilmu pengetahuan dalam dunia penelitian.

Semarang, 12 Mei 2015

  
Kartika Puspita Sari  
NIM. 4311411045

## ABSTRAK

Kartika, P.S. 2015. Imobilisasi Zat Warna Dalam Serat Daun Nanas (*Ananas comosus*) Sebagai Campuran Pembuatan Kertas. Skripsi, Jurusan Kimia, Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang. Pembimbing I: Agung Tri Prasetya, Pembimbing II: Nuni Widiarti.

Kata kunci: serat daun nanas, adsorpsi, zat warna, imobilisasi, kertas

Telah dilakukan penelitian mengenai kemampuan serat daun nanas sebagai adsorben zat warna (*remazol yellow FG* dan *remazol brilliant blue R*) dan imobilisasi zat warna dalam serat daun nanas sebagai campuran pembuatan kertas. Untuk mengetahui kondisi optimum adsorpsi dilakukan variasi pH (1, 2, 3, 4 dan 5), waktu kontak (5, 10, 40, 80 dan 120 menit) dan konsentrasi (20, 40, 70, 100, 150, 200 dan 250 ppm). Sedangkan kertas yang telah jadi diuji ketahanan warna dengan perendaman larutan NaOH 0,1 M; CH<sub>3</sub>COOH 0,1 M; etanol dan air hujan selama 80 menit dalam rentang waktu 10 menit diukur absorbansinya. Hasil penelitian menunjukkan serat daun nanas dapat mengadsorpsi zat warna pada kondisi optimum: *remazol yellow FG* pH 2 dengan waktu kontak optimum 80 menit pada konsentrasi 200 ppm sedangkan *brilliant blue R* pH 4 dengan waktu kontak optimum 80 menit pada konsentrasi 40 ppm. Berdasarkan hasil uji ketahanan warna, zat warna dalam kertas mudah terlepas kembali paling banyak pada perendaman dalam larutan NaOH 0,1 M. Sedangkan zat warna yang terlepas kembali paling sedikit pada perendaman dalam larutan CH<sub>3</sub>COOH 0,1 M



## Abstract

Kartika, P.S. 2015. Dye Immobilization in a Pineapple Leaf Fiber as an Ingredient for Paper. Final Project, Departement of Chemistry, Chemistry Study Program, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Semarang State University. Supervisor I: Agung Tri Prasetya, Supervisor II: Nuni Widiarti.

Keywords: pineapple leaf fiber, adsorption, dye, immobilization, paper

Has done research on the ability of pineapple leaf fiber as adsorbent dye (*remazol yellow FG* and *remazol brilliant blue R*) and dye immobilization in a pineapple leaf fiber as an ingredient for paper. To determine the optimum conditions for adsorption done variation of pH (1, 2, 3, 4 and 5), contact time (5, 10, 40, 80 and 120 minute) and concentration (20, 40, 70, 100, 150, 200 and 250 ppm). While the paper has been so tested the resilience of the color by soaking solution of NaOH 0,1 M; CH<sub>3</sub>COOH 0,1 M; ethanol and rain water for 80 minutes in a span of 10 minutes measured absorbance. The result showed pineapple leaf fiber can adsorp the dye in optimum condition: *remazol yellow FG* pH 2 with optimum contact time of 80 minutes at a concentration of 200 ppm, while *remazol brilliant blue R* pH 4 with optimum contact time of 80 minutes at a concentration 40 ppm. Based on the result of the endurance test of color, dye in the paper is the most widely separated back on immersion in a solution of NaOH 0,1 M while the dye is released back at least to the immersion in a solution of CH<sub>3</sub>COOH 0,1 M.

# DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>PERNYATAAN</b> .....	ii
<b>PERSETUJUAN PEMBIMBING</b> .....	iii
<b>PENGESAHAN</b> .....	iv
<b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>ABSTRAK</b> .....	viii
<b>ABSTRACT</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiv
<b>BAB</b>	
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	6
2.1 Nanas .....	6
2.2 Polisakarida .....	8
2.3 Zat warna .....	11
2.4 Adsorpsi.....	15
2.5 Kertas.....	16
2.6 Imobilisasi .....	19
2.7 Spektrofotometer UV-Vis .....	21

<b>III. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>24</b>
3.1 Subjek Penelitian .....	24
3.2 Variabel Penelitian .....	24
3.3 Alat dan Bahan Penelitian .....	25
3.4 Cara Kerja.....	27
3.4.1 Aktivasi serat daun nanas .....	27
3.4.2 Pembuatan larutan induk zat warna 500 ppm .....	27
3.4.3 Penentuan panjang gelombang optimum .....	27
3.4.4 Pembuatan kurva kalibrasi .....	27
3.4.5 Adsorpsi.....	28
3.4.6 Imobilisasi zat warna ke dalam pembuatan kertas .....	29
3.4.7 Uji ketahanan warna kertas .....	31
<b>IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>32</b>
4.1 Aktivasi Serat Daun Nanas.....	32
4.2 Optimasi pH Adsorpsi Zat Warna .....	33
4.3 Optimasi Waktu Kontak Zat Warna.....	37
4.4 Optimasi Konsentrasi Zat Warna .....	39
4.5 Kertas.....	41
4.5.1 Uji ketahanan warna kertas .....	44
<b>V. PENUTUP.....</b>	<b>50</b>
5.1 Simpulan.....	50
5.2 Saran.....	50
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>51</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>55</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Komposisi Kering Daun Nanas .....	8
2.2 Nama dan Struktur Kimia Gugus Kromofor.....	12
2.3 Komposisi Kimia Ampas Tebu.....	19
2.4 Sifat Absorb Beberapa Kromofor .....	22
2.5 Daftar Panjang Gelombang.....	23
4.1 Spektrum Absorpsi <i>Remazol Yellow FG</i> .....	34
4.2 Spektrum Absorpsi <i>Remazol Brilliant Blue R</i> .....	34

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Struktur $\alpha$ -Selulosa .....	10
2.2 Struktur $\beta$ -Selulosa .....	11
2.3 Struktur Zat Warna <i>Remazol Yellow FG</i> .....	13
2.4 Struktur Zat Warna <i>Remazol Brilliant Blue R</i> .....	14
4.1 Serat Daun Nanas Hasil Aktivasi.....	33
4.2 Kurva pH vs Adsorptivitas Zat Warna <i>Remazol Yellow FG</i> .....	35
4.3 Kurva pH vs Adsorptivitas Zat Warna <i>Remazol Brilliant Blue R</i> .....	36
4.4 Kurva Waktu Kontak vs Adsorptivitas Zat Warna <i>Remazol Yellow FG</i> .....	37
4.5 Kurva Waktu Kontak vs Adsorptivitas Zat Warna <i>Remazol Brilliant Blue R</i> .....	38
4.6 Kurva Konsentrasi vs Adsorptivitas Zat Warna <i>Remazol Yellow FG</i> .....	39
4.7 Kurva Konsentrasi Adsorptivitas Zat Warna <i>Remazol Brilliant Blue R</i> .....	40
4.8 <i>Binder Kulit</i> Singkong .....	41
4.9 Filtrat <i>Pulp Ampas Tebu</i> .....	42
4.10 Residu <i>Pulp Ampas Tebu</i> .....	42
4.11 Rendaman <i>Pulp Kertas</i> .....	43
4.12 Residu Zat Warna Setelah Adsorpsi .....	43
4.13 Kertas Hasil Imobilisasi Zat Warna.....	44
4.14 Kertas Sebelum Diuji .....	45
4.15 Kurva Waktu Perendaman vs Jumlah Zat Warna Yang Terlepas.....	45
4.16 Kurva Waktu Perendaman vs Jumlah Zat Warna Yang Terlepas.....	47

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
A. Perhitungan Pembuatan Larutan .....	55
B. Diagram Cara Kerja Penelitian .....	58
C. Pengolahan Data.....	69
1. a Optimasi pH zat warna <i>remazol yellow FG</i> .....	69
b. Optimasi pH zat warna <i>remazol brilliant blue R</i> .....	75
2. a. Optimasi waktu kontak <i>remazol yellow FG</i> .....	81
b. Optimasi waktu kontak <i>remazol brilliant blue R</i> .....	84
3. a. Optimasi konsentrasi <i>remazol yellow FG</i> .....	87
b. Optimasi konsentrassi <i>remazol brilliant blue R</i> .....	91
4. Uji ketahanan warna kertas .....	95
a. <i>Remazol yellow FG</i> .....	95
b. <i>Remazol brilliant blue R</i> .....	101
D. Dokumentasi Penelitian .....	105

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Industri tekstil merupakan salah satu industri yang sangat berkembang di Indonesia dan merupakan komoditi ekspor penghasil devisa negara (Manurung, 2004). Perkembangan yang pesat dari industri tekstil akan mengakibatkan meningkatnya kebutuhan bahan zat warna yang digunakan untuk mewarnai bahan-bahan tekstil (Budiyono, 2008), yang berakibat terhadap peningkatan jumlah limbah zat warna. Pewarna termasuk salah satu zat berbahaya yang ditemukan dalam limbah industri dan perlu untuk ditangani, karena kehadirannya di perairan mengurangi penetrasi cahaya, menghalangi fotosintesis tumbuhan air, selain itu mengurangi kejernihan air untuk diminum dan keperluan lainnya. Pewarna juga dapat menyebabkan alergi, dermatitis, iritasi kulit, memprovokasi kanker dan mutasi pada manusia (de Lima *et al.*, 2007).

Pewarna merupakan senyawa organik dengan kompleks aromatik struktur molekul yang dapat membawa warna cerah dan tegas untuk bahan lainnya. Namun, struktur molekul aromatik kompleks dalam pewarna dapat membuat zat warna lebih stabil dan lebih sulit untuk terurai (Kayan *et al.*, 2010). Beberapa metode pengolahan limbah zat warna dapat dilakukan dengan cara kimia maupun fisika. Sebagai contoh adalah penggunaan koagulan, sedimentasi, adsorpsi dan lain-lain (Aryunani, 2003). Metode yang paling efisien untuk menghilangkan pewarna sintetis dari limbah air

adalah prosedur adsorpsi, hal ini disebabkan karena proses adsorpsi dapat memindahkan spesies pewarna dari limbah air ke fasa padat sehingga menjaga volume limbah seminimal mungkin. Selanjutnya, adsorben dapat diregenerasi atau disimpan di tempat yang kering tanpa kontak langsung dengan lingkungan (Royer *et al.*, 2010).

Adsorpsi adalah peristiwa menempelnya atom atau molekul suatu zat pada permukaan zat lain karena kesetimbangan gaya dalam permukaan tersebut (Alberty, 1983). Pengolahan limbah zat warna dengan metode adsorpsi menggunakan adsorben dari bahan tumbuhan telah banyak dilakukan. Adsorben yang telah digunakan diantaranya: bubur bambu, pohon palem, jantung pisang (Izadyar, 2007), *bead* selulosa (Morales, 2004), alang-alang, enceng gondok (Aryunani, 2003), tempurung kelapa, sekam padi, kayu lunak, tongkol jagung, bagasse (Moura, 2004), jerami padi (Suwarsa, 1998) dan batang jagung (Rochanah, 2004).

Penggunaan adsorben dari bahan tumbuhan disebabkan karena adanya selulosa yang merupakan komponen utama yang menyelubungi sel-sel tumbuhan. Selulosa merupakan senyawa yang mempunyai karakter hidrolis serta mempunyai gugus alkohol primer dan sekunder yang keduanya mampu mengadakan reaksi dengan zat warna reaktif (Hidayat, 2008). Selulosa alam ataupun turunannya dapat berinteraksi dengan permukaan gugus fungsi secara fisik atau kimia (Ibbet, 2006). Daun nanas merupakan salah satu bagian tanaman yang memiliki kandungan serat yang tinggi. Menurut Handayani (2010), kandungan selulosa dalam daun nanas (*Ananas comosus*) sebesar 69,6-71 %, sedangkan dalam Hidayat (2008), disebutkan terdapat 69,5-71,5 %. Kandungan selulosa dalam serat daun nanas yang tinggi ini



diharapkan dapat dijadikan sumber selulosa sebagai alternatif baru untuk adsorben dalam mengadsorb zat warna. Selain digunakan sebagai adsorben, kandungan selulosa yang tinggi dalam daun nanas dapat digunakan sebagai bahan campuran *pulp* dalam pembuatan kertas.

Kertas yang sering digunakan umumnya terbuat dari kayu atau lebih tepatnya dari serat kayu yang dicampur dengan bahan-bahan kimia sebagai pengisi dan penguat kertas. Kayu yang digunakan di Indonesia sebagai bahan dasar *pulp*, umumnya jenis akasia. Kayu jenis ini berserat pendek sehingga kertas yang dihasilkan menjadi rapuh. Di mesin pembuat kertas (*paper machine*), serat kayu ini dicampur dengan kayu yang berserat panjang contohnya pohon pinus (Hendroanto, 2012). Penggunaan kayu sebagai bahan dasar pembuatan kertas mengakibatkan produksi kayu dari waktu ke waktu semakin menurun dan hal ini berpengaruh terhadap sumber daya hutan yang semakin berkurang. Oleh karena itu, diperlukan bahan alternatif yang dapat digunakan untuk menggantikan peran kayu dalam pembuatan *pulp* kertas, salah satunya adalah ampas tebu. Ampas tebu memiliki kandungan serat dan hemiselulosa yang tinggi, dimana kedua hal tersebut merupakan syarat utama dalam pembuatan kertas (Sudaryanto *et al.*, 2002).

Kertas serat campuran, atau seringkali dikenal dengan istilah kertas komposit, merupakan kertas yang terbuat dari campuran dua macam atau lebih *pulp* kertas dengan bahan lain, seperti polimer dan kertas bekas yang bertujuan untuk meningkatkan nilai guna kertas (Julianti dan Nurminah, 2006). Pembuatan kertas serat campuran merupakan alternatif pembuatan kertas yang akan membantu mengurangi

limbah kertas dan terutama mengurangi penggunaan kayu untuk pembuatan kertas. Dalam pembuatan kertas serat campuran, umumnya digunakan *binder* untuk mengikat komponen-komponen penyusun kertas. *Binder* yang digunakan berasal dari bahan alami, pada penelitian ini digunakan *binder* yang berasal dari kulit singkong. Kulit singkong mengandung pati yang merupakan salah satu komponen penting dari *binder* (Asuncion, 2003).

Meninjau latar belakang yang telah dipaparkan diatas maka pada penelitian ini dilakukan adsorpsi zat warna tekstil dengan adsorben daun nanas, yang kemudian zat warna dalam serat daun nanas diimobilisasi/ solidifikasi (dipadatkan) sebagai campuran pembuatan kertas. Penggunaan campuran kertas bekas, ampas tebu dan kulit singkong ini sebagai salah satu alternatif bahan dasar pembuatan kertas, merupakan cara yang paling tepat untuk mengatasi semakin sulit dan terus meningkatnya harga *pulp* di dunia dan juga meningkatkan nilai guna kertas.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian di atas, permasalahan dalam penelitian ini adalah:

- 1.2.1 Bagaimana kondisi optimal (pH, waktu kontak dan konsentrasi) larutan zat warna yang dapat di adsorpsi oleh serat daun nanas?
- 1.2.2 Bagaimana hasil imobilisasi zat warna tekstil dalam serat daun nanas sebagai campuran pembuatan kertas ditinjau dari uji ketahanan warna?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1.3.1 Mengetahui kondisi optimal (pH, waktu kontak dan konsentrasi) larutan zat warna yang dapat di adsorpsi serat daun nanas.
- 1.3.2 Mengetahui hasil imobilisasi zat warna dalam serat daun nanas sebagai campuran pembuatan kertas ditinjau dari uji ketahanan warna.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat:

- 1.4.1 Memberikan alternatif dalam pengembangan adsorben serat daun nanas.
- 1.4.2 Memberikan alternatif cara pengolahan limbah zat cair khususnya yang mengandung zat warna reaktif.
- 1.4.3 Meningkatkan pemanfaatan limbah kertas, limbah singkong dan limbah ampas tebu sebagai alternatif sumber *pulp* dalam pembuatan kertas.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Nanas**

##### 2.1.1 Klasifikasi Tanaman Nanas

Nanas merupakan tanaman buah semak. Tanaman ini mempunyai nama ilmiah *Ananas comosus*. Nanas berasal dari bahasa Indian suku Tupi, anana yang berarti buah yang baik. Sementara itu, dalam bahasa Inggris *pineapple* yang berarti buah yang menyerupai buah pinus. Di Indonesia nanas mempunyai nama daerah yang berbeda-beda, misalnya anes (Aceh), danas (Sunda), dan kanas (Kalimantan) (Pracaya, 2011).

Nanas merupakan tanaman buah yang tidak mengenal musim. Buah nanas selalu tersedia sepanjang tahun. Tanaman ini dapat tumbuh dengan baik apabila ditanam di tanah yang gembur, mengandung banyak pasir, banyak pupuk organik, unsur hara, tidak tergenang air dan cukup sinar matahari. Nanas merupakan tanaman yang berbentuk semak. Mempunyai daun panjang berbentuk pedang, tebal dan liat serta mempunyai duri yang menempel di bagian pinggirnya. Buah nanas yang sudah masak akan berwarna kuning atau oranye (jingga) (Pracaya, 2011).

Berdasarkan taksonomi, tanaman nanas diklasifikasikan sebagai berikut.

Filum : *Plantae* (tumbuh-tumbuhan)

Divisi	: <i>Spermathophyta</i> (tumbuhan berbiji)
Kelas	: <i>Angiospermae</i> (tumbuhan berbiji tertutup)
Ordo	: <i>Bromeliales</i> ( <i>Farinosae</i> )
Famili	: <i>Bromeliaceae</i>
Genus	: <i>Ananas</i>
Spesies	: <i>Ananas comosus</i> (L.) Merr
Sinonim	: <i>Sativus</i> Schult. F <i>Bromelia Comosa</i> . L
Varietas	: <i>Queen</i> , <i>Cayenne</i> , <i>Red Spanish</i> dan lain-lain.

#### 2.1.2 Daun Nanas

Daun nanas berbentuk panjang, liat, dan tidak mempunyai tulang daun utama. Daun nanas berduri dan tersusun rapi menghadap ke ujung daun. Akan tetapi, pada nanas dengan varietas tertentu ada juga yang tidak berduri. Ada pula tanaman nanas yang durinya hanya di ujung daun. Permukaan daun sebelah atas halus mengkilap berwarna hijau tua atau merah tua bergaris atau coklat kemerah-merahan tergantung varietasnya. Sementara pada bagian bawah daun berwarna keputih-putihan atau keperak-perakan. Warna keputihan seperti ketombe ini karena adanya rambut-rambut bersel banyak yang disebut *trichome*. Bentuk *trichome* seperti cakram yang terdiri atas sel-sel mati yang berisi udara sehingga warnanya menjadi putih. Fungsi *trichome* dalam daun nanas adalah:

1. Untuk mengurangi perubahan suhu yang sangat tinggi.
2. Mengurangi penguapan air (transpirasi) pada waktu udara panas.
3. Melindungi kebasahan air pada mulut daun (stomata).
4. *Trichome* yang terdapat pada pangkal daun yang menangkap pangkal batang dapat menahan air yang kemudian mengabsorpsi air dan unsur hara yang larut di dalamnya.

Jumlah daun pada tiap batang bervariasi antara 70-80 helai yang terletak berimpitan seperti spiral. Bentuk ini disebut *roset phyllotaxi 5/13* yang merupakan aturan letak daun-daun pada batang. *Roset phyllotaxi 5/13* berarti daun pertama dan daun ke-14 sesudah berputar 5 kali dalam bentuk spiral ke kanan atau ke kiri terletak di dalam satu garis tegak lurus. Sementara itu, angka 13 menunjukkan jumlah daun setelah melingkar dalam bentuk spiral (Pracaya, 2011).

Tabel 2.1 Komposisi kering daun nanas

No	Komposisi kimia	Serat nanas (%)
1	Selulosa	69,5-71,5
2	Pentosan	17,0-17,8
3	Lignin	4,4-4,7
4	Pektin	1,0-1,2
5	Lemak dan Wax	3,0-3,3
6	Abu	0,71-0,87
7	Zat-zat lain (protein, asam organik, dan lain-lain)	4,5-5,3

(Sumber: Onggo dan Jovita, 2003)

## 2.2 Polisakarida

Polisakarida adalah makromolekul, polimer dengan beberapa ratus sampai beberapa ribu monosakarida yang dihubungkan dengan ikatan glikosidik. Beberapa di antara polisakarida berfungsi sebagai materi simpanan atau cadangan, yang nantinya ketika diperlukan akan dihidrolisis untuk menyediakan gula bagi sel (Campbell *et al.*, 2002).

### 2.2.1 Polisakarida Simpanan

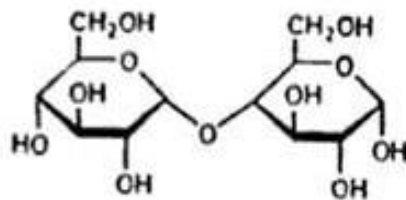
Pati, suatu polisakarida simpanan pada tumbuhan adalah suatu polimer yang secara keseluruhan terdiri atas monomer-monomer glukosa. Sebagian besar monomer-monomer ini dihubungkan dengan ikatan 1-4 (karbon nomor 1 dengan karbon nomor 4), seperti unit glukosa dalam maltosa pada Gambar 2.1. Sudut ikatan ini membuat polimer tersebut berbentuk heliks. Tumbuhan menumpuk pati sebagai granul atau butiran di dalam struktur yang disebut plastid, termasuk kloroplas. Dengan cara mensintesis pati, tumbuhan dapat menimbun kelebihan glukosa. Karena glukosa merupakan bahan bakar seluler yang utama, pati merupakan energi cadangan (Campbell *et al.*, 2002). Salah satu tumbuhan yang kaya karbohidrat, yaitu singkong.

### 2.2.2 Polisakarida Struktural

Organisme membangun materi-materi kuat dari polisakarida struktural. Misalnya, polisakarida yang disebut selulosa (Campbell *et al.*, 2002). Selulosa  $(C_6H_{10}O_5)_n$  merupakan salah satu polisakarida yang keberadaannya melimpah

di alam dan merupakan salah satu komponen penyusun dinding sel tumbuhan dan alga bersama dengan lignin dan polisakarida yang lain. Selulosa dapat dibagi atas tiga jenis, yaitu:

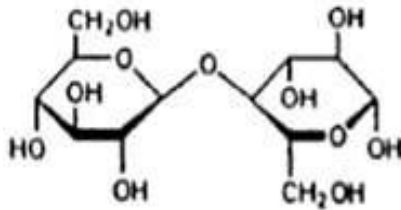
1.  $\alpha$ -Selulosa (*Alpha Cellulose*) adalah selulosa berantai panjang, tidak larut dalam larutan NaOH 17,5% atau larutan basa kuat dengan derajat polimerisasi (DP) 600–15000.  $\alpha$ -selulosa dipakai sebagai penduga dan atau tingkat kemurnian selulosa. Selulosa dengan derajat kemurnian  $\alpha > 92\%$  memenuhi syarat untuk bahan baku utama pembuatan propelan atau bahan peledak. Sedangkan selulosa kualitas dibawahnya digunakan sebagai bahan baku pada industri kertas dan industri kain (serat rayon). Semakin tinggi kadar  $\alpha$ -selulosa, maka semakin baik mutu bahannya. Rumus struktur alfa selulosa sebagai berikut:



Gambar 2.1 Struktur  $\alpha$ -Selulosa  
(Sumber: Sridianti, 2014)

2.  $\beta$ -Selulosa (*Betha Cellulose*) adalah selulosa berantai pendek, larut dalam larutan NaOH 17,5% atau basa kuat dengan derajat polimerisasi (DP) 15–90, dapat mengendap bila dinetralkan.





Gambar 2.2 Struktur  $\beta$ -Selulosa  
(Sumber: Sridianti, 2014)

3.  $\gamma$ -Selulosa (*Gamma Cellulose*) adalah selulosa berantai pendek, larut dalam larutan NaOH 17,5% atau basa kuat dengan derajat polimerisasi (DP) kurang dari 15, kandungan utamanya adalah hemiselulosa.

## 2.3 Zat Warna

### 2.3.1 Pengertian dan Penggolongan Zat Warna

Zat warna merupakan senyawa organik yang mengandung gugus kromofor terkonjugasi. Zat warna reaktif banyak digunakan untuk pewarna tekstil, contohnya *remazol brilliant orange 3R*, *remazol golden yellow*, *remazol red*, dan *remazol black B* (Catanho, 2006). Sebagian besar zat warna reaktif (10-50%) terbuang selama proses pencelupan. Zat warna reaktif azo banyak digunakan dalam industri pencelupan tekstil karena zat warna ini dapat terikat kuat pada kain dan tidak mudah luntur. Zat warna reaktif azo disintesis agar tidak mudah rusak oleh perlakuan kimia. Akibatnya bila terbuang ke perairan dapat bertahan dalam jangka waktu yang cukup lama dan mengalami

akumulasi sampai pada tingkat konsentrasi tertentu dapat menimbulkan dampak negatif terhadap daya dukung lingkungan (Sastrawidana *et al.*, 2007).

Zat kimia pencemar lingkungan yang banyak ditemukan saat ini salah satunya penggunaan zat warna tekstil. Zat warna tekstil merupakan salah satu pencemar organik yang bersifat non *biodegradable*. Zat warna tekstil merupakan gabungan dari senyawa organik tidak jenuh dengan kromofor sebagai pembawa warna dan auksokrom sebagai pengikat warna dengan serat. Senyawa organik tidak jenuh yang dijumpai dalam pembentukan zat warna adalah senyawa aromatik antara lain senyawa hidrokarbon yang mengandung nitrogen. Gugus kromofor adalah gugus yang menyebabkan molekul menjadi berwarna. Gugus auksokrom terdiri dari dua golongan yaitu golongan kation:  $-\text{NH}_2$ ;  $-\text{NHCH}_3$ ;  $-\text{N}(\text{CH}_3)_2$  dan golongan anion:  $-\text{SO}_3\text{H}$ ;  $-\text{OH}$ ;  $-\text{COOH}$  seperti  $-\text{O}$ ;  $-\text{SO}_3$  dan lain-lain.

Tabel 2.2 Nama dan struktur kimia gugus kromofor

Nama gugus kromofor	Struktur kimia
Nitroso	NO atau $-\text{N}-\text{OH}$
Nitro	$\text{NO}_2$ atau $\text{NN}-\text{OOH}$
Grup Azo	$-\text{N}=\text{N}-$
Grup Etilen	$-\text{C}=\text{C}-$
Grup Karbonil	$-\text{C}=\text{O}$
Grup Karbon-Nitrogen	$-\text{C}=\text{NH}$ ; $\text{CH}=\text{N}-$
Grup Karbon Sulfur	$-\text{C}=\text{S}$ ; $-\text{C}-\text{S}-\text{SC}-$

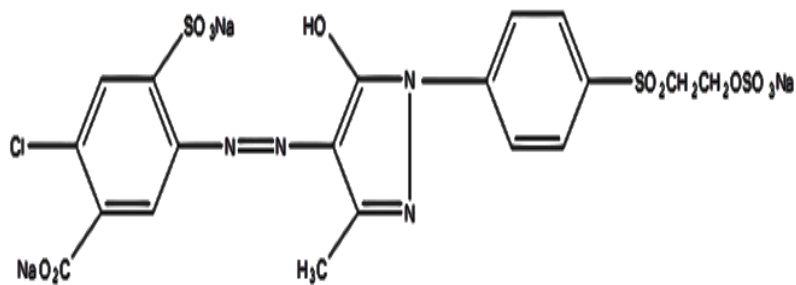
(Sumber: Manurung dan Irvan, 2004)

Menurut (Rasjid, 1976) reaksi yang terjadi zat warna reaktif dapat dibagi menjadi dua golongan yaitu:

1. Zat warna reaktif yang dapat mengadakan reaksi substitusi dengan serat dan membentuk ikatan ester, misalnya: *procion*, *cibracon*, *drimaren* dan *levafix*.
2. Zat warna reaktif yang dapat mengadakan reaksi adisi dengan serat dan membentuk ikatan eter, misalnya: *remazol*, *remalan* dan *primazin*.

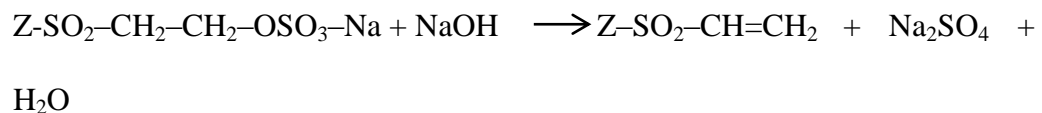
### 2.3.2 Zat Warna *Remazol Yellow FG*

Zat warna *remazol yellow FG* merupakan zat warna reaktif dan banyak digunakan dalam industri batik.



Gambar 2.3 Struktur zat warna reaktif *remazol yellow FG*  
(Sumber: Rasjid, 1976)

Zat warna *remazol yellow* dapat bereaksi dengan alkali membentuk senyawa turunan vinilsulfon. Persamaan reaksi *remazol yellow* dengan alkali NaOH disajikan pada persamaan (Jufri, 1976 dan Gitopadmojo, 1978)



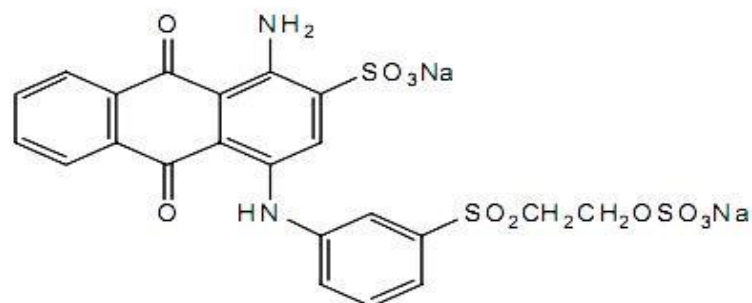
Z adalah bagian zat warna.

Zat warna *remazol yellow* bila dibuang langsung ke lingkungan sangat berbahaya karena dapat menyebabkan penurunan kualitas air sehingga perlu

dilakukan upaya untuk mengurangi limbah zat warna tersebut dilakukan proses adsorpsi. Zat warna dapat diadsorpsi dengan bahan yang mengandung selulosa, karbon aktif, hidrokalsit, zeolit, dan dimungkinkan juga bisa menggunakan biomassa.

### 2.3.3 Zat Warna *Remazol Brilliant Blue R*

*Remazol brilliant blue R* merupakan zat warna reaktif yang banyak digunakan untuk proses pencelupan tekstil (Indrawati, 2008). Pencelupan kain tenun di Troso Pecangan Jepara menggunakan zat warna *remazol brilliant blue R* ditambah dengan soda kaustik (NaOH) dan natrium hidrosulfid ( $\text{Na}_2\text{HSO}_3$ ) dengan pelarut air. Limbah *home industry* tenun kain tidak mengalami pengolahan sehingga langsung dibuang begitu saja. Limbah zat warna *remazol brilliant blue R* bersifat karsinogenik yang merangsang tumbuhnya kanker, dapat membahayakan bagi kesehatan, mempengaruhi kandungan oksigen dalam air mempengaruhi pH air lingkungan yang menjadikan gangguan bagi mikroorganisme dan hewan air (Nirmasari, 2008).



Gambar 2.4 Struktur zat warna *remazol brilliant blue R*  
(Sumber: Kunal *et al.*, 2009)

## 2.4 Adsorpsi

Adsorpsi adalah suatu peristiwa fisik yang terjadi pada permukaan suatu padatan. Adsorpsi terjadi jika gaya tarik menarik antara zat terlarut dengan permukaan penyerap dapat mengatasi gaya tarik menarik antara pelarut dengan permukaan penyerap (Oscik, 1982). Zat yang teradsorpsi disebut sebagai adsorbat dan zat pengadsorpsi disebut sebagai adsorben. Molekul yang teradsorpsi dapat dianggap membentuk fasa dua dimensi dan terkonsentrasi pada permukaan (Alberty, 1983). Dengan teradsorpsinya molekul pada antar muka, maka akan terjadi pengurangan tegangan permukaan dan adsorpsi akan berlangsung terus menerus sampai energi bebas permukaan mencapai minimum.

2.4.1 Menurut Cooney dalam Jannatin *et al.*, (2011) Faktor-faktor yang mempengaruhi adsorpsi secara fisik yaitu:

### 1. Suhu

Pada umumnya, naiknya suhu menyebabkan berkurangnya kemampuan adsorpsi karena molekul dari adsorban mempunyai energi getaran lebih besar dan oleh karena itu, akan keluar dari permukaan. Semua aplikasi dari adsorpsi ini berada dibawah kondisi isoterm yaitu biasanya pada suhu ambien. Perlu diwaspadai bahwa kemampuan adsorpsi akan berkurang pada suhu yang tinggi.

## 2. Sifat pelarut

Pelarut mempunyai pengaruh penting karena akan berkompetisi dengan karbon aktif dalam atraksinya terhadap *solute*. Jadi adsorpsi dari *solute* organik akan lebih rendah dari pada adsorpsi pada zat cair lain.

## 3. Area permukaan karbon

Jumlah substansi yang karbon dapat serap, secara langsung terjadi pada area permukaan internal.

## 4. Struktur pori dari karbon

Struktur pori merupakan bagian penting di karenakan diameter pori yang mempunyai *range* 10 sampai 100.000 Å, merupakan kontrol ukuran molekul yang sesuai.

## 5. pH yang akan di adsorpsi

pH mempunyai pengaruh yang sangat besar dalam proses adsorpsi. pH optimum dari suatu proses adsorpsi ditetapkan melalui uji laboratorium.

## 6. Waktu kontak

Waktu untuk mencapai keadaan setimbangan pada proses serapan logam/ zat warna. Waktu kontak berkisar antara beberapa menit hingga jam.

## 2.5 Kertas

Kertas merupakan benda yang sering kita temukan sehari-hari dalam berbagai kegiatan dalam kehidupan umat manusia. Bahan utama dalam proses

pembuatan kertas adalah bubur kertas atau yang dikenal dengan istilah *pulp*. Pada umumnya *pulp* terbuat dari bahan baku kayu yang mengalami beberapa tahapan proses, sehingga pada akhirnya berubah menjadi bubur kertas dimana proses tersebut disebut pulping. Kertas serat campuran, atau seringkali dikenal dengan istilah kertas komposit, merupakan kertas yang terbuat dari campuran dua macam atau lebih pulp kertas dengan bahan lain, seperti polimer dan kertas bekas yang bertujuan untuk meningkatkan nilai guna kertas (Julianti dan Nurminah, 2006).

Serat daur ulang atau disebut juga serat sekunder adalah serat yang diperoleh dari daur ulang kertas bekas. Kertas daur ulang dikenal juga dengan sebutan “*art paper*” atau “kertas seni” karena selain berbahan limbah kertas, juga sering ditambahkan serat tanaman, daun-daunan, kelopak bunga, dan bahan-bahan lain yang terdapat di alam. Inilah yang menjadi salah satu ciri khusus kertas daur ulang buatan tangan. Kertas seni tidak selalu merupakan hasil pengolahan limbah kertas, melainkan dapat juga merupakan kertas yang dibuat dari serat-serat tanaman selain kayu, seperti jerami, enceng gondok dan sebagainya. Pengolahan kertas bekas menjadi bahan baku industri perlu melalui proses secara mekanis dan kimia yang disebut proses *deinking*. *Deinking* merupakan proses penghilangan tinta dan bahan-bahan non serat dari kertas bekas dengan melarutkan tinta secara kimiawi dan memisahkan tinta dari *pulp* secara mekanis (Khusna, 2013).

Penggunaan kertas bekas pada saat ini, bukanlah sesuatu yang baru lagi dalam industri kertas. Kertas bekas dikategorikan sebagai *fibrous raw material*, karena berbagai jenis kertas dapat dihasilkan dari bahan ini. Kertas bekas adalah

kertas yang seratnya telah mengalami proses produksi dan siap untuk di daur ulang menjadi bahan baku untuk produk baru. Penggunaan kertas bekas sudah sejak lama digunakan, walaupun pada mulanya hanya melakukan upaya penyeragaman warna untuk kemudian dibuat kembali menjadi kertas warna yang sejenis yang kualitasnya tidak begitu baik.

Suatu kelebihan yang diperoleh dari *pulp* kertas bekas adalah seratnya lebih kompak, mudah dibentuk lembaran dengan formasi yang lebih baik, serta energi refiningnya rendah. Kekurangannya adalah pembuatan pulp dari kertas bekas akan menghasilkan pulp dengan kecerahan yang rendah dan kekuatan fisik yang rendah, tetapi kehalusan permukaan dan ketahanan terhadap pengerutannya tinggi (Retnowati dan Nina, 1989).

Pembuatan kertas serat campuran merupakan salah satu cara alternatif pembuatan kertas yang akan membantu mengurangi limbah kertas dan terutama mengurangi penggunaan kayu untuk pembuatan kertas. Penelitian terkait yang pernah dilakukan untuk mencari bahan alternatif yang dapat digunakan untuk menggantikan peran kayu dalam pembuatan *pulp* kertas, yaitu pembuatan *pulp* dari jerami padi dengan menggunakan natrium hidoksida (Jalaluddin dan Rizal, 2005) dan pemanfaatan ampas tebu dan kulit pisang dalam pembuatan kertas serat campuran (Yosephine *et al.*, 2012).

Ampas tebu atau disebut juga dengan bagas, adalah hasil samping dari proses ekstraksi cairan tebu. Ampas tebu sebagian besar mengandung *ligno-cellulose*. Panjang seratnya antara 1,7-2 mm dengan diameter sekitar 20  $\mu$ m,



sehingga ampas tebu ini dapat memenuhi persyaratan untuk diolah menjadi papan-papan buatan. Serat bagas tidak dapat larut dalam air dan sebagian besar terdiri dari selulosa, pentosan, dan lignin. Hasil analisis serat bagas tercantum dalam Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Komposisi kimia ampas tebu

Kandungan	Kadar (%)
Abu	3
Lignin	22
Selulosa	37
Sari	1
Pentosan	27
SiO <sub>2</sub>	3

(Sumber: Sudaryanto *et al.*, 2002)

Ampas tebu memiliki kandungan serat dan hemiselulosa ( $\beta$ -selulosa) yang tinggi, dimana kedua hal tersebut merupakan syarat utama dalam pembuatan kertas (Sudaryanto *et al.*, 2002). Berdasarkan hasil penelitian (Yosephine *et al.*, 2012) diketahui bahwa ketahanan sobek dan kuat tarik kertas makin meningkat seiring dengan peningkatan komposisi *pulp* ampas tebu.

## 2.6 Imobilisasi

Proses imobilisasi prinsipnya sama dengan fiksasi, yakni solidifikasi/pemadatan atau stabilisasi. Imobilisasi adalah mengubah bentuk limbah cair menjadi bentuk padat untuk mengurangi kemampuan pindah (migrasi) atau dispersi radionuklida yang ada dalam limbah (Khusyairi, 2010). Teknologi solidifikasi/ stabilisasi limbah didasarkan pada interaksi limbah membentuk

padatan limbah baik secara fisik maupun kimiawi. Tujuan dari solidifikasi/stabilisasi (S/S) adalah membentuk padatan yang mudah penanganannya dan tidak akan meluluhkan kontaminan ke lingkungan.

Proses S/S dapat digunakan untuk menangani berbagai macam kontaminan, tetapi yang paling efektif adalah kontaminan pada limbah nuklir dan limbah anorganik. Proses S/S bertujuan untuk mereduksi toksisitas dan mobilitas limbah serta memudahkan penanganan limbah. Baik limbah padat maupun limbah cair dapat ditangani dengan proses S/S. Proses S/S telah digunakan dalam penanganan limbah lebih dari 20 tahun, dan beberapa istilah diberikan pada langkah penanganan yang berbeda yang termasuk dalam proses S/S.

Solidifikasi adalah suatu penanganan yang menghasilkan padatan limbah yang memiliki identitas struktural yang tinggi. Proses solidifikasi menyebabkan kontaminan tidak dapat berinteraksi dengan reagen solidifikasi. Hal ini terjadi karena secara mekanik, kontaminan dikunci atau dijebak dalam padatan yang terbentuk dari proses solidifikasi. Stabilisasi adalah suatu teknik yang didesain untuk meminimalkan mobilitas atau kelarutan kontaminan baik dengan atau tanpa terjadi perubahan sifat fisik dari limbah. Proses stabilisasi biasanya melibatkan penambahan material ke dalam limbah berbahaya dan menciptakan produk yang lebih tidak berbahaya.

Pengikat (*binder*), biasanya semen atau material seperti semen, atau resin yang digunakan untuk mengikat partikel secara bersama-sama. Pengikat akan menciptakan bentuk limbah yang terstabilkan. *Binder* yang telah digunakan salah

satunya kulit pisang (Yosephine *et al.*, 2012). Dalam penelitian ini digunakan *binder* dari bahan alami yaitu kulit singkong. Bahan aditif adalah material yang ditambahkan ke dalam *binder* untuk meningkatkan keberhasilan proses S/S. Bahan aditif, seperti silika dapat memperlambat proses pengerasan, lempung dapat meningkatkan ketahanan terhadap air atau kontaminan, dan surfaktan dapat meningkatkan penyatuan senyawa organik. Bahan aditif biasanya ditambahkan hanya dalam jumlah kecil. Tujuan proses solidifikasi/stabilisasi menurut (Utomo dan Endang, 2007) didesain untuk mengakomodasikan salah satu atau lebih dari tujuan berikut:

1. Menurunkan mobilitas atau kelarutan kontaminan .
2. Meningkatkan penanganan dan karakteristik fisik limbah dengan cara menciptakan suatu matrik padatan yang tidak bebas air.
3. Menurunkan luas muka limbah dengan cara mentransfer kontaminan yang mungkin terdapat dalam padatan limbah.

## **2.7 Spektrofotometer UV-Vis**

Spektrofotometer UV-Vis adalah suatu alat yang digunakan untuk mengukur absorbansi dari suatu sampel yang mengandung zat-zat pengabsorpsi pada sinar ultra violet atau sinar tampak. Pengabsorbsian sinar ultra violet atau sinar tampak oleh suatu molekul umumnya menghasilkan eksitasi elektron, akibatnya panjang gelombang absorpsi maksimum dapat dikorelasikan dengan jenis ikatan yang ada didalam molekul yang sedang diuji.

Telah diketahui bahwa semua senyawa organik mengandung elektron valensi yang dapat dieksitasi ke tingkat energi yang lebih tinggi. Elektron-elektron yang bertanggung jawab pada pengabsorbsian cahaya oleh suatu molekul organik adalah elektron-elektron yang terlihat langsung di dalam pembentukan ikatan di antara atom-atom, electron-elektron bebas atau tak berpasangan seperti pada atom-atom, oksigen, halogen, belerang dan nitrogen (Fessenden, 1995).

Molekul zat warna merupakan gabungan dari zat organik tidak jenuh dengan kromofor sebagai pembawa warna dan auksokrom sebagai pengikat warna dengan serat. Secara definisi, suatu auksokrom (*auxsokrome*) adalah suatu gugus fungsional yang tidak mengabsorpsi di daerah ultra violet, tetapi mempunyai pengaruh menggeser puncak-puncak kromofor ke panjang gelombang yang lebih besar dan menambah intensitasnya. Sifat absorb beberapa kromofor tercantum dalam tabel 2.4.

Tabel 2.4 Sifat absorb beberapa kromofor

Kromofor	Contoh	Pelarut	$\lambda_{\max}$ (nm)	$\epsilon_{\max}$
Alkena	$C_6H_{13}CH=CH_2$	n-heptana	177	13000
Alkuna	$C_6H_{11}C=C-$	n-heptana	178	10000
Karboksilat	$CH_3COOH$	Etanol	204	41
Amida	$CH_3CONH_2$	Air	214	60
Azo	$CH_3N=NCH_3$	Etanol	339	5

(Sumber: Hendayana *et al.*, 1994)

Pada pengukuran absorbansi sinar tampak selain sinar yang digunakan harus monokromatis, juga sinar (cahaya) yang dipakai harus warna komplemen dari warna larutan, supaya larutan sampel menyerap cahaya secara maksimum. Sebagai contoh larutan yang berwarna merah memerlukan cahaya biru-hijau yang

panjang gelombangnya 490 nm supaya itu diserap secara maksimum. Tabel 2.5 berisi pasangan warna komplemen dan panjang gelombang dari sinar tampak.

Tabel 2.5 Daftar panjang gelombang

Warna	Panjang gelombang (nm)	Warna komplementer
Violet	400-435	Kuning-Hijau
Biru	435-480	Kuning
Hijau-Biru	480-490	Jingga
Biru-Hijau	490-500	Merah
Hijau	500-560	Ungu
Kuning-Hijau	560-580	Violet
Kuning	580-595	Biru
Jingga	595-610	Hijau-Biru
Merah	610-750	Biru-Hijau

(Sumber: Underwood and Day, 2002)

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Subjek Penelitian**

##### 3.1.1 Populasi

Populasi adalah keseluruhan objek yang akan/ ingin di teliti (Nasution, 2003). Populasi dalam penelitian ini adalah serat daun nanas, larutan zat warna induk *remazol yellow FG* dan *remazol brilliant blue R* masing-masing 500 ppm.

##### 3.1.2 Sampel

Sampel adalah bagian dari populasi yang menjadi objek penelitian (Nasution, 2003). Sampel dalam penelitian ini adalah serat daun nanas yang telah diaktivasi, cuplikan zat warna *remazol yellow FG* dan *remazol brilliant blue R*.

#### **3.2 Variabel Penelitian**

3.2.1 Variabel bebas adalah variabel yang akan diteliti pengaruhnya terhadap variabel terikat: pH (1, 2, 3, 4 dan 5), waktu kontak (10, 40, 80 dan 120 menit), dan konsentrasi larutan zat warna (20, 50, 70, 100, 150, 200 dan 250 ppm).

- 3.2.2 Variabel terikat adalah variabel yang menjadi titik pusat penelitian: banyaknya zat warna yang terserap dalam serat daun nanas dan ketahanan warna kertas.
- 3.2.3 Variabel terkontrol adalah faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi hasil selama penelitian, akan tetapi dijaga agar tetap konstan: jumlah serbuk daun nanas yang telah diaktivasi (0,1 gram ukuran 50 *mesh*) dan proses selama pembuatan *pulp*.

### 3.3 Alat dan Bahan Penelitian

#### 3.3.1 Alat-alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Alat-alat gelas (gelas kimia, gelas ukur, labu takar, erlenmeyer, pipet tetes, pipet volume, gelas arloji, corong).
2. Blender Kirin
3. Oven Memmert
4. *Orbital shaker* yellow line OS 10 basic
5. Neraca analitik Denver Instrument ( $\pm 0,1$  mg)
6. pH indikator
7. Aluminium foil, kertas saring
8. Ayakan 50 *mesh*
9. Spektrofotometer UV-Vis 1240 Shimadzu

10. pH meter CyberScan Con 400

11. *Autoclave*

12. Pompa Vakum

13. Screen sablon

### 3.3.2 Bahan-bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Daun nanas dari jenis nanas madu
2. NaOH kadar 99 % berat molekul 40 g/mol (Merck)
3. Aquades
4. Zat warna *remazol yellow FG* dan *remazol brilliant blue R*
5. Kulit singkong dari jenis singkong putih
6. Ampas tebu
7.  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  berat molekul 248,219 kadar 99,5% (Merck)
8. Kertas HVS bekas
9.  $\text{CH}_3\text{COOH}$  99,8% massa jenis  $1,05 \text{ g/cm}^3$  berat molekul 60,05 g/mol (Merck)
10.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  p.a 96,1% massa jenis  $1,84 \text{ g/cm}^3$  berat molekul 98,07 g/mol (Merck)
11.  $\text{HNO}_3$  kadar 65% massa jenis  $1,39 \text{ g/cm}^3$  berat molekul 63,01 g/mol (Merck)
12. KI berat molekul 166,00 g/mol kadar 99,5% (Merck)
13. Etanol 70% teknis



### 3.4 Cara Kerja

#### 3.4.1 Aktivasi serat daun nanas

Daun nanas dicuci dengan air bersih, dipotong-potong, dan dihaluskan dengan blender. Serat daun nanas yang diperoleh direndam dalam NaOH 2% dengan waktu aktivasi 24 jam. Hasil rendaman dicuci dengan aquades sampai netral (pH 7) kemudian dikeringkan dengan oven suhu 100°C selama 4 jam. Berat akhir hasil pengeringan ditimbang kemudian diayak menggunakan ayakan ukuran 50 *mesh*. (Hastuti *et al.*, 2012)

#### 3.4.2 Pembuatan larutan induk zat warna 500 ppm

Zat warna *remazol yellow FG* dan *remazol brilliant blue R* masing-masing 0,5 gram, ditambahkan 500 mL aquades dalam labu takar sampai tanda batas.

#### 3.4.3 Penentuan panjang gelombang optimum

Larutan zat warna *remazol yellow FG* dan *remazol brilliant blue R* masing-masing dengan konsentrasi 40 ppm. Diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 400-700 nm sehingga akan didapatkan panjang gelombang optimum. Panjang gelombang optimum dicari pada masing-masing kondisi pH yang diujikan. (Hastuti *et al.*, 2012)

#### 3.4.4 Pembuatan kurva kalibrasi

Pembuatan kurva kalibrasi dilakukan dengan cara membuat serangkaian larutan standar zat warna *remazol yellow FG* dan *remazol brilliant blue R* dengan

konsentrasi 0, 5, 10, 25, 40, 60 dan 80 ppm masing-masing sebanyak 20 mL, diukur absorbansinya pada panjang gelombang optimum. Kemudian dibuat kurva kalibrasi zat warna *remazol yellow FG* dan *remazol brilliant blue R*.

### 3.4.5 Adsorpsi

#### 3.4.5.1 Penentuan pH optimal

Memasukkan 0,1 gram serat daun nanas teraktivasi (sebagai adsorben) ke dalam 20 mL zat warna *remazol yellow FG* dan *remazol brilliant blue R* masing-masing 40 ppm, telah diatur pH-nya mulai dari pH 1, 2, 3, 4 dan 5. Pengaturan pH larutan dilakukan dengan menambahkan HNO<sub>3</sub> 0,1 M atau NaOH 0,1 M. Kemudian larutan *dishaker* selama 40 menit dengan kecepatan 150 rpm. Hasilnya disaring dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang optimum. (Hastuti *et al.*, 2012)

#### 3.4.5.2 Penentuan waktu kontak optimal

Memasukkan 0,1 gram serat daun nanas teraktivasi (sebagai adsorben) ke dalam erlenmeyer yang berisi larutan zat warna *remazol yellow FG* dan *remazol brilliant blue R* 40 ppm 20 mL, larutan diatur pada pH optimum. Dilakukan variasi waktu kontak 5, 10, 40, 80 dan 120 menit, larutan *dishaker* dengan kecepatan 150 rpm. Campuran disaring menggunakan kertas saring, kemudian filtratnya diukur absorbansinya. (Hastuti *et al.*, 2012)

#### 3.4.5.3 Penentuan konsentrasi optimal

Memasukkan 0,1 gram serat daun nanas teraktivasi (sebagai adsorben) ke dalam erlenmeyer yang berisi larutan zat warna *remazol yellow FG* dengan konsentrasi 70, 100, 150, 200 dan 250 ppm sedangkan untuk zat warna *remazol brilliant blue R* dengan konsentrasi 20, 40, 70, 100, 150 ppm masing-masing sebanyak 20 mL. Larutan diatur pada pH, waktu kontak optimum dan *dishaker* dengan kecepatan 150 rpm. Campuran disaring menggunakan kertas saring, kemudian filtratnya diukur absorbansinya.

#### 3.4.6 Imobilisasi zat warna ke dalam pembuatan kertas

##### 3.4.6.1 Pembuatan *binder* kulit singkong

Kulit singkong dibersihkan terlebih dahulu, dipotong kecil-kecil dan direndam dalam larutan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  0,01 M selama 120 menit kemudian dikeringkan (sinar matahari), ditumbuk hingga halus kemudian diayak menggunakan ayakan ukuran 50 *mesh*. (Yosephine *et al.*, 2012)

##### 3.4.6.2 Pembuatan *pulp* ampas tebu

Ampas tebu yang sudah dicuci bersih, dijemur sampai kering kemudian dihaluskan menggunakan blender dan diayak ukuran 50 *mesh*. Sementara itu, *autoclave* terlebih dahulu dioperasikan selama 50 menit. Dalam erlenmeyer dimasukkan 10 gram serbuk ampas tebu, NaOH 8% 10 mL,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  1 M sebanyak 10 mL, KI 18% sebanyak 10 mL dan larutan  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,1 M sebanyak 10 mL.

*Autoclave* dioperasikan pada suhu 120°C selama 60 menit. Residu dan filtrat dipisahkan menggunakan pompa vakum. Residu dicuci dengan etanol 70% dan dilanjutkan pencucian dengan air panas kemudian dikeringkan tanpa pemanasan selama 24 jam. (Jalaluddin dan Rizal, 2005)

#### 3.4.6.3 Pembuatan *pulp* kertas

Kertas bekas direndam dalam aquades hingga menjadi seperti bubur. Setelah itu direndam selama 3 hari dengan etanol untuk proses *bleaching* atau penghilangan tinta. *Pulp* dihaluskan menggunakan blender kemudian disaring. (Yosephine *et al.*, 2012)

#### 3.4.6.4 Pembuatan kertas

*Pulp* ampas tebu dan *pulp* kertas dicampur menggunakan blender, sementara itu *binder* kulit singkong dilarutkan dalam air hangat sebanyak 400 mL. Larutan *binder* kulit singkong kemudian dicampur dalam pulp. Tambahkan residu hasil adsorpsi zat warna (*remazol yellow FG* dan *remazol brilliant blue R*) yang sudah dilarutkan dalam 100 mL air hangat. Komposisi bahan pembuatan kertas, *pulp* ampas tebu : *pulp* kertas : *binder* kulit singkong : residu adsorpsi zat warna = 30 g : 70 g : 35 g/4L : 3 g. Semua bahan diaduk sampai tercampur merata. Bubur *pulp* lalu dicetak dengan menggunakan screen sablon dan dikeringkan pada suhu ruangan.

#### 3.4.7 Uji ketahanan warna kertas

Membuat serangkaian larutan standar zat warna *Remazol Yellow FG* dan *Remazol Brilliant Blue R* dengan konsentrasi 1, 2, 3, 4 dan 5 ppm sebanyak 10 mL diukur absorbansinya pada panjang gelombang optimum. Sampel kertas yang telah jadi, dipotong dengan ukuran 3cm x 3cm, kemudian masing-masing dimasukkan ke dalam gelas kimia yang berisi 20 mL air hujan, larutan asam ( $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,1 M), larutan basa ( $\text{NaOH}$  0,1 M) dan etanol. Setiap larutan diukur absorbansinya setiap 10 menit selama waktu kontak optimum pada saat adsorpsi (80 menit).

## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Aktivasi Serat Daun Nanas**

Serat daun nanas yang digunakan dalam penelitian ini, pada awalnya 2 kg daun nanas dihaluskan dengan blender sehingga diperoleh serat daun nanas. Untuk menghasilkan serat daun nanas yang dapat digunakan sebagai adsorben, maka diperlukan proses aktivasi menggunakan larutan NaOH. Tujuan proses aktivasi untuk menghilangkan zat-zat pengotor seperti lignin dan mengaktifkan gugus-gugus aktif yang ada (Onggo, 2005). Lignin berfungsi sebagai pengikat antar sel selulosa yang dapat menghambat proses adsorpsi. Menurut Han dalam (Hastuti *et al.*, 2012) larutan NaOH merupakan pelarut yang dapat menghilangkan lignin dalam daun nanas tersebut. Selain itu, proses aktivasi dengan larutan NaOH juga dapat mengikat senyawa lain seperti pektin, lemak, lilin dan protein.

Proses aktivasi pada penelitian ini dilakukan dengan perendaman serat daun nanas ke dalam larutan NaOH 2% selama 24 jam, karena berdasarkan penelitian (Hastuti *et al.*, 2012) pada waktu aktivasi 24 jam daya serap serat daun nanas mencapai kondisi optimal. Setelah melalui proses aktivasi larutan rendaman serat daun nanas yang awalnya berwarna kuning cerah berubah warna menjadi hijau kehitaman, hal ini menunjukkan pigmen serat daun nanas telah terlarut selama proses aktivasi. Serat daun nanas yang sudah direndam larutan NaOH kemudian dinetralkan dengan aquades

hingga pH 7. Tujuan penetralan untuk menghilangkan sisa aktivator, agar adsorben yang akan digunakan untuk adsorpsi zat warna dalam keadaan netral sehingga tidak mempengaruhi proses adsorpsi.

Pengeringan serat daun nanas yang sudah dinetralkan, menggunakan oven dengan suhu 105°C selama 4 jam. Setelah pengovenan diperoleh berat akhir sebesar 115 gram. Warna serat daun nanas setelah pengovenan berwarna hijau agak kekuningan seperti pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Serat daun nanas hasil aktivasi

Setelah proses aktivasi serat daun nanas selesai, serat daun nanas ini digunakan untuk mengadsorpsi zat warna tekstil dengan optimasi: pH, waktu kontak dan konsentrasi.

#### **4.2 Optimasi pH Adsorpsi Serat Daun Nanas Terhadap Larutan Zat Warna *Remazol Yellow FG* dan *Remazol Brilliant Blue R***

Larutan zat warna tekstil diukur absorbansinya pada panjang gelombang optimum tiap variasi pH. Pengukuran panjang gelombang bertujuan untuk

mendapatkan absorbansi yang maksimal. Data hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan 4.2:

Tabel 4.1 Spektrum absorpsi larutan zat warna *remazol yellow FG*

pH	$\lambda$ (nm)	Absorbansi
1	418	0,896
2	419,5	0,882
3	419	0,889
4	417,5	0,904
	418	0,904
	418,5	0,904
	419	0,904
	419,5	0,904
5	418	0,909

Tabel 4.2 Spektrum absorpsi larutan zat warna *remazol brilliant blue R*

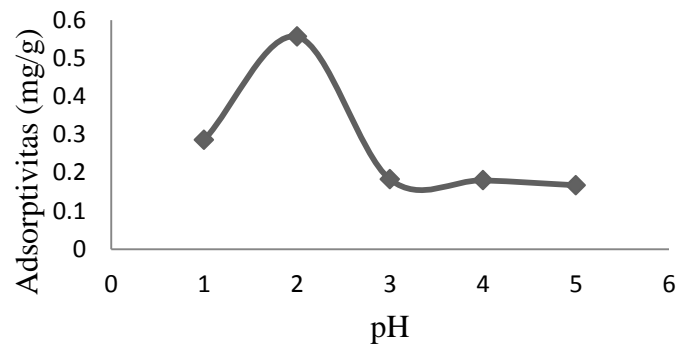
pH	$\lambda$ (nm)	Absorbansi
1	627,5	0,508
2	627,5	0,521
3	625,5	0,533
4	623,5	0,522
5	624,5	0,549

Hasil pengukuran menunjukkan panjang gelombang zat warna *remazol yellow FG* dan *remazol brilliant blue R* pada pH 1, 2, 3, 4 dan 5 mempunyai panjang gelombang yang tidak jauh berbeda, karena larutan zat warna tidak mengalami perubahan warna saat diujikan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Panjang gelombang optimum zat warna *remazol yellow FG* yang digunakan 418 nm. Sedangkan pada zat warna *remazol brilliant blue R* panjang gelombang optimum yang digunakan 627,5 nm. Panjang gelombang optimum ini digunakan untuk pengujian kondisi optimal (pH, waktu kontak dan konsentrasi) dan pengujian ketahanan warna kertas. Setelah didapatkan panjang gelombang optimum, dilakukan pengukuran

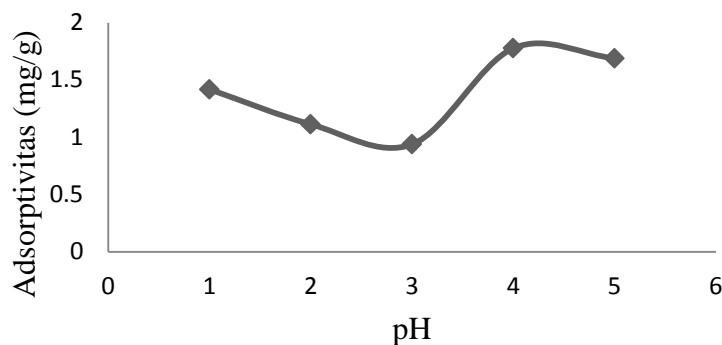


absorbansi dari larutan zat warna (*remazol yellow FG* dan *remazol brilliant blue R*) standar dengan tujuan untuk mendapatkan kurva kalibrasi. Pembuatan kurva kalibrasi ini dimaksudkan untuk mencari hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi larutan zat warna.

Pembuatan kurva kalibrasi larutan zat warna (*remazol yellow FG* dan *remazol brilliant blue R*) dilakukan pada beberapa konsentrasi 0, 5, 10, 25, 40, 60 dan 80 ppm. Data yang diperoleh dibuat kurva kalibrasi antara konsentrasi dengan absorbansi. Kurva tersebut kemudian digunakan untuk menentukan konsentrasi zat warna tekstil dalam larutan.



Gambar 4.2 Kurva hubungan antara pH dengan adsorptivitas (mg/g) zat warna *remazol yellow FG*



Gambar 4.3 Kurva hubungan antara pH dengan adsorptivitas (mg/g) zat warna *remazol brilliant blue R*

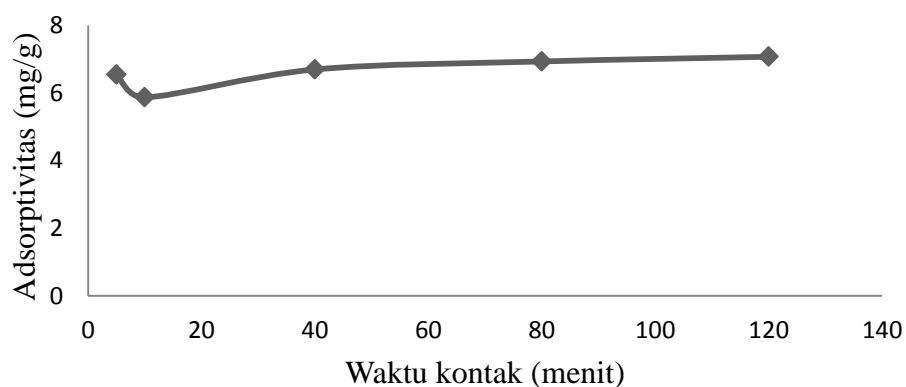
Tujuan dilakukan optimasi pH larutan zat warna adalah karena pH dapat mempengaruhi gugus fungsi yang berperan aktif dalam proses penurunan kadar zat warna (Bokau, 2014). Hasil penelitian pada Gambar 4.2 menunjukkan bahwa zat warna *remazol yellow FG* menunjukkan pH optimal pada pH 2 dengan zat warna yang teradsorpsi sebanyak 0,5561 mg/g. pH 2 memiliki daya serap terbesar dibandingkan dengan kondisi pH yang lainnya. Hal ini terjadi karena interaksi ikatan hidrogen antara gugus hidroksil maupun gugus amina dari zat warna dengan gugus hidroksil dari selulosa sebagaimana hasil penelitian (Hastuti *et al.*, 2012). Sehingga memungkinkan zat warna teradsorpsi dalam serat daun nanas. Adsorptivitas terendah ditunjukkan pada pH 5 sebesar 0,1673 mg/g, pada pH 5 banyak zat warna yang terlepas ke dalam larutan.

Gambar 4.3 zat warna *remazol brilliant blue R* pada pH 3 adsorptivitas serat daun nanas mengalami penurunan karena zat warna yang telah diserap dapat terlepas kembali ke dalam larutan sehingga mempunyai nilai adsorptivitas paling besar diantara

pH yang lain. Jadi pH optimal zat warna *remazol brilliant blue R* pada pH 4 dengan zat warna yang teradsorpsi sebanyak 1,7762 mg/g. Dari kedua kurva tersebut dapat disimpulkan bahwa pH dapat mempengaruhi hasil dari proses adsorpsi.

#### 4.2 Optimasi Waktu Kontak Adsorpsi Serat Daun Nanas Terhadap Larutan Zat Warna *Remazol Yellow FG* dan *Remazol Brilliant Blue R*

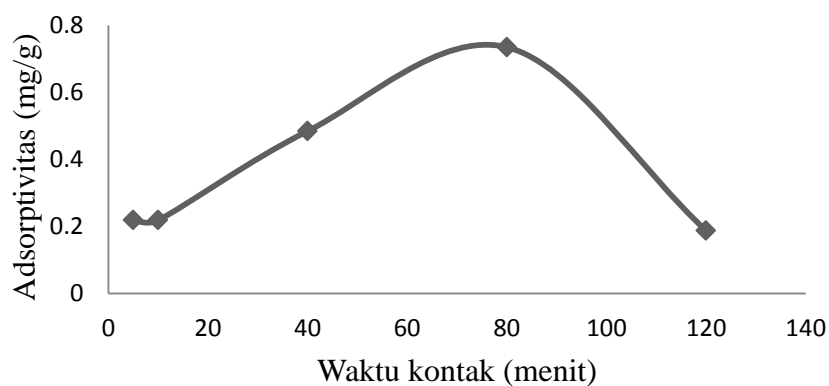
Waktu kontak merupakan waktu yang digunakan selulosa daun nanas untuk mengadsorpsi zat warna *remazol yellow FG* dan *remazol brilliant blue R*. Sebelum mengukur absorbansi larutan zat warna tekstil, terlebih dahulu dilakukan pembuatan kurva kalibrasi. Pembuatan kurva kalibrasi dilakukan pada konsentrasi 0, 5, 10, 25, 40, 60 dan 80 ppm. Hasil data yang diperoleh ditunjukkan pada Lampiran C.2 halaman 81.



Gambar 4.4 Kurva hubungan antara waktu kontak (menit) dengan adsorptivitas (mg/g) zat warna *remazol yellow FG*

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa zat warna *remazol yellow FG* yang teradsorpsi pada waktu kontak 5 menit sebesar 6,5469 mg/g. waktu kontak 10, 40 dan

80 menit berturut-turut memberikan hasil 5,8693 mg/g; 6,6938 mg/g dan 6,9306 mg/g. Waktu kontak 120 menit adsorptivitasnya mengalami kenaikan sebesar 7,0693 mg/g. Pada waktu kontak 10 menit mengalami penurunan adsorptivitas, karena adsorben belum maksimal dalam menyerap zat warna. Dari hasil penelitian didapatkan waktu kontak optimal pada waktu 80 menit, karena selisih adsorptivitas pada waktu 80 menit dengan 120 menit kecil.



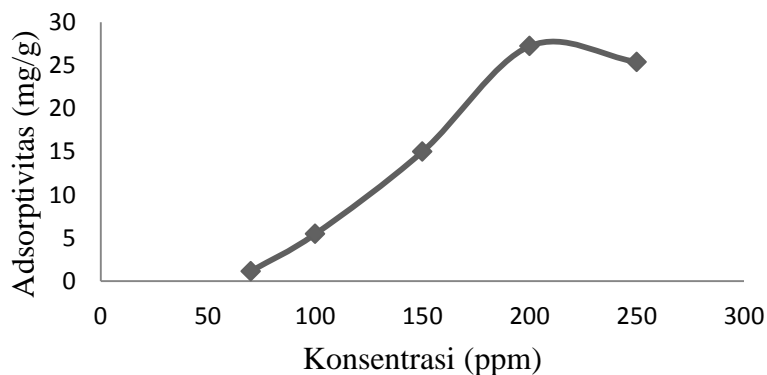
Gambar 4.5 Kurva hubungan antara waktu kontak (menit) dengan adsorptivitas (mg/g) zat warna *remazol brilliant blue R*

Gambar 4.5 menunjukkan bahwa zat warna *remazol brilliant blue R* yang teradsorpsi pada waktu kontak 5 dan 10 menit sebesar 0,2187 mg/g. Waktu kontak 40, 80 dan 120 menit berturut-turut memberikan hasil 0,4843 mg/g; 0,7343 mg/g dan 0,1875 mg/g. Dari kurva dapat diketahui bahwa waktu kontak optimal terjadi pada waktu 80 menit. Pada saat waktu kontak 120 menit daya serap mengalami penurunan, karena terlalu lamanya kontak fisik antara zat warna dengan selulosa mengakibatkan zat warna terlepas kembali ke dalam larutan. Hal ini menyebabkan jumlah zat warna

yang terukur semakin besar, yang mengindikasikan daya serapnya juga menurun, sebagaimana hasil penelitian (Hastuti *et al.*, 2012).

#### 4.4 Optimasi Konsentrasi Adsorpsi Serat Daun Nanas Terhadap Larutan Zat Warna *Remazol Yellow FG* dan *Remazol Brilliant Blue R*

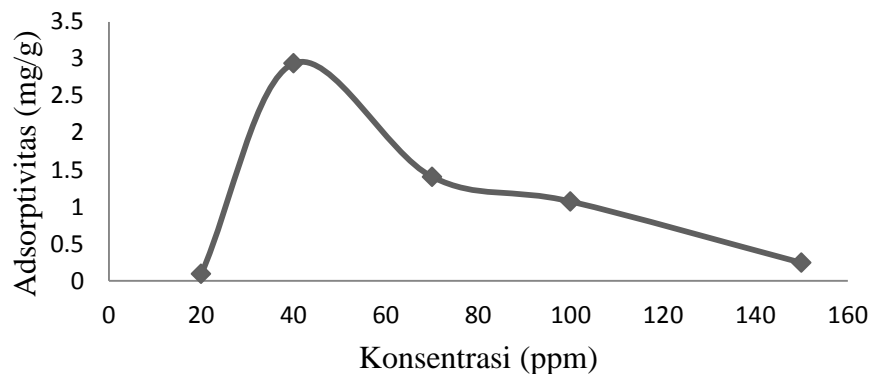
Sebelum mengukur absorbansi larutan zat warna tekstil, terlebih dahulu dilakukan pembuatan kurva kalibrasi. Pembuatan kurva kalibrasi dilakukan pada konsentrasi 0, 5, 10, 25, 40, 60 dan 80 ppm. Hasil data yang diperoleh ditunjukkan pada Lampiran C 3 halaman 87.



Gambar 4.6 Kurva hubungan antara konsentrasi (ppm) dengan adsorptivitas (mg/g) zat warna *remazol yellow FG*

Variasi konsentrasi zat warna *remazol yellow FG*, yaitu 70, 100, 150, 200 dan 250 ppm. Didapatkan konsentrasi optimal pada 200 ppm dengan daya serap sebesar 27,2073 mg/g, sedangkan pada konsentrasi 250 ppm mengalami penurunan daya serap menjadi 25,3841 mg/g. Hal ini terjadi karena pada saat konsentrasi 250 ppm, konsentrasi larutan terlalu besar sehingga ada zat warna yang belum terserap atau

bahkan zat warna yang terserap terlepas kembali dan menyebabkan jumlah zat warna yang terukur semakin besar, yang mengindikasikan daya serapnya juga menurun.



Gambar 4.7 Kurva hubungan antara konsentrasi (ppm) dengan adsorptivitas (mg/g) zat warna *remazol brilliant blue R*

Gambar 4.7 menunjukkan bahwa zat warna *remazol brilliant blue R* yang teradsorpsi pada konsentrasi 20 ppm sebesar 0,0937 mg/g. Konsentrasi 40, 70 dan 100 ppm berturut-turut memberikan hasil 2,9375 mg/g; 1,4062 mg/g dan 1,0733 mg/g. Konsentrasi 150 ppm adsorptivitasnya mengalami penurunan sebesar 0,2453 mg/g. Dari hasil penelitian didapatkan konsentrasi optimal pada 40 ppm, untuk konsentrasi lebih dari 40 ppm daya serap serat daun nanas mengalami penurunan ini diakibatkan besarnya konsentrasi zat warna sehingga selulosa yang berada dalam serat daun nanas tidak mencukupi untuk mengadsorpsi seluruh warna. Hal ini terjadi karena setelah adsorpsi mencapai kondisi optimal, selanjutnya akan terjadi proses penguraian yang disebut desorpsi. Kondisi optimal ini disebut dengan keadaan kesetimbangan adsorpsi. Maka pada konsentrasi adsorpsi yang optimal daya serapnya maksimal. Namun,

setelah melewati titik kesetimbangan, zat warna yang teradsorpsi pada serat daun nanas akan mengalami proses desorpsi sebagaimana hasil penelitian (Kristiyani, 2012).

#### 4.5 Kertas

Komposisi pembuatan kertas yaitu *binder* kulit singkong, *pulp* ampas tebu, *pulp* kertas dan residu hasil adsorpsi zat warna. *Binder* berfungsi untuk mengikat komponen-komponen penyusun kertas. Pati merupakan *binder* yang berasal dari bahan alam dan juga termasuk jenis perekat. Pati mampu mengikat bahan-bahan penyusun kertas untuk meningkatkan kualitas kertas. Pati ditambahkan dalam pembuatan *pulp* sebelum dibuat menjadi kertas. Fungsi pati, yaitu: mengisi pori kertas, menghaluskan permukaan kertas dan mencegah tinta menyebar pada permukaan ketika kertas tersebut ditulis (Asuncion, 2003). Pada penelitian ini, pati yang terdapat dalam kulit singkong digunakan sebagai *binder*, sehingga mengurangi limbah dan menaikkan nilai ekonomis dari kulit singkong. Kulit singkong sebelum menjadi *binder* direndam dalam larutan natrium tiosulfat, larutan ini berfungsi sebagai antioksidan yang paling baik untuk mencegah terjadinya penghitaman pada kulit singkong. Gambar 4.8 *binder* kulit singkong yang telah diayak ukuran 50 *mesh*, berwarna krem.



Gambar 4.8 *Binder* kulit singkong

Pembuatan *pulp* ampas tebu, serbuk ampas tebu yang telah diayak ukuran 50 *mesh* dimasak menggunakan *autoclave*. Pada proses pemasakan ampas tebu ditambahkan larutan NaOH 8% yang berfungsi untuk delignifikasi ion-ion  $[OH]^-$ , ion-ion ini akan memutuskan ikatan-ikatan dari struktur dasar pembentuk lignin,  $CH_3COOH$  0,1 M sebagai larutan pemasak,  $H_2SO_4$  1 M sebagai katalis untuk menghidrolisis daerah amorf dan larutan KI 18%. Setelah dilakukan pemasakan selama 60 menit. Pada saat pemasakan terjadi reaksi delignifikasi dan degradasi polisakarida, dimana pada reaksi delignifikasi terjadi pemutusan ikatan-ikatan lignin dari ampas tebu. kandungan lignin dalam *pulp* akan semakin berkurang dan perolehan *pulp* akan semakin rendah, sedangkan degradasi polisakarida adalah polisakarida yang kembali ke bentuk monomer-monomernya. (Jalaluddin dan Rizal, 2005)

Gambar 4.9 filtrat dari hasil pemasakan berwarna hitam mengandung lignin, etanol, dan gula. Gambar 4.10 residu berwarna coklat, setelah proses pemasakan residu disaring menggunakan pompa vakum sambil dicuci dengan etanol 70% kemudian dilakukan pencucian dengan air hangat yang berfungsi sebagai penetralan sampai filtrat yang dihasilkan berwarna bening.



Gambar 4.9 Filtrat *pulp* ampas tebu



Gambar 4.10 Residu *pulp* ampas tebu

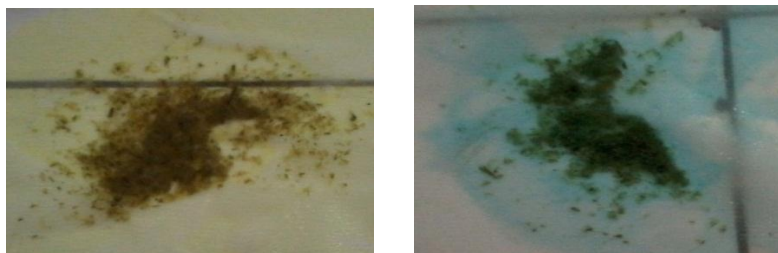


*Pulp* kertas dibuat dari kertas bekas HVS, digunakan kertas bekas HVS ini karena air rendaman kertas berwarna putih dan *pulp* yang dihasilkan berwarna putih. Gambar 4.11 *pulp* kertas direndam dalam etanol 70%, etanol berfungsi untuk proses bleaching atau pengilangan tinta.



Gambar 4.11 Rendaman *pulp* kertas

Gambar 4.12 residu hasil adsorpsi zat warna (*remazol yellow FG* dan *remazol brilliant blue R*) adsorben yang semula berwarna hijau agak kekuningan setelah digunakan untuk mengadorpsi zat warna, adsorben berubah warna menjadi kuning dan biru seperti zat warna yang diadsorp. Gambar 4.13 kertas hasil imobilisasi zat warna dalam serat daun nanas, dari adsorben zat warna *remazol yellow FG* kertas yang hasil imobilisasi berwarna putih sedangkan dari adsorben *remazol brilliant blue R* kertas hasil imobilisasi bewarna biru muda.



Gambar 4.12 Residu zat warna *remazol yellow FG* dan *remazol brilliant blue R*



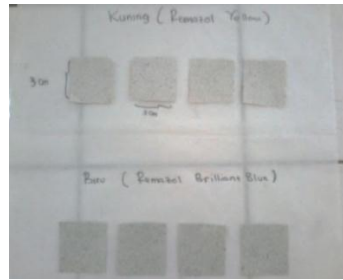
Gambar 4.13 Kertas hasil imobilisasi zat warna dalam serat daun nanas

Kekurangan dari kertas yang dihasilkan pada penelitian ini yaitu, permukaan kertas kurang halus, ketebalan kertas tidak merata, kertas mudah sobek dan mudah jebol. Kelebihan saat dilakukan penulisan diatas kertas, tinta bolpoin tidak menyebar pada permukaan kertas.

#### 4.5.1 Uji Ketahanan Warna Kertas

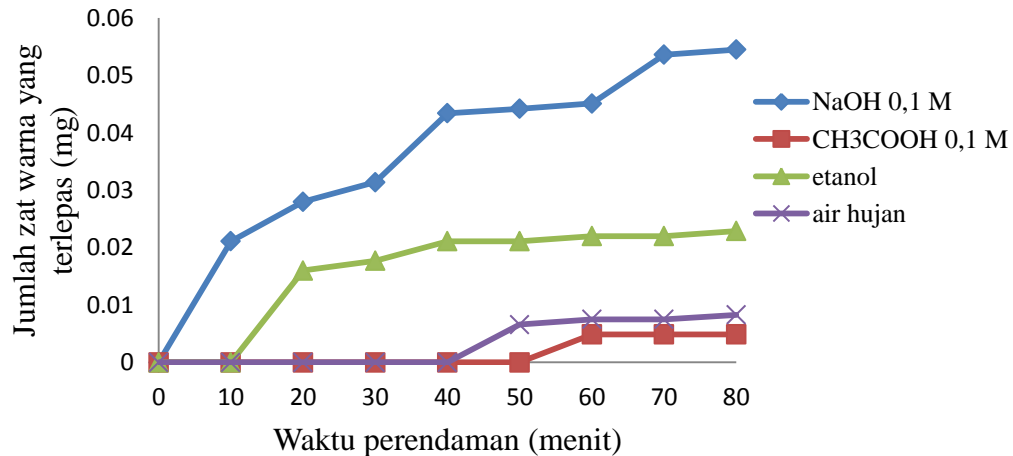
Kertas yang telah jadi hanya diuji ketahanan warnanya saja dikarenakan kertas yang dihasilkan belum layak untuk diuji kekuatan kertas (uji daya putus, uji daya sobek dan uji daya jebol) sesuai SNI. Uji ketahanan warna kertas terlebih dahulu dibuat kurva kalibrasi. Pembuatan kurva kalibrasi dilakukan pada konsentrasi 0, 1, 2, 3, 4 dan 5 ppm. Hasil data yang diperoleh ditunjukkan pada Lampiran C. 4 halaman 95.

Kertas direndam menggunakan larutan NaOH 0,1 M; CH<sub>3</sub>COOH 0,1 M; etanol dan air hujan masing-masing sebanyak 20 mL dengan ukuran kertas 3x3 cm. Lama waktu perendaman 80 menit dengan selang waktu 10 menit diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis.



Gambar 4.14 Kertas sebelum diuji

#### 4.5.1.1 Perendaman kertas dari adsorben zat warna *remazol yellow FG*



Gambar 4.15 Kurva hubungan antara waktu perendaman kertas *remazol yellow FG* dengan jumlah zat warna yang terlepas (mg)

Gambar 4.15 hasil perendaman kertas dari adsorben zat warna *remazol yellow FG* dalam larutan NaOH 0,1 M; CH<sub>3</sub>COOH 0,1 M; etanol dan air hujan selama 80 menit. Hasil perendaman dalam NaOH 0,1 M pada menit ke 10 jumlah zat warna yang terlepas sebesar 0,0211 mg, mengalami kenaikan pada menit ke 20, 30, 40, 50 60 dan 70 berturut-turut jumlah zat warna yang terlepas sebesar 0,0280 mg; 0,0314 mg; 0,0434 mg; 0,04427 mg; 0,0451 mg dan 0,05367 mg hingga pada menit ke 80 jumlah yang terlepas menjadi 0,0545 mg. Diketahui dari

kurva jumlah zat warna yang terlepas semakin besar karena semakin lama waktu perendaman kertas pada larutan NaOH, zat warna yang terperangkap pada kertas semakin banyak yang terlepas kembali sehingga absorbansi yang terukur besar. Perendaman dengan larutan NaOH menghasilkan paling banyak zat warna yang terlepas atau terlarut dibandingkan dengan larutan perendam lainnya (CH<sub>3</sub>COOH, etanol dan air hujan) karena larutan NaOH digunakan sebagai pelarut yang bisa menghilangkan senyawa lignin. Han dalam (Hastuti *et al.*, 2012) mengatakan bahwa selain lignin, senyawa yang larut dalam NaOH adalah hemiselulosa, pektin, lemak, lilin dan protein.

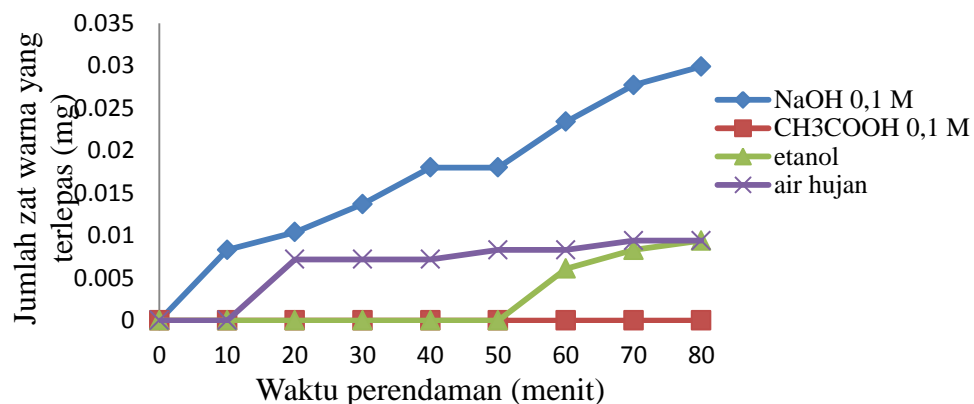
Hasil perendaman dalam larutan CH<sub>3</sub>COOH selama 80 menit dari kurva diketahui pada menit ke 0 sampai menit ke 50 jumlah zat warna yang terlepas tidak terdeteksi karena zat warna yang teradsorp dalam serat daun nanas belum terlepas pada perendaman hingga menit ke 50 dan juga dipengaruhi oleh jenis larutan perendam. Menit ke 60 jumlah zat warna yang terlepas mengalami kenaikan menjadi 0,0049 mg hasil yang didapat konstan hingga menit 80. Zat warna yang diimobilisasi dalam kertas tahan dalam perendaman asam dikarenakan pada proses adsorpsi, pH optimal untuk zat warna *remazol yellow FG* pada pH 2.

Perendaman kertas etanol selama 80 menit, saat 10 menit pertama zat warna yang terlepas tidak terdeteksi. Menit ke 20 dan 30 berturut-turut mengalami kenaikan menjadi 0,0160 mg dan 0,0177 mg. Menit ke 30 dan 40 jumlah zat warna mengalami kenaikan menjadi 0,0211 mg. Menit ke 50 dan 60

jumlah zat yang terlepas 0,0220 mg. Hingga menit ke 80 jumlah zat warna yang terlepas mengalami kenaikan 0,0009 menjadi 0,0229 mg. Jumlah zat warna yang terlepas pada perendaman etanol lebih sedikit dibandingkan perendaman dengan larutan NaOH.

Perendaman kertas dalam air hujan selama 80 menit diketahui pada 10 menit sampai 40 menit banyaknya zat warna yang terlepas tidak terdeteksi karena zat warna belum terurai ke dalam larutan perendam. Menit ke 50 jumlah zat warna yang terlepas mulai naik menjadi 0,0066 mg; menit ke 60 dan 70 jumlah zat warna yang terlepas mengalami kenaikan menjadi 0,0075mg hingga menit ke 80 mengalami kenaikan banyaknya zat warna yang terlepas menjadi 0,0083 mg. Disimpulkan dari uji ketahanan warna kertas, urutan jumlah zat warna yang terlepas paling banyak pada perendaman dalam larutan NaOH > etanol > air hujan > CH<sub>3</sub>COOH.

#### 4.5.2.1 Perendaman kertas dari adsorben zat warna *remazol brilliant blue R*



Gambar 4.16 Kurva hubungan antara waktu perendaman kertas *remazol brilliant blue R* dengan jumlah zat warna yang terlepas (mg)

Gambar 4.16 hasil perendaman kertas dari adsorben zat warna *remazol brilliant blue R* dalam larutan NaOH 0,1 M; CH<sub>3</sub>COOH 0,1 M; etanol dan air hujan selama 80 menit. Hasil perendaman dalam NaOH pada 10 menit pertama sudah ada zat warna yang terlepas sebesar 0,0083 mg. Menit ke 20 dan 30 zat warna yang terlepas berturut-turut 0,0104 mg dan 0,0137 mg. Menit ke 40 dan 50 zat warna yang terlepas jumlahnya sama yaitu 0,0180 mg. Menit ke 50 dan 60 zat warna yang terlepas menjadi 0,0234 mg dan 0,0277 mg. Hingga pada menit ke 80 mengalami kenaikan banyaknya zat warna yang terlepas menjadi 0,0299 mg.

Data yang diperoleh untuk kertas hasil imobilisasi zat warna *remazol brilliant blue R* pada perendaman larutan NaOH sama seperti pada perendaman kertas *remazol yellow FG* yaitu untuk perendaman dengan larutan NaOH memiliki jumlah zat warna yang terlepas paling besar dibandingkan dengan perendaman dengan larutan yang lainnya. Dapat disimpulkan kertas yang dihasilkan dari hasil imobilisasi zat warna, zat warna yang terperangkap dalam adsorben pada larutan suasana basa mudah terlarut atau terlepas kembali.

Hasil dalam larutan CH<sub>3</sub>COOH 0,1 M selama 80 menit diketahui pada menit ke 0 sampai ke menit ke 80 jumlah zat warna yang terlepas tidak terdeteksi karena konsentrasi optimal zat warna *remazol brilliant blue R* yang terserap pada adsorben 40 ppm sehingga zat warna yang terperangkap dalam kertas hanya sedikit hal ini mengakibatkan absorbansi yang terukur nilainya dibawah *limit detection*. Disimpulkan kertas yang dihasilkan mempunyai ketahanan warna paling bagus pada perendaman dengan larutan CH<sub>3</sub>COOH (suasana asam) karena zat warna yang terlarut atau terlepas sangat sedikit bahkan pada perendaman

kertas hasil imobilisasi zat warna *remazol brilliant blue R* jumlah zat warna yang terlepas tidak terdeteksi.

Perendaman kertas dalam etanol selama 80 menit diketahui pada 10 menit pertama hingga menit ke 50 jumlah zat warna yang terlepas tidak terdeteksi. Menit ke 60 dan 70 berturut-turut zat warna yang terlepas mulai naik menjadi 0,0061 mg dan 0,0083 mg. Hingga pada menit ke 80 jumlah zat warna yang terlepas menjadi 0,0094 mg. Konsentrasi yang terlarut pada perendaman etanol lebih sedikit dibandingkan perendaman dengan larutan NaOH.

Hasil perendaman kertas dalam larutan air hujan selama 80 menit diketahui pada 10 menit pertama zat warna yang terlepas tidak terdeteksi. Pada menit ke 20 konsentrasi yang terlepas mengalami kenaikan yang signifikan menjadi 0,0072 mg, zat warna yang terlepas pada menit ke 20 konstan hingga menit ke 40. Menit ke 50 dan 60 zat warna yang terlepas naik menjadi 0,0083 mg hingga menit ke 70 dan 80 zat warna yang terlepas sebesar 0,0094 mg.

Hasil akhir jumlah zat warna yang terlarut pada perendaman air hujan menit ke 80 hasilnya sama dengan perendaman dengan etanol. Tetapi pada perendaman dalam air hujan zat warna yang terlarut kurang stabil dibandingkan dengan perendaman etanol. Pada perendaman dalam air hujan zat warna lebih mudah larut, dapat dilihat dari kurva menit ke 20 jumlah zat warna yang terlepas mengalami kenaikan yang signifikan. Sedangkan pada perendaman dalam etanol hingga menit ke 50 jumlah zat warna yang terlepas tidak terdeteksi.

Disimpulkan dari uji ketahanan warna kertas untuk zat warna *remazol brilliant blue R*, urutan jumlah zat warna yang terlepas paling banyak pada perendaman dalam larutan NaOH > air hujan > etanol > CH<sub>3</sub>COOH.

# **BAB V**

## **PENUTUP**

### **5.1 Simpulan**

1. Adsorpsi zat warna *remazol yellow FG* menggunakan serat daun nanas mencapai pH optimum pada pH 2 dengan waktu kontak optimum 80 menit. Sedangkan untuk adsorpsi zat warna *remazol brilliant blue R* menggunakan serat daun nanas mencapai pH optimum pada pH 4 dengan waktu kontak optimum 80 menit. Konsentrasi optimum zat warna *remazol yellow FG* 200 ppm dan konsentrasi optimum zat warna *remazol brilliant blue R* 40 ppm.
2. Hasil imobilisasi zat warna dalam serat daun nanas sebagai campuran pembuatan kertas berdasarkan uji ketahanan warna, zat warna dalam kertas mudah terlepas kembali paling banyak pada perendaman dalam larutan NaOH 0,1 M. Sedangkan zat warna yang terlepas kembali paling sedikit pada perendaman dalam larutan CH<sub>3</sub>COOH 0,1 M.

### **5.2 Saran**

1. Perlu penelitian lebih lanjut pemanfaatan serat daun nanas pada aplikasi limbah batik.
2. Perlu adanya variasi komposisi dalam pembuatan kertas sehingga dihasilkan kertas dengan permukaan yang lebih halus dan layak untuk diuji kekuatan kertas (uji daya putus, uji daya sobek dan uji daya jebol) sesuai SNI.



## DAFTAR PUSTAKA

- Alberty, R.A. dan Daniels, F. 1983. *Kimia Fisika*. Jakarta: Erlangga.
- Aryunani, N. 2003. Adsorpsi Remazol Yellow FG oleh Enceng Gondok Aktif. *Skripsi*. Surakarta: Jurusan Kimia FMIPA UNS.
- Asuncion, J. 2003. *The complete Book of Paper Making*. Lark Books: New York.
- Bokau, N.S. 2014. Sintesis Membran Kitosan Termodifikasi Silika Abu Sekam Padi Untuk Proses Dekolorisasi. *Indonesia Journal of Chemical Science* 3(1): 42-49. [www.journal.unnes.ac.id](http://www.journal.unnes.ac.id) diakses tanggal 7 April 2015
- Budiyono. 2008. *Kriya Tekstil*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Campbell A. N., J.B. Reece, L.G. Mitchell. 2002. *BIOLOGI*, edisi kelima, Jilid 1. Jakarta: Erlangga.
- Catanho, M. 2006. Avalianco Dos Tratamentos Eletroquimico E Fotoeletroquimico Na Degradacao De Corantes. *Quim Nova*.
- Cooney, D.O. 1998. *Adsorption Design For Wastewater Treatment*. USA: Lewis Publishers.
- De Lima, R.O.A., A.P. Bazo, D.M.F. Salvadori, C.M. Rech, D.P. Oliveira, G.A.Umbuzeiro. 2007. *Mutagenic and carcinogenic potential of a textile azo dye processingplant effluent that impacts a drinking water source*. Mutation Research, Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis 626.
- Fessenden, R and G., Wegener. 1995. *Kayu: Kimia, Ultrastruktur, Reaksi-reaksi*. Yogyakarta: UGM-Press.
- Gitopadmojo, I. 1978. *Pengantar Kimia Zat Warna*. ITT Bandung. Bandung.
- Han, S. 1999. Stromwater filtration of Toxic Heavy Metal ions using lignocellulosic Materials Selection Proecess, Fiberization, Chemical Modification, and Mat Formation. *2<sup>nd</sup> Inter-Regional Conference on Environment-Water*.
- Handayani, A. Wiwit. 2010. Penggunaan Selulosa Daun Nanas Sebagai Adsorben Logam Berat Cd (II). *Skripsi*. Surakarta: UNS.

- Hastuti, S., S.H. Mawahib dan Setyoningsih. 2012. Penggunaan Serat Daun Nanas Sebagai Adsorben Zat Warna Procion Red Mx 8b. *Jurnal EKOSAINS IV(1)*: 41-47.
- Hendayana, S., 1994. *Kimia Analitik Instrumen*. Edisi 1. Semarang: IKIP Semarang.
- Hendroanto, A. 2012. *Tahapan Proses Pembuatan Kertas*.  
[aanhendroanto.blogspot.com/2012/06/tahapan-proses-pembuatan-kertas.html](http://aanhendroanto.blogspot.com/2012/06/tahapan-proses-pembuatan-kertas.html)  
diakses tanggal 15 Desember 2014
- Hidayat, P. 2008. Teknologi Pemanfaatan Serat Daun Nanas Sebagai Alternatif Bahan Baku Tekstil. *Teknoin 13*: 31-35.
- Ibbet, R.N. 2006. Charaterisation Porosity of Regenerated Cellulosil Fibres Using Classical Dye Adsorbition Techniques. *Lenzinger Berich-te*.
- Indrawati. 2008. *Dekolorisasi Larutan Remazol Brilliant Blue Menggunakan Ozon Hasil Elektrolisis*. Makalah Penelitian.Semarang: UNDIP.
- Izadyar, S dan Rahimi. 2007. Use of Beech Wood Sawdust for Adsorption of Textile Dyes. *Pakistan Journal of Biological Sciences 22(5)*: 417-423.
- Jalaluddin, S. Rizal. 2005. Pembuatan Pulp Dari Jerami Padi Dengan Menggunakan Natrium Hidroksida. *Jurnal Sistem Teknik Industri 6(5)*: 53-56.
- Jannatin, R.D., M. Razil, M. Mursid. 2011. *Uji Efisiensi Removal Adsorpsi Arang Batok Kelapa Untuk Mereduksi Warna Dan Permanganat Value Dari Limbah Cair Industri Batik*. Surabaya: ITS.
- Jufri, R. 1976. *Teknologi Pengelantangan, Pencelupan dan Pencapan*. Bandung: Institut Teknologi Tekstil.
- Julianti, E., Nurminah, M. 2006. *Teknologi Pengemasan*. Bahan kuliah terbuka Opencourseware. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Kayan, B., B. Gozmen, M. Demirel, A.M. Gizir. 2010. Degradation of acid red 97 in aqueous medium using wet oxidation and electro-Fenton techniques. *Journal of Hazardous Materials 177*.
- Khusna, H. 2013. Analisis Kandungan Kimia dan Pemanfaatan *Sludge* Indutri Kertas Sebagai Bahan Pembuatan Batako. *Indonesia Journal of Chemical Science 2(2)*: 131-135.  
[www.journal.unnes.ac.id](http://www.journal.unnes.ac.id) diakses tanggal 7 April 2015

- Khusyairi, A. 2010. Pengaruh Gaya Kompaksi Pada Kuat Tekan Produk Gelas-Zeolit Yang Akan Digunakan Untuk Imobilisasi Limbah Radioaktif. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pengolahan Limbah VI*. Batan: Pusat Teknologi Limbah Radioaktif.
- Kunal, N.T., A.B. Boricha, H.C. Bajaj, R.V. Jasra. 2009. Adsorption of Remazol Brilliant Blue R Dye From Water By Polyaluminum Chloride. *Rasayan Journal*.
- Kristiyani, D. 2012. Pemanfaatan Zeolit Abu Sekam Padi Untuk Menurunkan Kadar Ion  $Pb^{2+}$  Pada Air Sumur. *Indonesia Journal of Chemical Science* (1): 13-19. [www.journal.unnes.ac.id](http://www.journal.unnes.ac.id) diakses tanggal 7 April 2015
- Manurung, R. 2004. *Perombakan Zat Warna Azo Reaktif Secara Anaerob- Aerob*. Sumatera Utara: e-USU Repository.
- Morales, A. 2004. Adsorption and Releasing Properties of Bead Cellulose. *Chinese Journal of Polymer Science*.
- Moura, I.M.A. 2004. *Adsorption of Yellow Lanazol 4G Reactive Dye in a Simulated Textile Effluent on Gallinaceous Feathers*. Europe: European Water Management Online.
- Nasution, Rozaini. 2003. *Teknik Sampling*. Medan: Universitas Sumatera Utara digital library.
- Nirmasari, A. 2008. *Pengaruh pH terhadap Elektrokolorisasi Zat Warna Remazol Black B Dengan Elektroda  $PbO^2$* . Makalah Penelitian. Semarang: UNDIP.
- Onggo, H. dan Jovita, T. 2003. Pengaruh Sodium Hidroksida dan Hidrogen Peroksida Terhadap Rendemen dan warna Pulp Dari Serat Nanas. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis* 3(1): 37-43.
- Oscik, J. 1982. *Adsorption*. New York: John Wiley and Son.
- Pracaya, 2011. *Kiat Sukses Budi Daya Nanas*. Singkawang: PT Maraga Borneo Tarigas.
- Rasjid. 1976. *Teknologi Pengelantangan, Pencelupan dan Pencapan*. Institut Teknologi Tekstil, Bandung.
- Retnowati, E., N. Elyani. 1989. *Pengambilan Kembali Serat Kertas Koran Bekas*. Bandung: BBS.

- Rochanah, T. 2004. *Adsorpsi Zat Warna Procion Red MX 8B Pada Limbah Tekstil Oleh Batang Jagung*. Surakarta: UNS
- Royer, B., E.C. Lima, N.F. Cardoso, T. Calvete, R.E. Bruns. 2010. Statistical design of experiments for optimization of batch adsorption conditions for removal of reactive red 194 textile dye from aqueous effluents. *Chemical Engineering Communications* 197.
- Sastrawidana, I. D. K., B. W. Lay, A. M. Fauzi, dan D. A. Santosa. 2007. Pengolahan Limbah Tekstil Sistem Kombinasi Anaerobik-Aerobik menggunakan Bakteri Konsorsium dari Lumpur Limbah Tekstil. *ECOTROPHIC*.
- Sridianti. 2014. *Pengertian Selulosa*  
[www.sridianti.com/pengertian-selulosa.html](http://www.sridianti.com/pengertian-selulosa.html)  
diakses tanggal 29 April 2015
- Sudaryanto, Y., Antaresti, H. Wibowo. 2002. Biopulping Ampas Tebu Menggunakan *Trichoderma Viride* dan *Fusarium solani*. *Prosiding Seminar Nasional Fundamental dan Aplikasi Teknik Kimia*. Surabaya.
- Underwood, A.L., dan Day R.A. 2002. *Analisis Kimia Kuantitatif Terjemahan: Iis Sopyan Edisi Keenam*. Jakarta: Erlangga.
- Utomo, P., Endang W.L. 2007. *Kajian Tentang Proses Solidifikasi/Stabilisasi Logam Berat Dalam Limbah Dengan Semen Portland*. Yogyakarta: FMIPA UNY.
- Yosephin A., V. Gala, A. Ayucitra, E. Suciary R. 2012. Pemanfaatan Ampas Tebu Dan Kulit Pisang Dalam Pembuatan Kertas Serat Campuran. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia* 11(2): 94-100.

## LAMPIRAN

### A. Perhitungan Pembuatan Larutan

1. Pembuatan larutan NaOH 2% sebanyak 1000 mL

Diketahui NaOH kadar 99% berat molekul 40 g/mol.

2% dalam 1000 mL = 20 gram

$$20 \times \frac{100}{99} = 20,2020 \text{ gram}$$

Jadi untuk membuat larutan NaOH 2% sebanyak 20,2020 gram dilarutkan dalam 1000 mL larutan pengencer.

2. Pembuatan larutan NaOH 0,1 M sebanyak 250 mL

Diketahui NaOH kadar 99% berat molekul 40 g/mol.

$$M = \frac{\text{gram}}{Mr} \cdot \frac{1000}{V}$$

$$0,1 = \frac{\text{gram}}{40} \cdot \frac{1000}{250}$$

$$0,1 = \frac{\text{gram}}{40} \cdot 4$$

gram = 1

$$1 \times \frac{100}{99} = 1,0101 \text{ gram}$$

Jadi untuk membuat larutan NaOH 0,1 M sebanyak 1,0101 gram dilarutkan dalam 250 mL larutan pengencer.

3. Pembuatan larutan NaOH 8% sebanyak 100 mL

Diketahui NaOH kadar 99% berat molekul 40 g/mol.

8% dalam 1000 mL = 8 gram

$$8 \times \frac{100}{99} = 8,0808 \text{ gram}$$

Jadi untuk membuat larutan NaOH 8% sebanyak 8,0808 gram dilarutkan dalam 100 mL larutan pengencer.

4. Pembuatan larutan induk zat warna 500 ppm

$$\text{ppm} = \frac{\text{mg}}{\text{liter}}$$

$$500 = \frac{\text{mg}}{1}$$

$$\text{mg} = 500$$

$$\text{gram} = 0,5$$

Jadi untuk membuat larutan zat warna 500 ppm sebanyak 0,5 gram zat warna dilarutkan dalam 1000 mL larutan pengencer.

5. Pembuatan larutan KI 18% sebanyak 100 mL

Diketahui KI kadar 99,5% berat molekul 166,009 g/mol.

$$18\% \text{ dalam } 100 \text{ mL} = 18 \text{ gram}$$

$$18 \times \frac{100}{99,5} = 18,0904 \text{ gram}$$

Jadi untuk membuat larutan KI 18% sebanyak 18,0904 gram dilarutkan dalam 100 mL larutan pengencer.

6. Pembuatan larutan natrium tiosulfat 0,01 M sebanyak 1000 mL

Diketahui  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  berat molekul 248,219 g/mol kadar 99,5 %

$$M = \frac{\text{gram}}{Mr} \cdot \frac{1000}{V}$$

$$0,01 = \frac{\text{gram}}{248,219} \cdot \frac{1000}{1000}$$

$$0,01 = \frac{\text{gram}}{248,219}$$

$$\text{gram} = 2,48219$$

$$2,48219 \times \frac{100}{99,5} = 2,4946 \text{ gram}$$

Jadi untuk membuat larutan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  0,01 M sebanyak 2,4946 gram dilarutkan dalam 1000 mL larutan pengencer.

7. Pembuatan larutan  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,1 M sebanyak 100 mL

Diketahui  $\text{CH}_3\text{COOH}$  kadar 99,8% massa jenis 1,05 g/cm<sup>3</sup> berat molekul 60,05 g/mol

mencari molaritas untuk kadar  $\text{CH}_3\text{COOH}$  99,8% :

$$M = \frac{\rho \times 10 \times \%}{Mr}$$

$$M = \frac{1,05 \times 10 \times 99,8}{60,05}$$

$$M = \frac{1047,9}{60,05}$$

$$M = 17,4504$$

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

$$17,4504 \cdot V_1 = 0,1 \cdot 100$$

$$17,4504V_1 = 10$$

$$V_1 = 0,5730 \text{ mL}$$

Jadi untuk membuat larutan  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,1 M sebanyak 0,5730 mL dilarutkan dalam 100 mL larutan pengencer.

8. Pembuatan larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  1 M sebanyak 100 mL

Diketahui kadar  $\text{H}_2\text{SO}_4$  96,1% massa jenis 1,84  $\text{g/cm}^3$  berat molekul 98,07 g/mol mencari molaritas untuk kadar  $\text{H}_2\text{SO}_4$  96,1% :

$$M = \frac{\rho \times 10 \times \%}{Mr}$$

$$M = \frac{1,84 \times 10 \times 96,1}{98,07}$$

$$M = \frac{1768,24}{98,07}$$

$$M = 18,0303$$

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

$$18,0303 \cdot V_1 = 1 \cdot 100$$

$$18,0303V_1 = 100$$

$$V_1 = 5,5462 \text{ mL}$$

Jadi untuk membuat larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  1 M sebanyak 5,5462 mL dilarutkan dalam 100 mL larutan pengencer.

9. Pembuatan larutan  $\text{HNO}_3$  0,1 M sebanyak 100 mL

Diketahui kadar  $\text{HNO}_3$  65% massa jenis 1,39  $\text{g/cm}^3$  berat molekul 63,01 g/mol mencari molaritas untuk kadar  $\text{HNO}_3$  65% :

$$M = \frac{\rho \times 10 \times \%}{Mr}$$

$$M = \frac{1,39 \times 10 \times 65}{63,01}$$

$$M = \frac{903,5}{63,01}$$

$$M = 14,3389$$

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

$$14,3389 \cdot V_1 = 0,1 \cdot 100$$

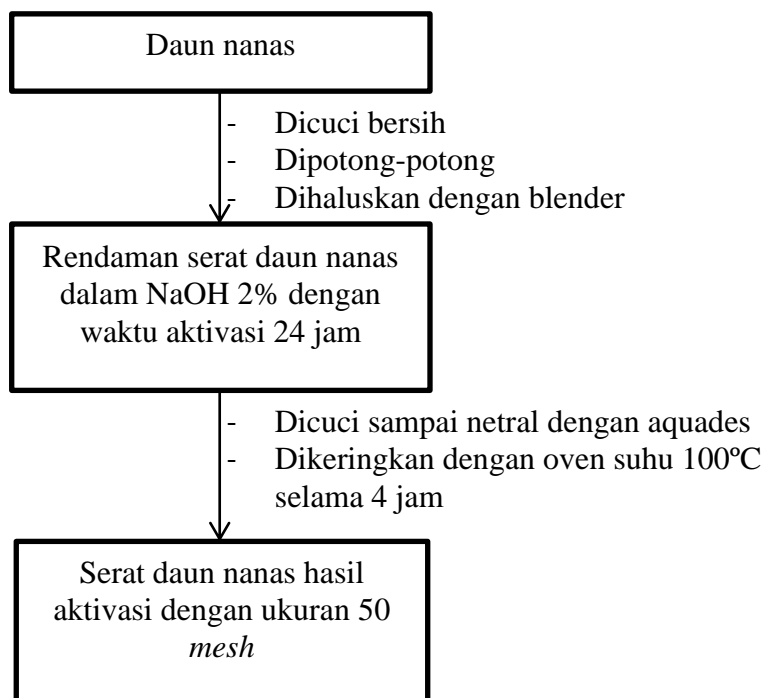
$$V_1 = 10$$

$$V_1 = 0,6974 \text{ mL}$$

Jadi untuk membuat larutan  $\text{HNO}_3$  0,1 M sebanyak 0,6974 mL dilarutkan dalam 100 mL larutan pengencer.

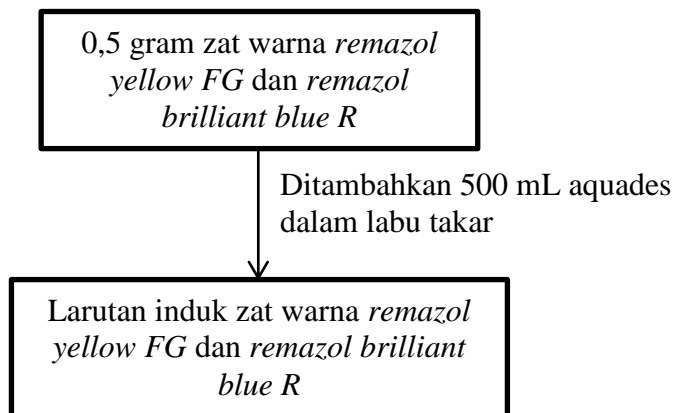
## B. Diagram Cara Kerja Penelitian

Tahap 1: Aktivasi serat daun nanas

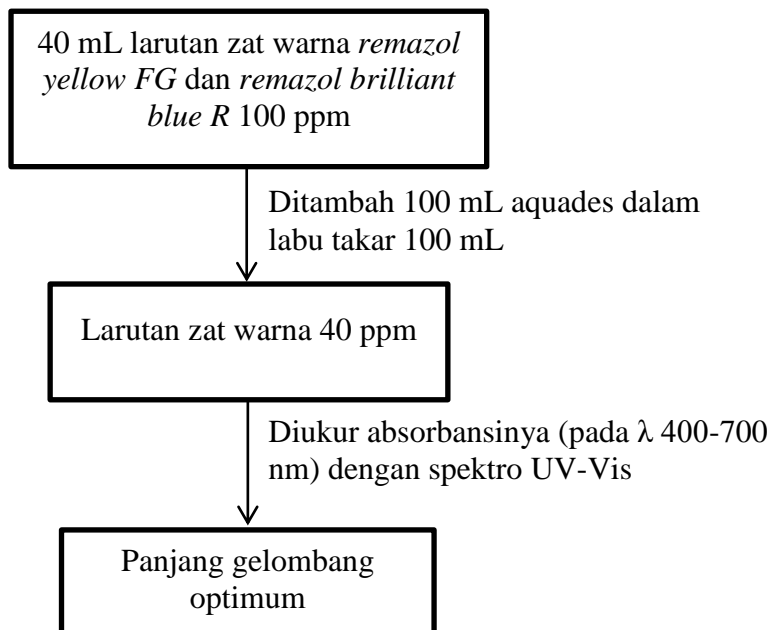




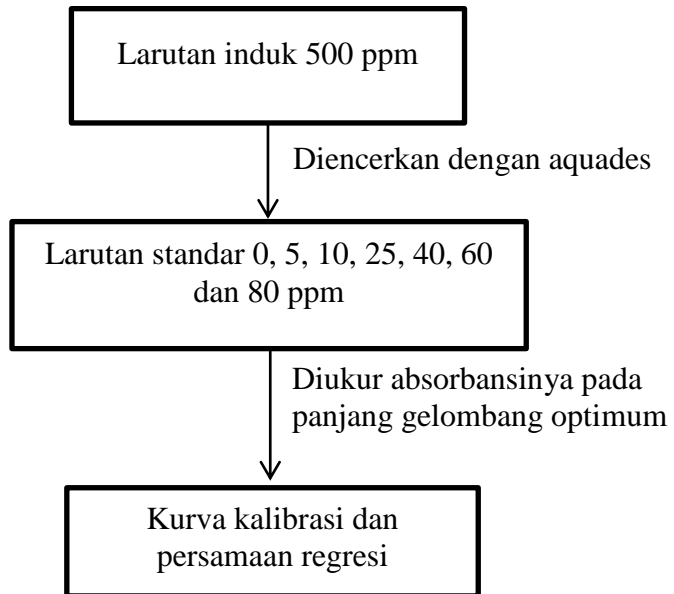
Tahap 2: Pembuatan larutan induk zat warna *remazol yellow FG* dan zat warna *remazol brilliant blue R* 500 ppm



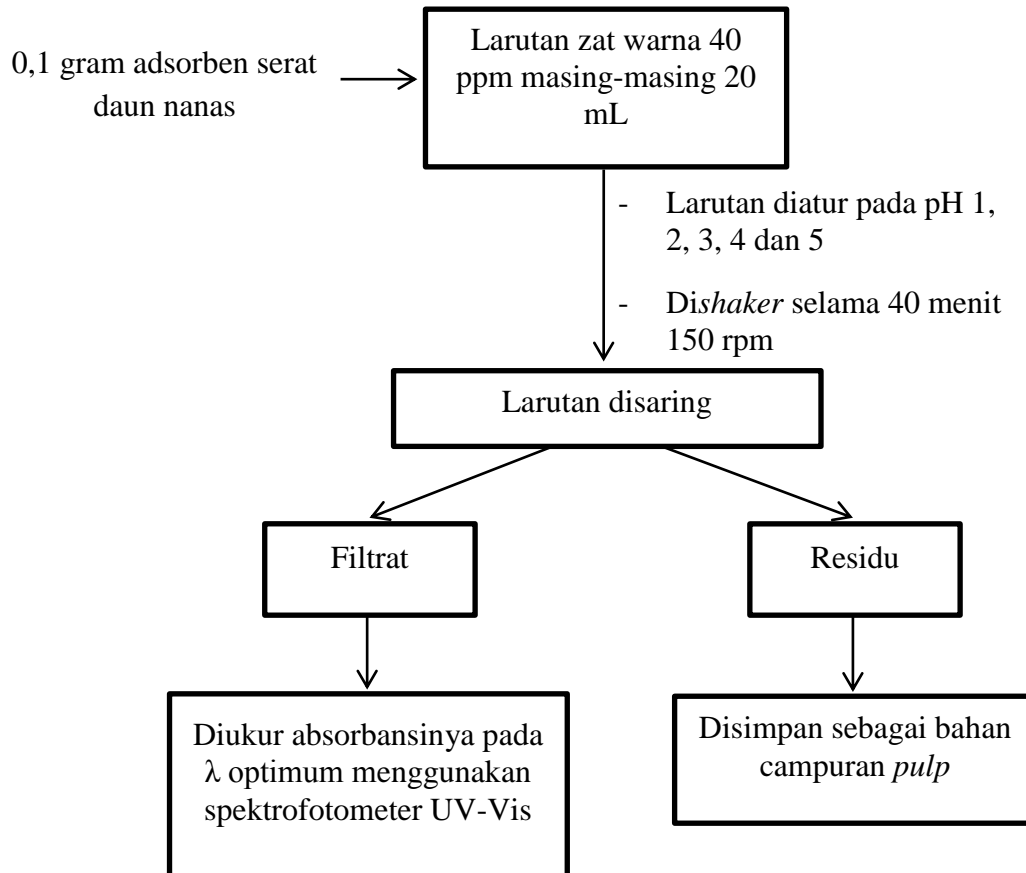
Tahap 3: Penentuan panjang gelombang optimum



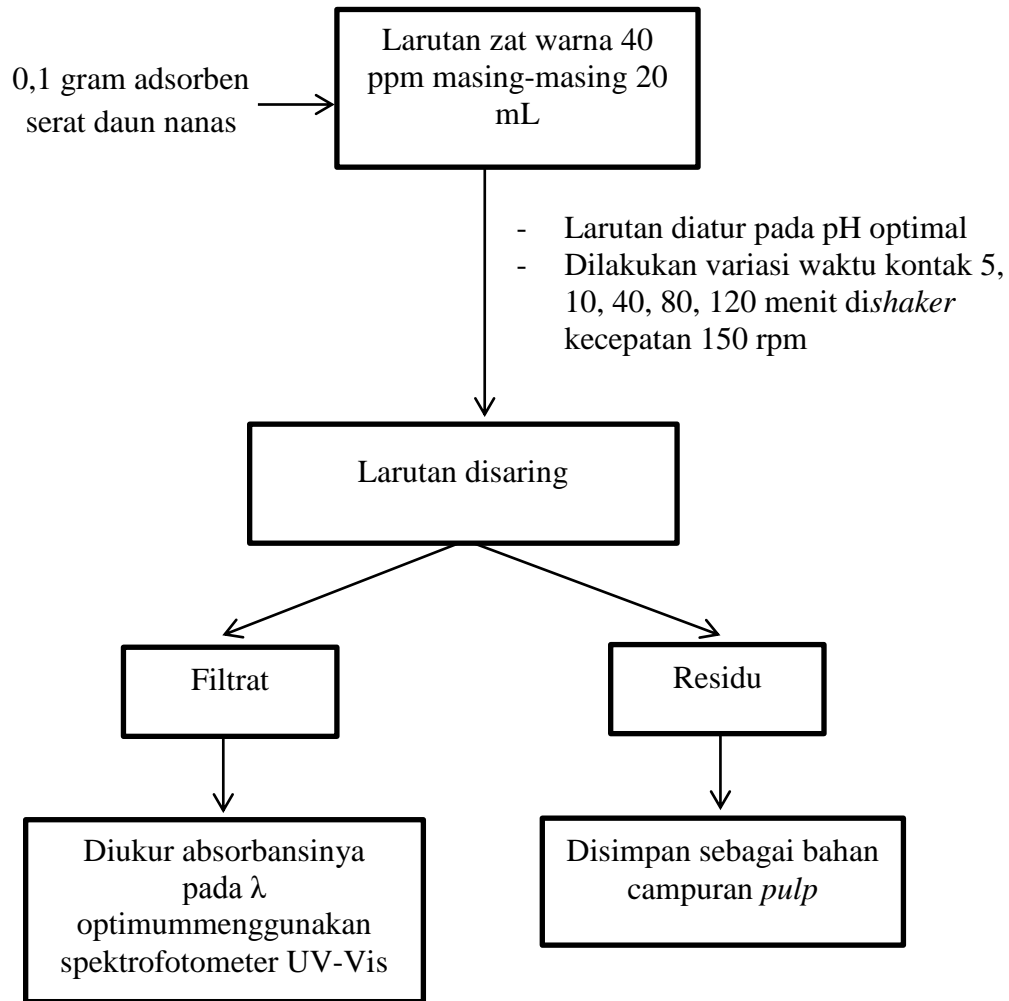
## Tahap 4: Pembuatan kurva kalibrasi



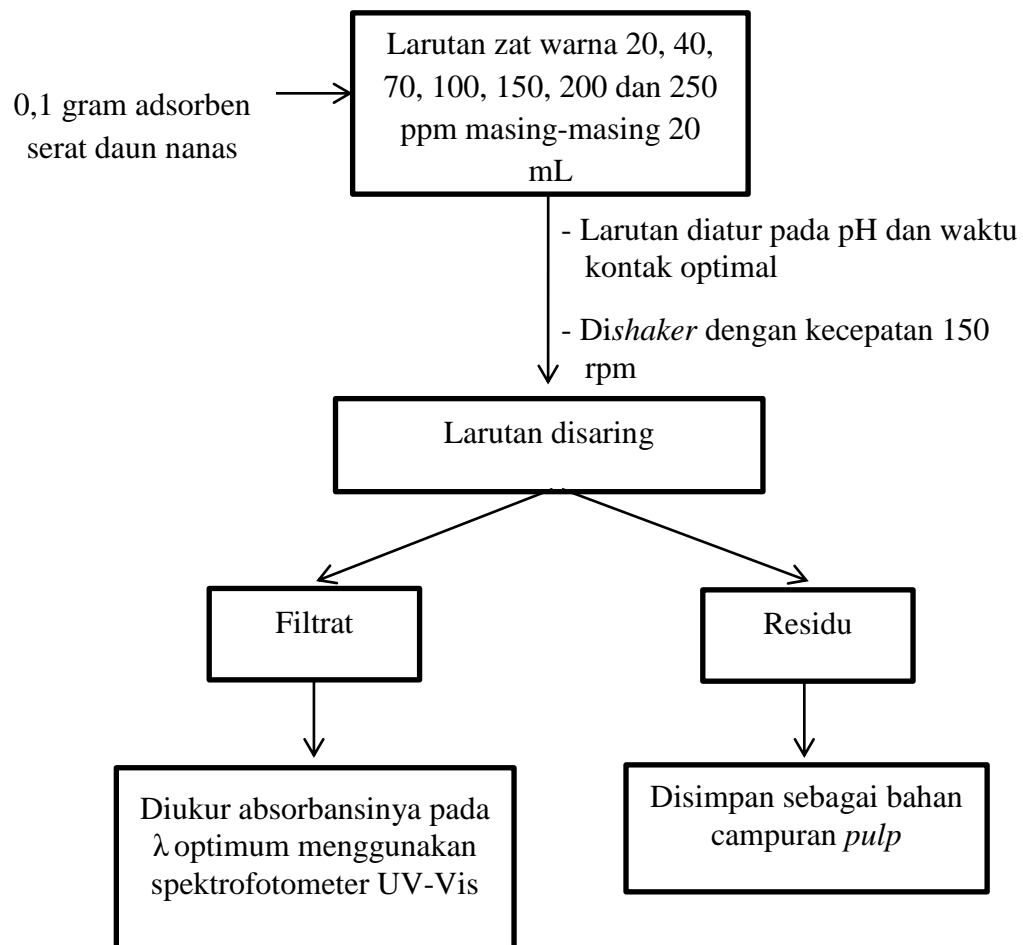
## Tahap 5: Penentuan pH optimal

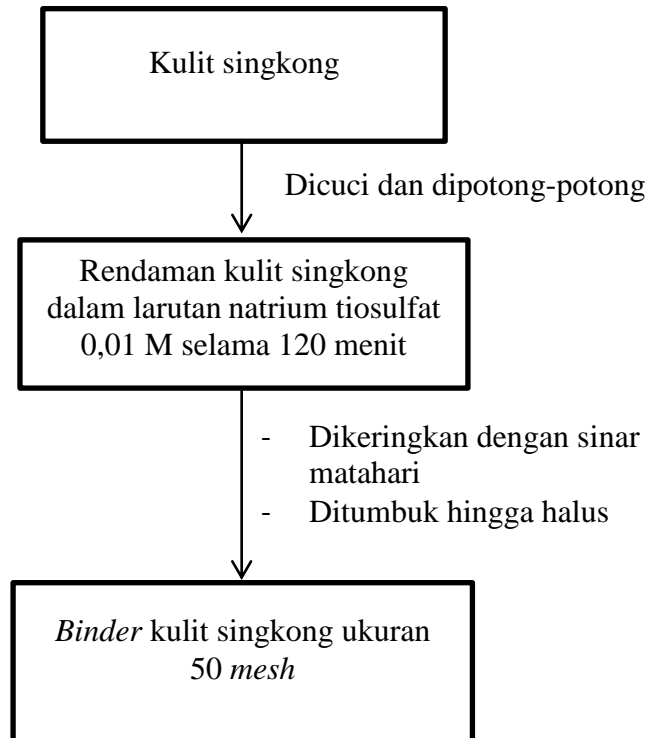


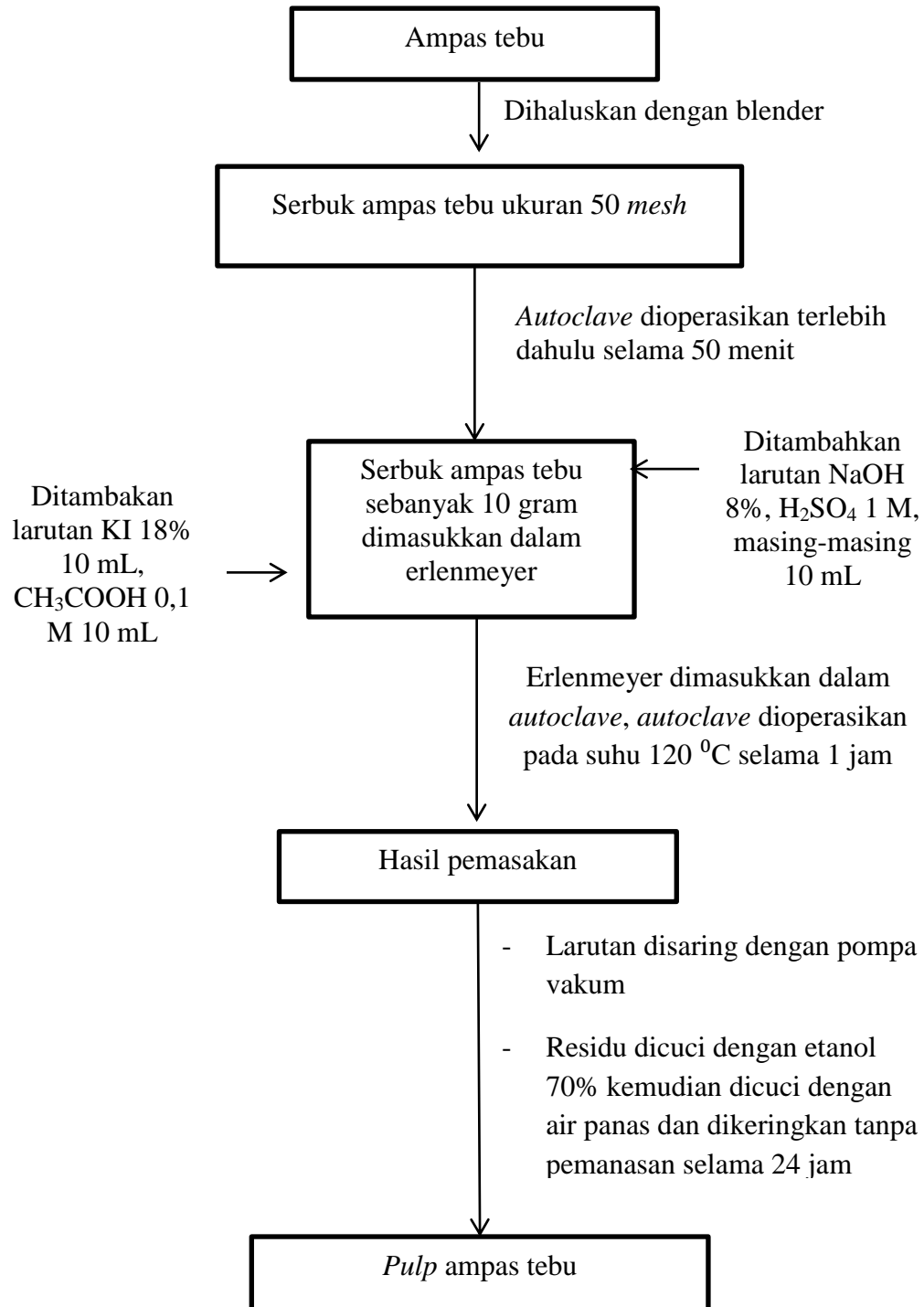
## Tahap 6: Penentuan waktu kontak optimal

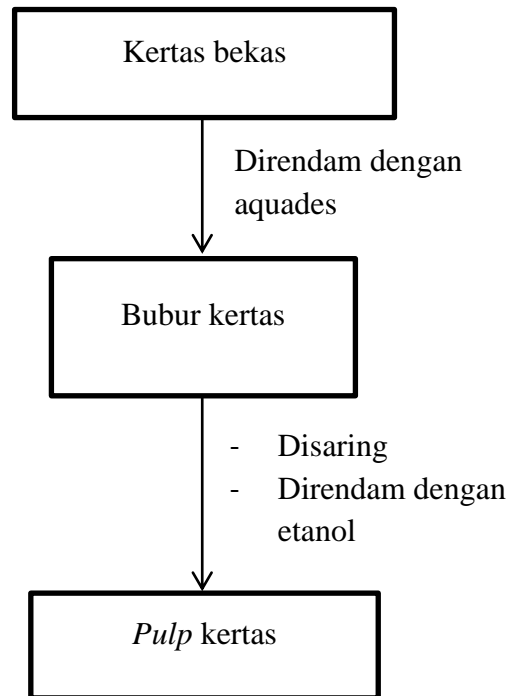


## Tahap 7: Penentuan konsentrasi optimal



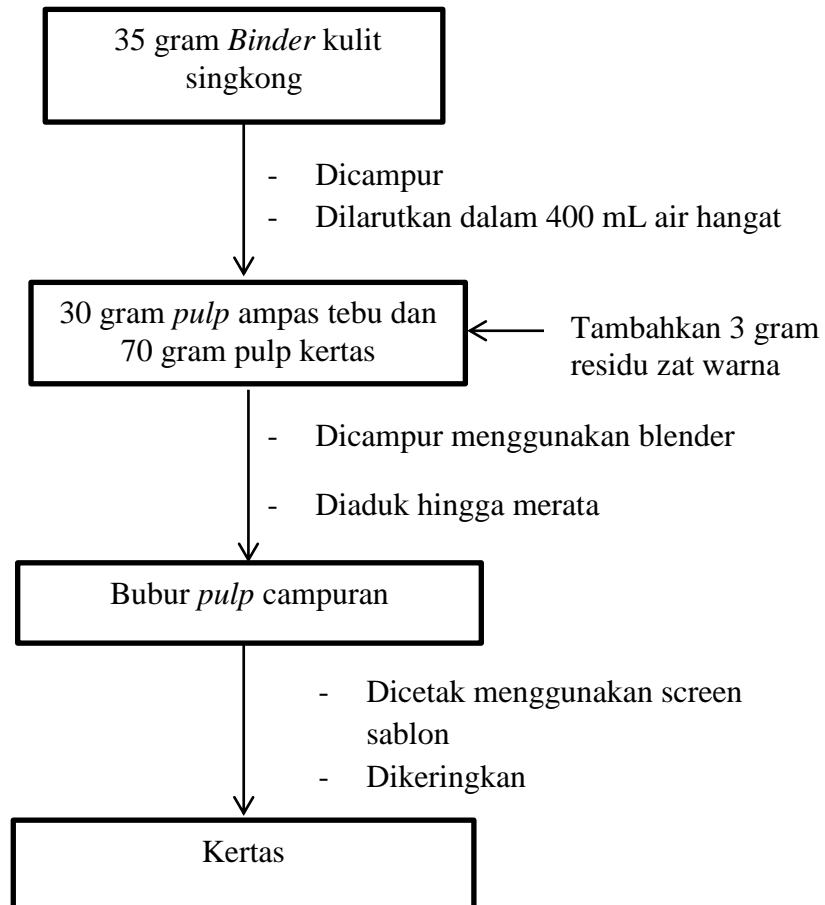
Tahap 8: Pembuatan *binder* kulit singkong

Tahap 9: Pembuatan *pulp* ampas tebu

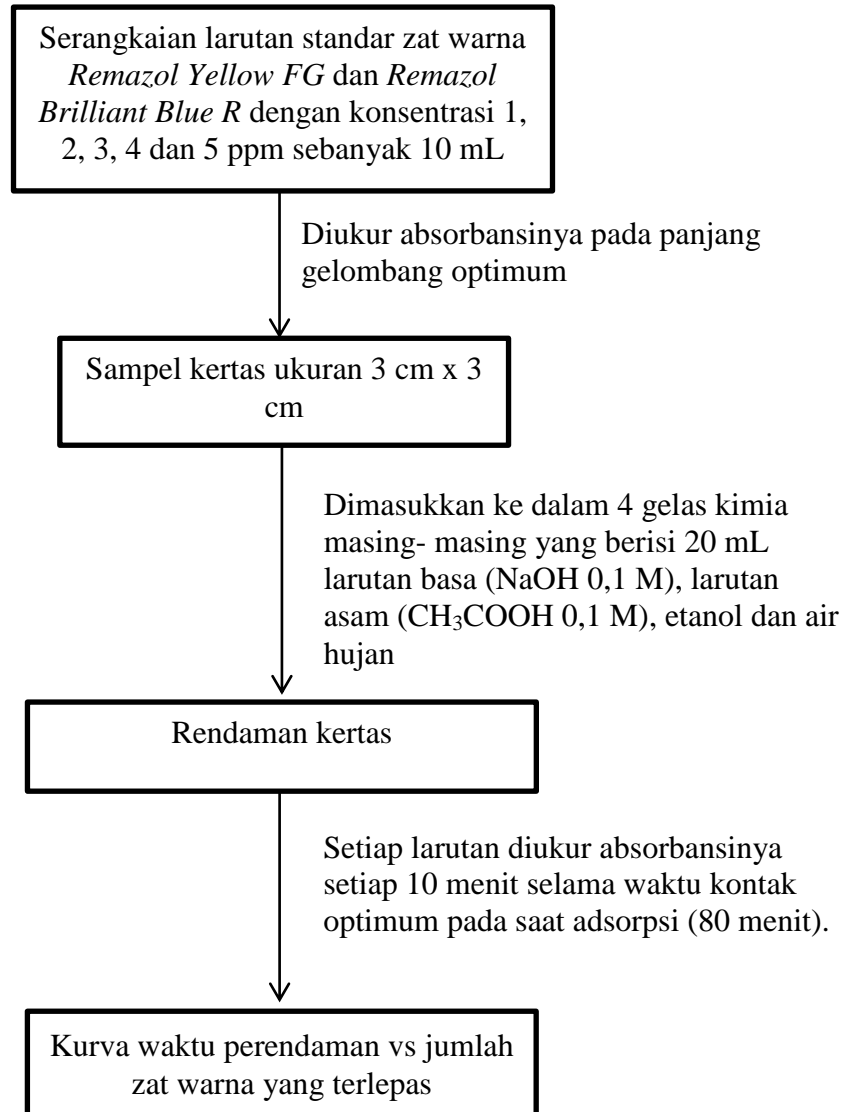
Tahap 10: Pembuatan *pulp* kertas bekas



## Tahap 11: Pembuatan kertas



## Tahap 12 Uji ketahanan warna kertas



## C. Pengolahan Data

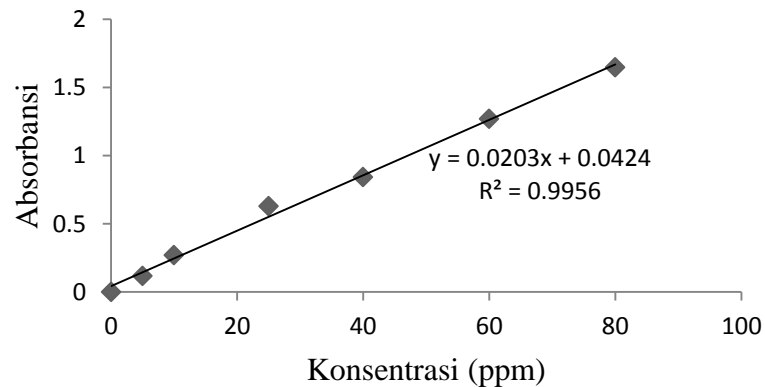
### 1. Optimasi pH

#### a. Variasi pH zat warna *Remazol Yellow FG*

pH	Abs. Sebelum	Abs. Sesudah	C <sub>awal</sub> (ppm)	C <sub>akhir</sub> (ppm)	C <sub>terserap</sub> (ppm)	Adsorptivitas (mg/g)
1	0,896	0,867	42,0492	40,6206	1,4286	0,2857
2	0,882	0,825	40,9756	38,1951	2,7805	0,5561
3	0,889	0,868	34,4017	33,1951	0,9375	0,1825
4	0,904	0,884	38,1621	37,2612	0,9009	0,1801
5	0,909	0,889	35,0794	34,2426	0,8368	0,1673

#### pH 1 larutan zat warna *Remazol Yellow FG*

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
0	0
5	0,116
10	0,269
25	0,629
40	0,842
60	1,269
80	1,646



Persamaan regresi untuk penentuan pH optimal adsorpsi serat daun nanas adalah  $y = 0,0203x + 0,0424$ . Absorbansi awal adalah 0,896, absorbansi ini disubstitusikan dalam persamaan regresi linier sehingga:

$$y = 0,0203x + 0,0424$$

$$0,896 = 0,0203x + 0,0424$$

$$x = 42,0492 \text{ ppm}$$

Absorbansi akhir larutan adalah 0,867, absorbansi ini disubstitusikan dalam persamaan regresi linear sehingga:

$$y = 0,0203x + 0,0424$$

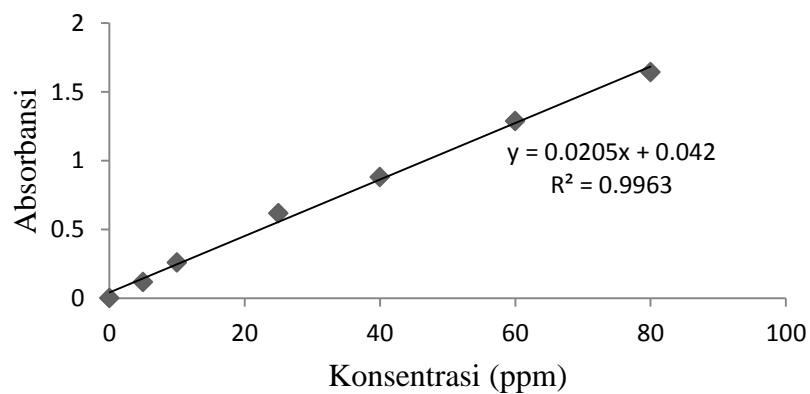
$$0,867 = 0,0203x + 0,0424$$

$$x = 40,6206 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi teradsorpsi (mg/g)} &= \frac{(C_{\text{awal}} - C_{\text{akhir}}) \cdot \text{Volume larutan (L)}}{\text{Massa adsorben (gram)}} \\ &= \frac{(1,4286) \cdot 0,02}{0,1} \\ &= 0,2857 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

pH 2 larutan zat warna *Remazol Yellow FG*

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
0	0
5	0,118
10	0,260
25	0,617
40	0,880
60	1,286
80	1,643



Persamaan regresi untuk penentuan pH optimal adsorpsi serat daun nanas adalah  $y = 0,0205x + 0,042$ . Absorbansi awal adalah 0,882, absorbansi ini disubstitusikan dalam persamaan regresi linier sehingga:

$$y = 0,0205x + 0,042$$

$$0,882 = 0,0205x + 0,042$$

$$x = 40,9756 \text{ ppm}$$

Absorbansi akhir larutan adalah 0,825, absorbansi ini disubstitusikan dalam persamaan regresi linear sehingga:

$$y = 0,0205x + 0,042$$

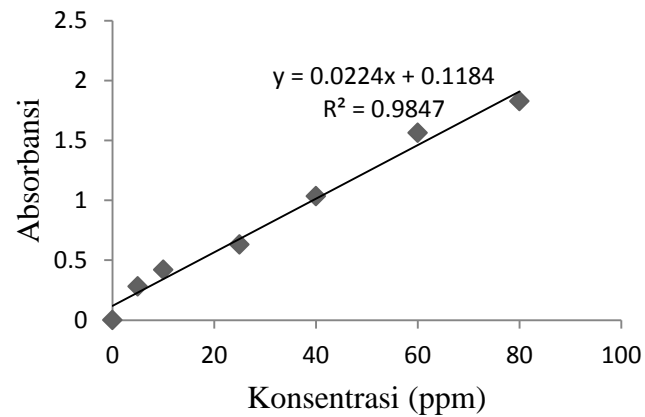
$$0,825 = 0,0205x + 0,042$$

$$x = 38,1951 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi teradsorpsi (mg/g)} &= \frac{(C \text{ awal} - C \text{ akhir}) \cdot \text{Volume larutan (L)}}{\text{Massa adsorben (gram)}} \\ &= \frac{(2,7805) \cdot 0,02}{0,1} \\ &= 0,5561 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

pH 3 larutan zat warna *Remazol Yellow FG*

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
0	0
5	0,282
10	0,419
25	0,631
40	1,034
60	1,562
80	1,826



Persamaan regresi untuk penentuan pH optimal adsorpsi serat daun nanas adalah  $y = 0,0224x + 0,1184$ . Absorbansi awal adalah 0,889, absorbansi ini disubstitusikan dalam persamaan regresi linier sehingga:

$$y = 0,0224x + 0,1184$$

$$0,889 = 0,0224x + 0,1184$$

$$x = 34,4017 \text{ ppm}$$

Absorbansi akhir larutan adalah 0,868, absorbansi ini disubstitusikan dalam persamaan regresi linear sehingga:

$$y = 0,0224x + 0,1184$$

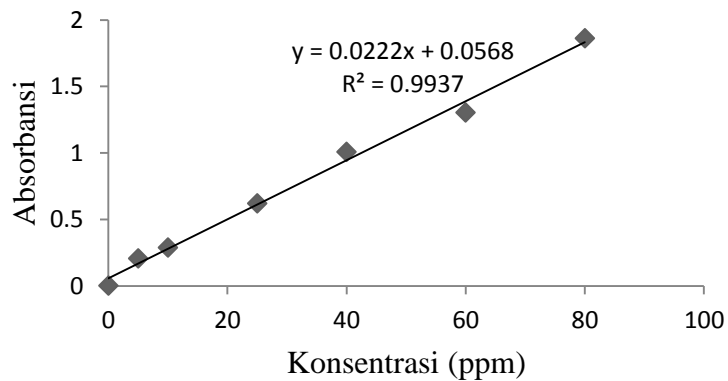
$$0,868 = 0,0224x + 0,1184$$

$$x = 33,4642 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi teradsorpsi (mg/g)} &= \frac{(C_{\text{awal}} - C_{\text{akhir}}) \cdot \text{Volume larutan (L)}}{\text{Massa adsorben (gram)}} \\ &= \frac{(0,9375) \cdot 0,02}{0,1} \\ &= 0,1875 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

pH 4 larutan zat warna *Remazol Yellow FG*

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
0	0
5	0,206
10	0,287
25	0,618
40	1,007
60	1,302
80	1,861



Persamaan regresi untuk penentuan pH optimal adsorpsi serat daun nanas adalah  $y = 0,0222x + 0,0568$ . Absorbansi awal adalah 0,904, absorbansi ini disubstitusikan dalam persamaan regresi linier sehingga:

$$y = 0,0222x + 0,0568$$

$$0,904 = 0,0222x + 0,0568$$

$$x = 38,1621 \text{ ppm}$$

Absorbansi akhir larutan adalah 0,884, absorbansi ini disubstitusikan dalam persamaan regresi linear sehingga:

$$y = 0,0222x + 0,0568$$

$$0,884 = 0,0222x + 0,0568$$

$$x = 37,2612 \text{ ppm}$$

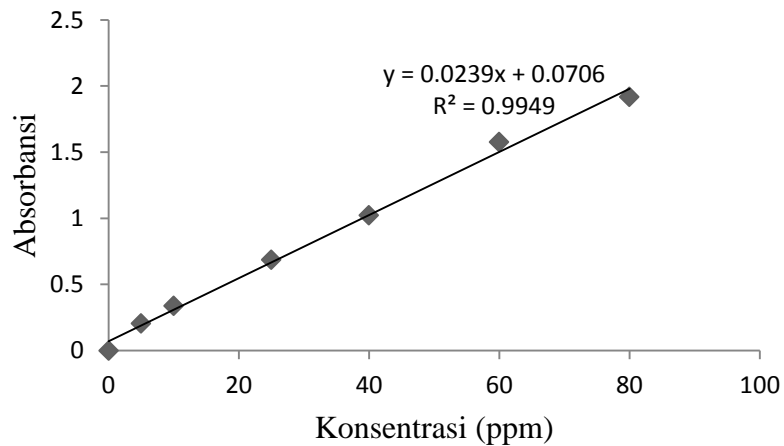
$$\text{Konsentrasi teradsorpsi (mg/g)} = \frac{(C_{\text{awal}} - C_{\text{akhir}}) \cdot \text{Volume larutan (L)}}{\text{Massa adsorben (gram)}}$$

$$= \frac{(0,9009) 0,02}{0,1}$$

$$= 0,1801 \text{ mg/g}$$

pH 5 larutan zat warna *Remazol Yellow FG*

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
0	0
5	0,206
10	0,338
25	0,687
40	1,023
60	1,575
80	1,916



Persamaan regresi untuk penentuan pH optimal adsorpsi serat daun nanas adalah  $y = 0,0239x + 0,0706$ . Absorbansi awal adalah 0,909, absorbansi ini disubstitusikan dalam persamaan regresi linier sehingga:

$$y = 0,0239x + 0,0706$$

$$0,909 = 0,0239x + 0,0706$$

$$x = 35,0794 \text{ ppm}$$

Absorbansi akhir larutan adalah 0,889, absorbansi ini disubstitusikan dalam persamaan regresi linear sehingga:

$$y = 0,0239x + 0,0706$$



$$0,889 = 0,0239x + 0,0706$$

$$x = 34,2426 \text{ ppm}$$

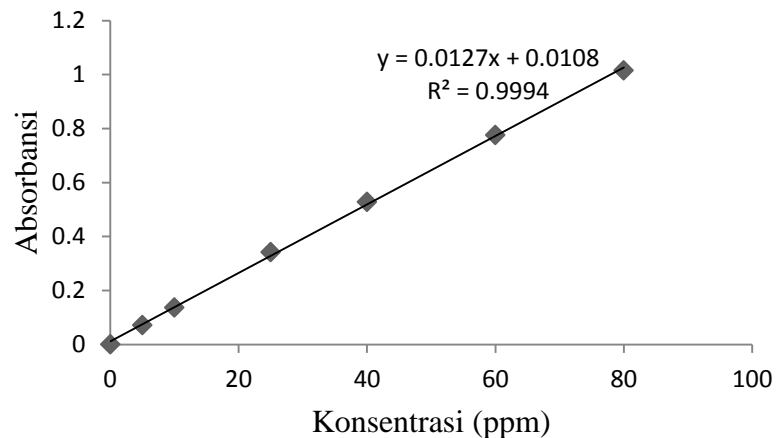
$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi teradsorpsi (mg/g)} &= \frac{(C_{\text{awal}} - C_{\text{akhir}}) \cdot \text{Volume larutan (L)}}{\text{Massa adsorben (gram)}} \\ &= \frac{(0,8368) \cdot 0,02}{0,1} \\ &= 0,1673 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

### b. Variasi pH zat warna *Remazol Brilliant Blue R*

pH	Abs. Sebelum	Abs. Sesudah	C <sub>awal</sub> (ppm)	C <sub>akhir</sub> (ppm)	C <sub>terserap</sub> (ppm)	Adsorptivitas (mg/g)
1	0,508	0,418	39,1496	32,0629	7,0867	1,4173
2	0,521	0,447	38,1954	32,6315	5,5639	1,1127
3	0,533	0,465	35,0551	30,3655	4,6896	0,9379
4	0,522	0,395	35,1118	26,2307	8,8811	1,7762
5	0,549	0,430	36,2624	27,8226	8,4398	1,6879

### pH 1 larutan zat warna *Remazol Brilliant Blue R*

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
0	0
5	0,071
10	0,137
25	0,341
40	0,528
60	0,776
80	1,015



Persamaan regresi untuk penentuan pH optimal adsorpsi serat daun nanas adalah  $y = 0,0127x + 0,0108$ . Absorbansi awal adalah 0,508, absorbansi ini disubstitusikan dalam persamaan regresi linier sehingga:

$$y = 0,0127x + 0,0108$$

$$0,508 = 0,0127x + 0,0108$$

$$x = 39,1496 \text{ ppm}$$

Absorbansi akhir larutan adalah 0,418, absorbansi ini disubstitusikan dalam persamaan regresi linear sehingga:

$$y = 0,0127x + 0,0108$$

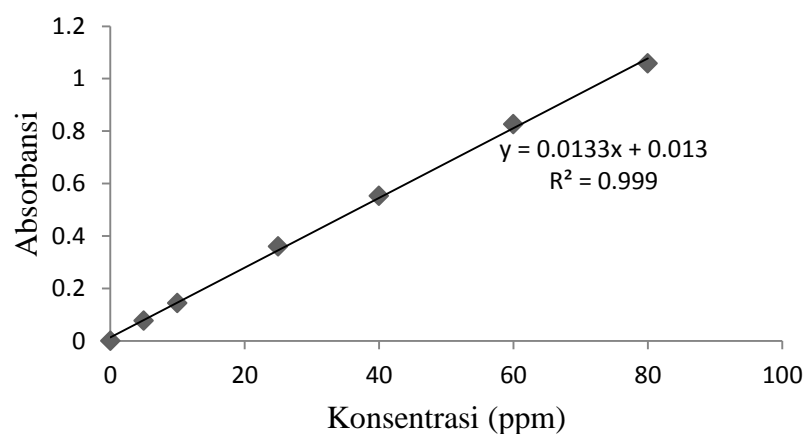
$$0,418 = 0,0127x + 0,0108$$

$$x = 32,0629 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi teradsorpsi (mg/g)} &= \frac{(C \text{ awal} - C \text{ akhir}) \cdot \text{Volume larutan (L)}}{\text{Massa adsorben (gram)}} \\ &= \frac{(7,0867) \cdot 0,02}{0,1} \\ &= 1,4173 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

pH 2 larutan zat warna *Remazol Brilliant Blue R*

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
0	0
5	0,077
10	0,144
25	0,360
40	0,553
60	0,826
80	1,059



Persamaan regresi untuk penentuan pH optimal adsorpsi serat daun nanas adalah  $y = 0,0133x + 0,013$ . Absorbansi awal adalah 0,521, absorbansi ini disubstitusikan dalam persamaan regresi linier sehingga:

$$y = 0,0133x + 0,013$$

$$0,521 = 0,0133x + 0,013$$

$$x = 38,1954$$

Absorbansi akhir larutan adalah 0,447, absorbansi ini disubstitusikan dalam persamaan regresi linear sehingga:

$$y = 0,0133x + 0,013$$

$$0,447 = 0,0133x + 0,013$$

$$x = 32,6315$$

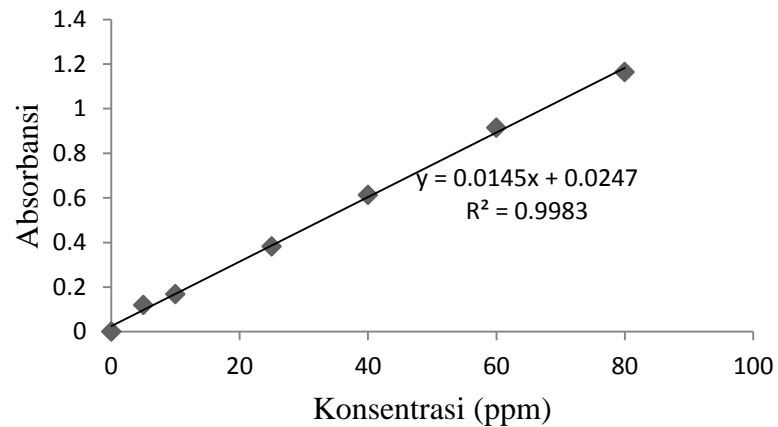
$$\text{Konsentrasi teradsorpsi (mg/g)} = \frac{(C_{\text{awal}} - C_{\text{akhir}}) \cdot \text{Volume larutan (L)}}{\text{Massa adsorben (gram)}}$$

$$= \frac{(5,5639) 0,02}{0,1}$$

$$= 1,1127 \text{ mg/g}$$

pH 3 larutan zat warna *Remazol Brilliant Blue R*

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
0	0
5	0,119
10	0,168
25	0,381
40	0,612
60	0,913
80	1,164



Persamaan regresi untuk penentuan pH optimal adsorpsi serat daun nanas adalah  $y = 0,0145x + 0,0247$ . Absorbansi awal adalah 0,533, absorbansi ini disubstitusikan dalam persamaan regresi linier sehingga:

$$y = 0,0145x + 0,0247$$

$$0,533 = 0,0145x + 0,0247$$

$$x = 35,0551 \text{ ppm}$$

Absorbansi akhir larutan adalah 0,465, absorbansi ini disubstitusikan dalam persamaan regresi linear sehingga:

$$y = 0,0145x + 0,0247$$

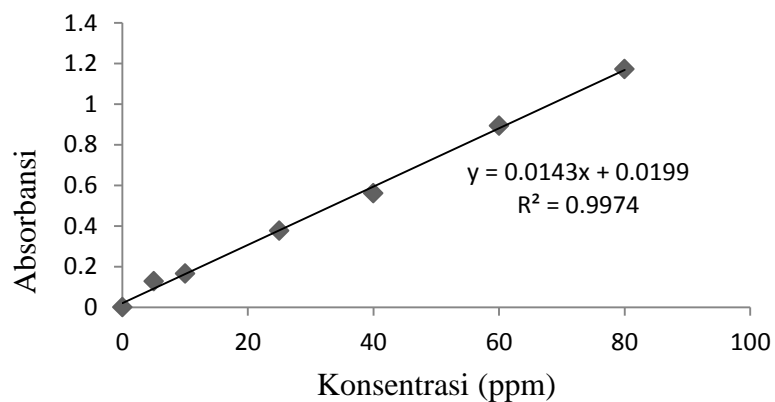
$$0,465 = 0,0145x + 0,0247$$

$$x = 30,3655 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi teradsorpsi (mg/g)} &= \frac{(C_{\text{awal}} - C_{\text{akhir}}) \cdot \text{Volume larutan (L)}}{\text{Massa adsorben (gram)}} \\ &= \frac{(4,6896) \cdot 0,02}{0,1} \\ &= 0,9379 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

pH 4 larutan zat warna *Remazol Brilliant Blue R*

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
0	0
5	0,127
10	0,165
25	0,376
40	0,561
60	0,893
80	1,172



Persamaan regresi untuk penentuan pH optimal adsorpsi serat daun nanas adalah  $y = 0,0143x + 0,0199$ . Absorbansi awal adalah 0,522, absorbansi ini disubstitusikan dalam persamaan regresi linier sehingga:

$$y = 0,0143x + 0,0199$$

$$0,522 = 0,0143x + 0,0199$$

$$x = 35,1118 \text{ ppm}$$

Absorbansi akhir larutan adalah 0,395, absorbansi ini disubstitusikan dalam persamaan regresi linear sehingga:

$$y = 0,0143x + 0,0199$$

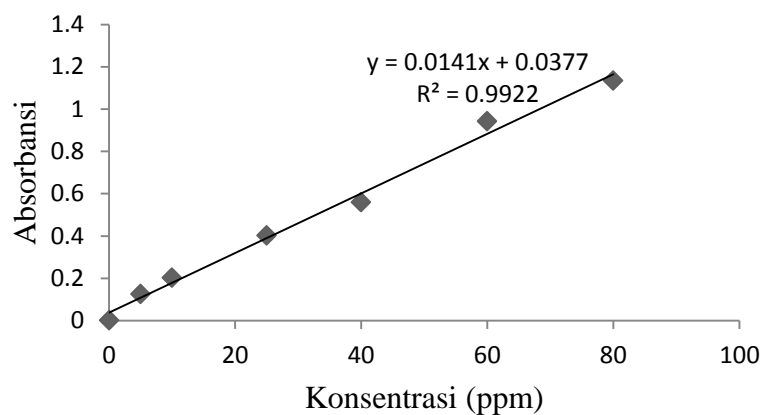
$$0,395 = 0,0143x + 0,0199$$

$$x = 26,2307 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi teradsorpsi (mg/g)} &= \frac{(C_{\text{awal}} - C_{\text{akhir}}) \cdot \text{Volume larutan (L)}}{\text{Massa adsorben (gram)}} \\ &= \frac{(8,8811) \cdot 0,02}{0,1} \\ &= 1,7762 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

pH 5 larutan zat warna *Remazol Brilliant Blue R*

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
0	0
5	0,125
10	0,202
25	0,401
40	0,559
60	0,941
80	1,134



Persamaan regresi untuk penentuan pH optimal adsorpsi serat daun nanas adalah  $y = 0,0141x + 0,0377$ . Absorbansi awal adalah 0,549, absorbansi ini disubstitusikan dalam persamaan regresi linier sehingga:

$$y = 0,0141x + 0,0377$$

$$0,549 = 0,0141x + 0,0377$$

$$x = 36,2624 \text{ ppm}$$

Absorbansi akhir larutan adalah 0,430, absorbansi ini disubstitusikan dalam persamaan regresi linear sehingga:

$$y = 0,0141x + 0,0377$$

$$0,430 = 0,0141x + 0,0377$$

$$x = 27,8226 \text{ ppm}$$

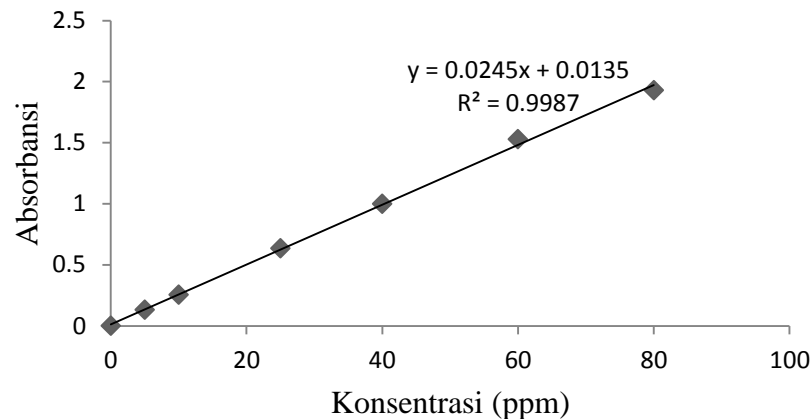
$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi teradsorpsi (mg/g)} &= \frac{(C_{\text{awal}} - C_{\text{akhir}}) \cdot \text{Volume larutan (L)}}{\text{Massa adsorben (gram)}} \\ &= \frac{(8,4398) \cdot 0,02}{0,1} \\ &= 1,6879 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

## 2. Optimasi Waktu Kontak

### a. Variasi waktu kontak zat warna *Remazol Yellow FG*

Waktu kontak (menit)	Abs. Sebelum	Abs. Sesudah	C <sub>awal</sub> (ppm)	C <sub>akhir</sub> (ppm)	C <sub>terserap</sub> (ppm)	Adsorptivitas (mg/g)
5	0,898	0,096	36,1020	3,3673	32,7347	6,5469
10	0,898	0,179	36,1020	6,7551	29,3469	5,8693
40	0,898	0,078	36,1020	2,6326	33,4694	6,6938
80	0,898	0,049	36,1020	1,4489	34,6531	6,9306
120	0,898	0,032	36,1020	0,7551	35,3469	7,0693

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
0	0
5	0,131
10	0,254
25	0,634
40	1,000
60	1,528
80	1,930



Persamaan regresi untuk penentuan waktu kontak optimal adsorpsi serat daun nanas adalah  $y = 0,0245x + 0,0135$ . Absorbansi awal adalah 0,898, absorbansi ini disubstitusikan dalam persamaan regresi linier sehingga:

$$y = 0,0245x + 0,0135$$

$$0,898 = 0,0245x + 0,0135$$

$$x = 36,1020 \text{ ppm}$$

#### **Waktu kontak 5 menit**

Absorbansi akhir larutan adalah 0,096, absorbansi ini disubstitusikan dalam persamaan regresi linear sehingga:

$$y = 0,0245x + 0,0135$$

$$0,096 = 0,0245x + 0,0135$$

$$x = 3,3673 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi teradsorpsi (mg/g)} &= \frac{(C_{\text{awal}} - C_{\text{akhir}}) \cdot \text{Volume larutan (L)}}{\text{Massa adsorben (gram)}} \\ &= \frac{(32,7347) \cdot 0,02}{0,1} \\ &= 6,5469 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

#### **Waktu kontak 10 menit**

Absorbansi akhir larutan adalah 0,179, absorbansi ini disubstitusikan dalam persamaan regresi linear sehingga:

$$y = 0,0245x + 0,0135$$

$$0,179 = 0,0245x + 0,0135$$



$$x = 6,7551 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi teradsorpsi (mg/g)} &= \frac{(C \text{ awal} - C \text{ akhir}) \cdot \text{Volume larutan (L)}}{\text{Massa adsorben (gram)}} \\ &= \frac{(29,3469) 0,02}{0,1} \\ &= 5,8693 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

#### **Waktu kontak 40 menit**

Absorbansi akhir larutan adalah 0,078, absorbansi ini disubstitusikan dalam persamaan regresi linear sehingga:

$$y = 0,0245x + 0,0135$$

$$0,078 = 0,0245x + 0,0135$$

$$x = 2,6326 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi teradsorpsi (mg/g)} &= \frac{(C \text{ awal} - C \text{ akhir}) \cdot \text{Volume larutan (L)}}{\text{Massa adsorben (gram)}} \\ &= \frac{(33,4694) 0,02}{0,1} \\ &= 6,6938 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

#### **Waktu kontak 80 menit**

Absorbansi akhir larutan adalah 0,049, absorbansi ini disubstitusikan dalam persamaan regresi linear sehingga:

$$y = 0,0245x + 0,0135$$

$$0,049 = 0,0245x + 0,0135$$

$$x = 1,4489 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi teradsorpsi (mg/g)} &= \frac{(C \text{ awal} - C \text{ akhir}) \cdot \text{Volume larutan (L)}}{\text{Massa adsorben (gram)}} \\ &= \frac{(34,6531) 0,02}{0,1} \\ &= 6,9306 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

#### **Waktu kontak 120 menit**

Absorbansi akhir larutan adalah 0,032, absorbansi ini disubstitusikan dalam persamaan regresi linear sehingga:

$$y = 0,0245x + 0,0135$$

$$0,032 = 0,0245x + 0,0135$$

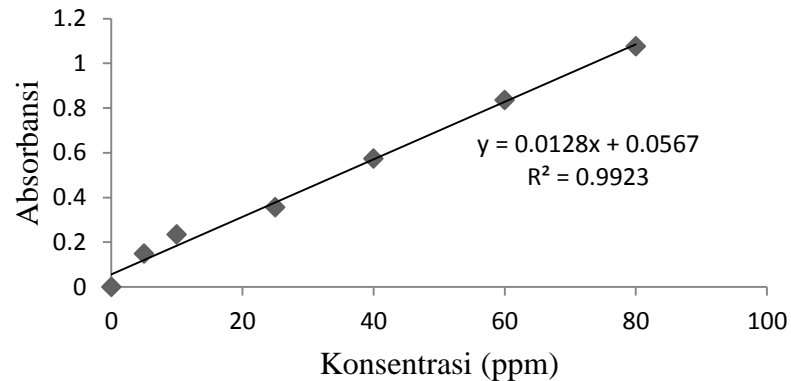
$$x = 0,7551 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi teradsorpsi (mg/g)} &= \frac{(C_{\text{awal}} - C_{\text{akhir}}) \cdot \text{Volume larutan (L)}}{\text{Massa adsorben (gram)}} \\ &= \frac{(35,3469) - 0,02}{0,1} \\ &= 7,0693 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

**b. Variasi waktu kontak zat warna *Remazol Brilliant Blue R***

Waktu kontak (menit)	Abs. Sebelum	Abs. Sesudah	C <sub>awal</sub> (ppm)	C <sub>akhir</sub> (ppm)	C <sub>terserap</sub> (ppm)	Adsorptivitas (mg/g)
5	0,479	0,520	37,2890	36,1953	1,0937	0,2187
10	0,479	0,520	37,2890	36,1953	1,0937	0,2187
40	0,479	0,503	37,2890	34,8671	2,4219	0,4843
80	0,479	0,487	37,2890	33,6171	3,6719	0,7343
120	0,479	0,522	37,2890	36,3515	0,9375	0,1875

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
0	0
5	0,148
10	0,234
25	0,356
40	0,574
60	0,835
80	1,076



Persamaan regresi untuk penentuan waktu kontak optimal adsorpsi serat daun nanas adalah  $y = 0,0128x + 0,0567$ . Absorbansi awal adalah 0,534, absorbansi ini disubstitusikan dalam persamaan regresi linier sehingga:

$$y = 0,0128x + 0,0567$$

$$0,534 = 0,0128x + 0,0567$$

$$x = 37,2890 \text{ ppm}$$

#### **Waktu kontak 5 menit**

Absorbansi akhir larutan adalah 0,520, absorbansi ini disubstitusikan dalam persamaan regresi linear sehingga:

$$y = 0,0128x + 0,0567$$

$$0,520 = 0,0128x + 0,0567$$

$$x = 36,1953 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi teradsorpsi (mg/g)} &= \frac{(C_{\text{awal}} - C_{\text{akhir}}) \cdot \text{Volume larutan (L)}}{\text{Massa adsorben (gram)}} \\ &= \frac{(1,0937) \cdot 0,02}{0,1} \\ &= 0,2187 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

#### **Waktu kontak 10 menit**

Absorbansi akhir larutan adalah 0,520, absorbansi ini disubstitusikan dalam persamaan regresi linear sehingga:

$$y = 0,0128x + 0,0567$$

$$0,520 = 0,0128x + 0,0567$$

$$x = 36,1953 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi teradsorpsi (mg/g)} &= \frac{(C_{\text{awal}} - C_{\text{akhir}}) \cdot \text{Volume larutan (L)}}{\text{Massa adsorben (gram)}} \\ &= \frac{(1,0937) \cdot 0,02}{0,1} \\ &= 0,2187 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

#### **Waktu kontak 40 menit**

Absorbansi akhir larutan adalah 0,503, absorbansi ini disubstitusikan dalam persamaan regresi linear sehingga:

$$y = 0,0128x + 0,0567$$

$$0,503 = 0,0128x + 0,0567$$

$$x = 34,8671 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi teradsorpsi (mg/g)} &= \frac{(C_{\text{awal}} - C_{\text{akhir}}) \cdot \text{Volume larutan (L)}}{\text{Massa adsorben (gram)}} \\ &= \frac{(2,4219) \cdot 0,02}{0,1} \\ &= 0,4843 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

#### **Waktu kontak 80 menit**

Absorbansi akhir larutan adalah 0,487, absorbansi ini disubstitusikan dalam persamaan regresi linear sehingga:

$$y = 0,0128x + 0,0567$$

$$0,487 = 0,0128x + 0,0567$$

$$x = 33,6171 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi teradsorpsi (mg/g)} &= \frac{(C_{\text{awal}} - C_{\text{akhir}}) \cdot \text{Volume larutan (L)}}{\text{Massa adsorben (gram)}} \\ &= \frac{(3,6719) \cdot 0,02}{0,1} \\ &= 0,7343 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

#### **Waktu kontak 120 menit**

Absorbansi akhir larutan adalah 0,522, absorbansi ini disubstitusikan dalam persamaan regresi linear sehingga:

$$y = 0,0128x + 0,0567$$

$$0,522 = 0,0128x + 0,0567$$

$$x = 36,3515 \text{ ppm}$$

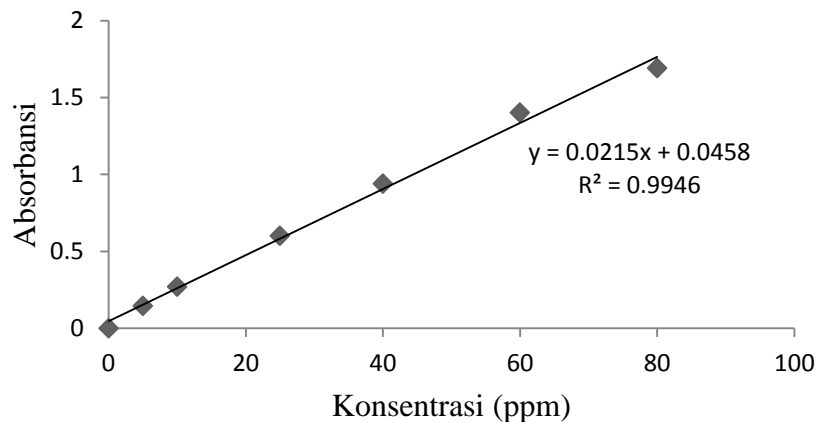
$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi teradsorpsi (mg/g)} &= \frac{(C_{\text{awal}} - C_{\text{akhir}}) \cdot \text{Volume larutan (L)}}{\text{Massa adsorben (gram)}} \\ &= \frac{(0,9375) \cdot 0,02}{0,1} \\ &= 0,1875 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

### 3. Optimasi Konsentrasi

#### a. Optimasi konsentrasi zat warna *Remazol Yellow FG*

Konsentrasi (ppm)	Abs. Sebelum	Abs. Sesudah	C <sub>awal</sub> (ppm)	C <sub>akhir</sub> (ppm)	C <sub>terserap</sub> (ppm)	Adsorptivitas (mg/g)
70	1,485	1,360	66,9395	61,1255	5,814	1,1628
100	0,280	1,800	108,930	81,5906	27,3394	5,4678
150	0,379	1,766	154,976	80,0093	74,9667	14,9933
200	0,549	2,153	234,046	98,0093	136,0367	27,2073
250	0,631	3,169	272,186	145,2651	126,9209	25,3841

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
0	0
5	0,145
10	0,269
25	0,601
40	0,939
60	1,401
80	1,691



### Konsentrasi 70 ppm

Persamaan regresi untuk penentuan konsentrasi optimal adsorpsi serat daun nanas adalah  $y = 0,0215x + 0,0458$ . Absorbansi awal adalah 1,485, absorbansi ini disubstitusikan dalam persamaan regresi linier sehingga:

$$y = 0,0215x + 0,0458$$

$$1,485 = 0,0215x + 0,0458$$

$$x = 66,9395 \text{ ppm}$$

Absorbansi akhir larutan adalah 1,360, absorbansi ini disubstitusikan dalam persamaan regresi linear sehingga:

$$y = 0,0215x + 0,0458$$

$$1,360 = 0,0215x + 0,0458$$

$$x = 61,1255 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi teradsorpsi (mg/g)} &= \frac{(C_{\text{awal}} - C_{\text{akhir}}) \cdot \text{Volume larutan (L)}}{\text{Massa adsorben (gram)}} \\ &= \frac{(5,814) \cdot 0,02}{0,1} \\ &= 1,1628 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

### Konsentrasi 100 ppm

Persamaan regresi untuk penentuan konsentrasi optimal adsorpsi serat daun nanas adalah  $y = 0,0215x + 0,0458$ . Absorbansi awal adalah 0,280 (pengenceran 10 kali), absorbansi ini disubstitusikan dalam persamaan regresi linier sehingga:

$$y = 0,0215x + 0,0458$$

$$1,956 = 0,0215x + 0,0458$$

$$x = 10,8930 \text{ ppm}$$

Konsentrasi diencerkan 10 kali maka konsentrasi awal menjadi 108,930

Absorbansi akhir larutan adalah 1,800, absorbansi ini disubstitusikan dalam persamaan regresi linear sehingga:

$$y = 0,0215x + 0,0458$$

$$1,800 = 0,0215x + 0,0458$$

$$x = 81,5906 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi teradsorpsi (mg/g)} &= \frac{(C \text{ awal} - C \text{ akhir}) \cdot \text{Volume larutan (L)}}{\text{Massa adsorben (gram)}} \\ &= \frac{(27,3394) \cdot 0,02}{0,1} \\ &= 5,4678 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

### **Konsentrasi 150 ppm**

Persamaan regresi untuk penentuan konsentrasi optimal adsorpsi serat daun nanas adalah  $y = 0,0215x + 0,0458$ . Absorbansi awal adalah 0,379 (pengenceran 10 kali), absorbansi ini disubstitusikan dalam persamaan regresi linier sehingga:

$$y = 0,0215x + 0,0458$$

$$0,379 = 0,0215x + 0,0458$$

$$x = 15,4976 \text{ ppm}$$

Konsentrasi diencerkan 10 kali maka konsentrasi awalnya menjadi 154,976

Absorbansi akhir larutan adalah 1,766, absorbansi ini disubstitusikan dalam persamaan regresi linear sehingga:

$$y = 0,0215x + 0,0458$$

$$1,766 = 0,0215x + 0,0458$$

$$x = 80,0093 \text{ ppm}$$

$$\text{Konsentrasi teradsorpsi (mg/g)} = \frac{(C \text{ awal} - C \text{ akhir}) \cdot \text{Volume larutan (L)}}{\text{Massa adsorben (gram)}}$$

$$= \frac{(74,9667) 0,02}{0,1}$$

$$= 14,9933 \text{ mg/g}$$

### **Konsentrasi 200 ppm**

Persamaan regresi untuk penentuan konsentrasi optimal adsorpsi serat daun nanas adalah  $y = 0,0215x + 0,0458$ . Absorbansi awal adalah 0,549 (pengenceran 10 kali), absorbansi ini disubstitusikan dalam persamaan regresi linier sehingga:

$$y = 0,0215x + 0,0458$$

$$0,549 = 0,0215x + 0,0458$$

$$x = 23,4046 \text{ ppm}$$

Konsentrasi diencerkan 10 kali maka konsentrasi awalnya menjadi 234,046

Absorbansi akhir larutan adalah 2,153, absorbansi ini disubstitusikan dalam persamaan regresi linear sehingga:

$$y = 0,0215x + 0,0458$$

$$2,153 = 0,0215x + 0,0458$$

$$x = 98,0093 \text{ ppm}$$

$$\text{Konsentrasi teradsorpsi (mg/g)} = \frac{(C \text{ awal} - C \text{ akhir}) \cdot \text{Volume larutan (L)}}{\text{Massa adsorben (gram)}}$$

$$= \frac{(136,0367) 0,02}{0,1}$$

$$= 27,2073 \text{ mg/g}$$

### **Konsentrasi 250 ppm**

Persamaan regresi untuk penentuan konsentrasi optimal adsorpsi serat daun nanas adalah  $y = 0,0215x + 0,0458$ . Absorbansi awal adalah 0,631 (pengenceran 10 kali), absorbansi ini disubstitusikan dalam persamaan regresi linier sehingga:

$$y = 0,0215x + 0,0458$$

$$0,631 = 0,0215x + 0,0458$$

$$x = 27,2186 \text{ ppm}$$

Konsentrasi diencerkan 10 kali maka konsentrasi awalnya menjadi 272,186



Absorbansi akhir larutan adalah 3,169, absorbansi ini disubstitusikan dalam persamaan regresi linear sehingga:

$$y = 0,0215x + 0,0458$$

$$3,169 = 0,0215x + 0,0458$$

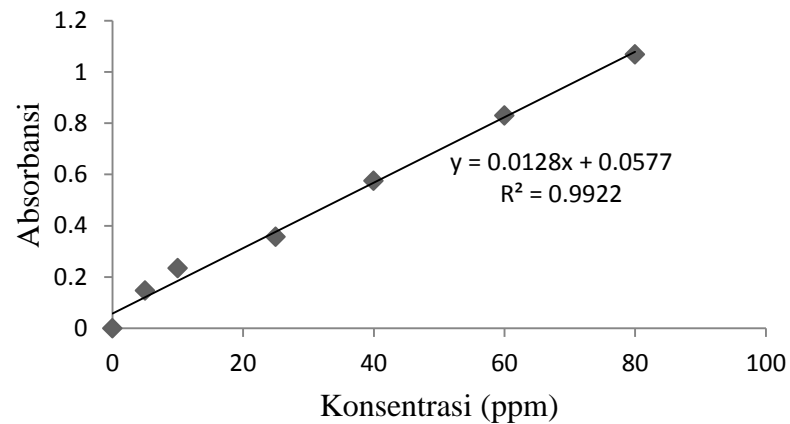
$$x = 145,2651 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi teradsorpsi (mg/g)} &= \frac{(C_{\text{awal}} - C_{\text{akhir}}) \cdot \text{Volume larutan (L)}}{\text{Massa adsorben (gram)}} \\ &= \frac{(126,9206) \cdot 0,02}{0,1} \\ &= 25,3841 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

#### b. Optimasi konsentrasi zat warna *Remazol Brilliant Blue R*

Konsentrasi (ppm)	Abs. Sebelum	Abs. Sesudah	C <sub>awal</sub> (ppm)	C <sub>akhir</sub> (ppm)	C <sub>terserap</sub> (ppm)	Adsorptivitas (mg/g)
20	0,236	0,230	13,9296	13,4609	0,4687	0,0937
40	0,579	0,391	40,7265	26,0390	14,6875	2,9375
70	0,905	0,815	66,1953	59,1640	7,0313	1,4062
100	0,142	0,832	65,859	60,4921	5,3669	1,0733
150	0,217	1,635	124,453	123,2265	1,2265	0,2453

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
0	0
5	0,147
10	0,234
25	0,356
40	0,575
60	0,830
80	1,068



### Konsentrasi 20 ppm

Persamaan regresi untuk penentuan konsentrasi optimal adsorpsi serat daun nanas adalah  $y = 0,0128x + 0,0577$ . Absorbansi awal adalah 0,236, absorbansi ini disubstitusikan dalam persamaan regresi linier sehingga:

$$y = 0,0128x + 0,0577$$

$$0,236 = 0,0128x + 0,0577$$

$$x = 13,9296 \text{ ppm}$$

Absorbansi akhir larutan adalah 0,230, absorbansi ini disubstitusikan dalam persamaan regresi linear sehingga:

$$y = 0,0128x + 0,0577$$

$$0,230 = 0,0128x + 0,0577$$

$$x = 13,4609 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi teradsorpsi (mg/g)} &= \frac{(C_{\text{awal}} - C_{\text{akhir}}) \cdot \text{Volume larutan (L)}}{\text{Massa adsorben (gram)}} \\ &= \frac{(0,4687) \cdot 0,02}{0,1} \\ &= 0,0937 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

**Konsentrasi 40 ppm**

Persamaan regresi untuk penentuan konsentrasi optimal adsorpsi serat daun nanas adalah  $y = 0,0128x + 0,0577$ . Absorbansi awal adalah 0,579, absorbansi ini disubstitusikan dalam persamaan regresi linier sehingga:

$$y = 0,0128x + 0,0577$$

$$0,579 = 0,0128x + 0,0577$$

$$x = 40,7265 \text{ ppm}$$

Absorbansi akhir larutan adalah 0,391, absorbansi ini disubstitusikan dalam persamaan regresi linear sehingga:

$$y = 0,0128x + 0,0577$$

$$0,391 = 0,0128x + 0,0577$$

$$x = 26,0390 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi teradsorpsi (mg/g)} &= \frac{(C \text{ awal} - C \text{ akhir}) \cdot \text{Volume larutan (L)}}{\text{Massa adsorben (gram)}} \\ &= \frac{(14,6875) 0,02}{0,1} \\ &= 2,9375 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

**Konsentrasi 70 ppm**

Persamaan regresi untuk penentuan konsentrasi optimal adsorpsi serat daun nanas adalah  $y = 0,0128x + 0,0577$ . Absorbansi awal adalah 0,905, absorbansi ini disubstitusikan dalam persamaan regresi linier sehingga:

$$y = 0,0128x + 0,0577$$

$$0,905 = 0,0128x + 0,0577$$

$$x = 66,1953 \text{ ppm}$$

Absorbansi akhir larutan adalah 0,815, absorbansi ini disubstitusikan dalam persamaan regresi linear sehingga:

$$y = 0,0128x + 0,0577$$

$$0,815 = 0,0128x + 0,0577$$

$$x = 59,1640 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Konsentrasi teradsorpsi (mg/g)} &= \frac{(C \text{ awal} - C \text{ akhir}) \cdot \text{Volume larutan (L)}}{\text{Massa adsorben (gram)}} \\
 &= \frac{(7,0313) 0,02}{0,1} \\
 &= 1,4062 \text{ mg/g}
 \end{aligned}$$

### **Konsentrasi 100 ppm**

Persamaan regresi untuk penentuan konsentrasi optimal adsorpsi serat daun nanas adalah  $y = 0,0128x + 0,0577$ . Absorbansi awal adalah 0,142 (pengenceran 10 kali), absorbansi ini disubstitusikan dalam persamaan regresi linier sehingga:

$$y = 0,0128x + 0,0577$$

$$0,142 = 0,0128x + 0,0577$$

$$x = 6,5859 \text{ ppm}$$

Konsentrasi diencerkan 10 kali maka konsentrasi awalnya menjadi 65,859

Absorbansi akhir larutan adalah 0,832, absorbansi ini disubstitusikan dalam persamaan regresi linear sehingga:

$$y = 0,0128x + 0,0577$$

$$0,832 = 0,0128x + 0,0577$$

$$x = 60,4921 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Konsentrasi teradsorpsi (mg/g)} &= \frac{(C \text{ awal} - C \text{ akhir}) \cdot \text{Volume larutan (L)}}{\text{Massa adsorben (gram)}} \\
 &= \frac{(5,3669) 0,02}{0,1} \\
 &= 1,0733 \text{ mg/g}
 \end{aligned}$$

### **Konsentrasi 150 ppm**

Persamaan regresi untuk penentuan konsentrasi optimal adsorpsi serat daun nanas adalah  $y = 0,0128x + 0,0577$ . Absorbansi awal adalah 0,217 (pengenceran 10 kali), absorbansi ini disubstitusikan dalam persamaan regresi linier sehingga:

$$y = 0,0128x + 0,0577$$

$$0,217 = 0,0128x + 0,0577$$

$$x = 12,4453 \text{ ppm}$$

Konsentrasi diencerkan 10 kali maka konsentrasi awalnya menjadi 124,453

Absorbansi akhir larutan adalah 1,635, absorbansi ini disubstitusikan dalam persamaan regresi linear sehingga:

$$y = 0,0128x + 0,0577$$

$$1,635 = 0,0128x + 0,0577$$

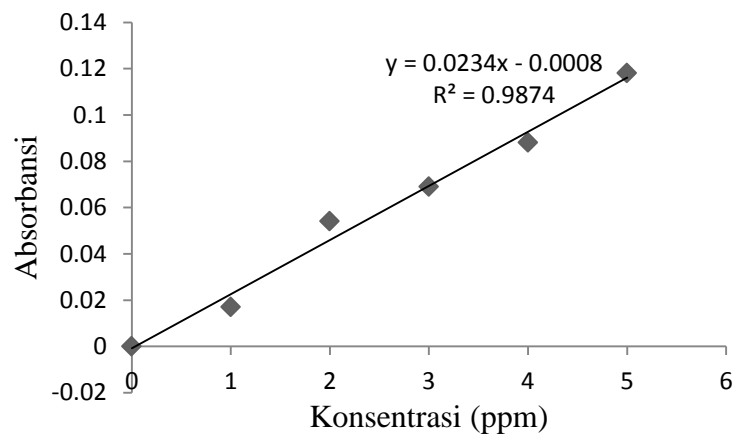
$$x = 123,2265 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi teradsorpsi (mg/g)} &= \frac{(C_{\text{awal}} - C_{\text{akhir}}) \cdot \text{Volume larutan (L)}}{\text{Massa adsorben (gram)}} \\ &= \frac{(1,2265) \cdot 0,02}{0,1} \\ &= 0,2453 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

#### 4. Uji Ketahanan Warna Kertas

##### *Remazol yellow FG*

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
1	0,017
2	0,054
3	0,069
4	0,088
5	0,118



**Perendaman dalam NaOH**

Waktu (menit)	Absorbansi	Jumlah zat warna yang terlepas (mg)
0	0	0
10	0,024	0,0211
20	0,032	0,0280
30	0,036	0,0314
40	0,05	0,0434
50	0,051	0,0442
60	0,052	0,0451
70	0,062	0,0536
80	0,063	0,0545

Persamaan regresi untuk penentuan banyaknya zat warna (konsentrasi) yang terlepas dari kertas pada perlakuan perendaman NaOH

$$y = 0,0234x - 0,0008$$

**Waktu perendaman 10 menit absorbansi 0,024**

$$y = 0,0234x - 0,0008$$

$$0,024 = 0,0234x - 0,0008$$

$$x = 1,0598 \text{ ppm}$$

Jumlah zat yang terlepas dalam 20 mL larutan perendam =  $1,0598 \cdot 0,02 = 0,0211 \text{ mg}$ .

**Waktu perendaman 20 menit absorbansi 0,032**

$$y = 0,0234x - 0,0008$$

$$0,032 = 0,0234x - 0,0008$$

$$x = 1,4017 \text{ ppm}$$

Jumlah zat yang terlepas dalam 20 mL larutan perendam =  $1,4017 \cdot 0,02 = 0,0280 \text{ mg}$ .

**Waktu perendaman 30 menit absorbansi 0,036**

$$y = 0,0234x - 0,0008$$

$$0,036 = 0,0234x - 0,0008$$

$$x = 1,5726 \text{ ppm}$$

Jumlah zat yang terlepas dalam 20 mL larutan perendam =  $1,5726 \cdot 0,02 = 0,0314 \text{ mg}$ .

**Waktu perendaman 40 menit absorbansi 0,05**

$$y = 0,0234x - 0,0008$$

$$0,05 = 0,0234x - 0,0008$$

$$x = 2,1709 \text{ ppm}$$

Jumlah zat yang terlepas dalam 20 mL larutan perendam =  $2,1709 \cdot 0,02 = 0,0434 \text{ mg}$ .

**Waktu perendaman 50 menit absorbansi 0,051**

$$y = 0,0234x - 0,0008$$

$$0,051 = 0,0234x - 0,0008$$

$$x = 2,2136 \text{ ppm}$$

Jumlah zat yang terlepas dalam 20 mL larutan perendam =  $2,2136 \cdot 0,02 = 0,0442 \text{ mg}$ .

**Waktu perendaman 60 menit absorbansi 0,052**

$$y = 0,0234x - 0,0008$$

$$0,052 = 0,0234x - 0,0008$$

$$x = 2,2564 \text{ ppm}$$

Jumlah zat yang terlepas dalam 20 mL larutan perendam =  $2,2564 \cdot 0,02 = 0,0451 \text{ mg}$ .

**Waktu perendaman 70 menit absorbansi 0,062**

$$y = 0,0234x - 0,0008$$

$$0,062 = 0,0234x - 0,0008$$

$$x = 2,6837 \text{ ppm}$$

Jumlah zat yang terlepas dalam 20 mL larutan perendam =  $2,6873 \cdot 0,02 = 0,0537 \text{ mg}$ .

**Waktu perendaman 80 menit absorbansi 0,063**

$$y = 0,0234x - 0,0008$$

$$0,063 = 0,0234x - 0,0008$$

$$x = 2,7264 \text{ ppm}$$

Jumlah zat yang terlepas dalam 20 mL larutan perendam =  $2,7264 \cdot 0,02 = 0,0545 \text{ mg}$ .

### Perendaman dalam CH<sub>3</sub>COOH

Waktu (menit)	Absorbansi	Jumlah zat warna yang terlepas (mg)
0	0	0
10	ND	ND
20	ND	ND
30	ND	ND
40	ND	ND
50	ND	ND
60	0,005	0,0049
70	0,005	0,0049
80	0,005	0,0049

Persamaan regresi untuk penentuan banyaknya zat warna (konsentrasi) yang terlepas dari kertas pada perlakuan perendaman CH<sub>3</sub>COOH

$$y = 0,0234x - 0,0008$$

**Waktu perendaman 60, 70 dan 80 menit absorbansi 0,005**

$$y = 0,0234x - 0,0008$$

$$0,005 = 0,0234x - 0,0008$$

$$x = 0,2478 \text{ ppm}$$

Jumlah zat yang terlepas dalam 20 mL larutan perendam =  $0,2478 \cdot 0,02 = 0,0049 \text{ mg}$ .

### Perendaman dalam etanol

Waktu (menit)	Absorbansi	Jumlah zat warna yang terlepas (mg)
0	0	0
10	ND	ND
20	0,018	0,0160
30	0,02	0,0177
40	0,024	0,0211
50	0,024	0,0211
60	0,025	0,0220
70	0,025	0,0220
80	0,026	0,0229



Persamaan regresi untuk penentuan banyaknya zat warna (konsentrasi) yang terlepas dari kertas pada perlakuan perendaman etanol.

$$y = 0,0234x - 0,0008$$

**Waktu perendaman 20 menit absorbansi 0,018**

$$y = 0,0234x - 0,0008$$

$$0,018 = 0,0234x - 0,0008$$

$$x = 0,8034 \text{ ppm}$$

Jumlah zat yang terlepas dalam 20 mL larutan perendam =  $0,8034 \cdot 0,02 = 0,0160 \text{ mg}$ .

**Waktu perendaman 30 menit absorbansi 0,02**

$$y = 0,0234x - 0,0008$$

$$0,02 = 0,0234x - 0,0008$$

$$x = 0,8888 \text{ ppm}$$

Jumlah zat yang terlepas dalam 20 mL larutan perendam =  $0,8888 \cdot 0,02 = 0,0177 \text{ mg}$ .

**Waktu perendaman 40 dan 50 menit absorbansi 0,024**

$$y = 0,0234x - 0,0008$$

$$0,024 = 0,0234x - 0,0008$$

$$x = 1,0598 \text{ ppm}$$

Jumlah zat yang terlepas dalam 20 mL larutan perendam =  $0,8888 \cdot 0,02 = 0,0211 \text{ mg}$ .

**Waktu perendaman 60 dan 70 menit absorbansi 0,025**

$$y = 0,0234x - 0,0008$$

$$0,025 = 0,0234x - 0,0008$$

$$x = 1,1025 \text{ ppm}$$

Jumlah zat yang terlepas dalam 20 mL larutan perendam =  $0,8888 \cdot 0,02 = 0,0220 \text{ mg}$ .

**Waktu perendaman 80 menit absorbansi 0,026**

$$y = 0,0234x - 0,0008$$

$$0,026 = 0,0234x - 0,0008$$

$$x = 1,1452 \text{ ppm}$$

Jumlah zat yang terlepas dalam 20 mL larutan perendam =  $0,8888 \cdot 0,02 = 0,0229 \text{ mg}$ .

**Perendaman dalam air hujan**

Waktu (menit)	Absorbansi	Jumlah zat warna yang terlepas (mg)
0	0	0
10	ND	ND
20	ND	ND
30	ND	ND
40	ND	ND
50	0,007	0,0066
60	0,008	0,0075
70	0,008	0,0075
80	0,009	0,0083

Persamaan regresi untuk penentuan banyaknya zat warna (konsentrasi) yang terlepas dari kertas pada perlakuan perendaman air hujan.

$$y = 0,0234x - 0,0008$$

**Waktu perendaman 50 menit absorbansi 0,007**

$$y = 0,0234x - 0,0008$$

$$0,007 = 0,0234x - 0,0008$$

$$x = 0,3333 \text{ ppm}$$

Jumlah zat yang terlepas dalam 20 mL larutan perendam =  $0,3333 \cdot 0,02 = 0,0066 \text{ mg}$ .

**Waktu perendaman 60 dan 70 menit absorbansi 0,008**

$$y = 0,0234x - 0,0008$$

$$0,008 = 0,0234x - 0,0008$$

$$x = 0,3760 \text{ ppm}$$

Jumlah zat yang terlepas dalam 20 mL larutan perendam =  $0,3760 \cdot 0,02 = 0,0075 \text{ mg}$ .

**Waktu perendaman 80 menit absorbansi 0,009**

$$y = 0,0234x - 0,0008$$

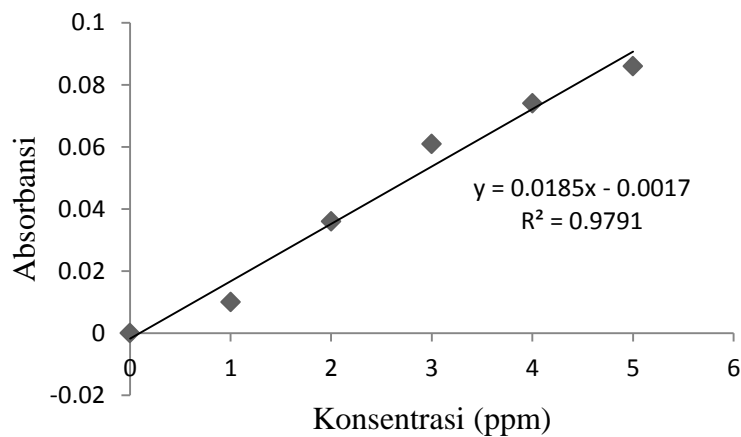
$$0,009 = 0,0234x - 0,0008$$

$$x = 0,4188 \text{ ppm}$$

Jumlah zat yang terlepas dalam 20 mL larutan perendam =  $0,4188 \cdot 0,02 = 0,0083 \text{ mg}$ .

**Remazol Brilliant Blue R**

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
1	0,01
2	0,036
3	0,061
4	0,074
5	0,086

**Perendaman dalam NaOH 0,1 M**

Waktu (menit)	Absorbansi	Jumlah zat warna yang terlepas (mg)
0	0	0
10	0,006	0,0083
20	0,008	0,0104
30	0,011	0,0137
40	0,015	0,0180
50	0,015	0,0180
60	0,02	0,0234
70	0,024	0,0277
80	0,026	0,0299

Persamaan regresi untuk penentuan banyaknya zat warna (konsentrasi) yang terlepas dari kertas pada perlakuan perendaman NaOH.

$$y = 0,0185x - 0,0017$$

**Waktu perendaman 10 menit absorbansi 0,006**

$$y = 0,0185x - 0,0017$$

$$0,006 = 0,0185x - 0,0017$$

$$x = 0,4162 \text{ ppm}$$

Jumlah zat yang terlepas dalam 20 mL larutan perendam =  $0,4162 \cdot 0,02 = 0,0083 \text{ mg}$ .

**Waktu perendaman 20 menit absorbansi 0,008**

$$y = 0,0185x - 0,0017$$

$$0,008 = 0,0185x - 0,0017$$

$$x = 0,5243 \text{ ppm}$$

Jumlah zat yang terlepas dalam 20 mL larutan perendam =  $0,5234 \cdot 0,02 = 0,0104 \text{ mg}$ .

**Waktu perendaman 30 menit absorbansi 0,011**

$$y = 0,0185x - 0,0017$$

$$0,011 = 0,0185x - 0,0017$$

$$x = 0,6864 \text{ ppm}$$

Jumlah zat yang terlepas dalam 20 mL larutan perendam =  $0,6864 \cdot 0,02 = 0,0137 \text{ mg}$ .

**Waktu perendaman 40 dan 50 menit absorbansi 0,015**

$$y = 0,0185x - 0,0017$$

$$0,015 = 0,0185x - 0,0017$$

$$x = 0,9027 \text{ ppm}$$

Jumlah zat yang terlepas dalam 20 mL larutan perendam =  $0,9027 \cdot 0,02 = 0,0180 \text{ mg}$ .

**Waktu perendaman 60 menit absorbansi 0,02**

$$y = 0,0185x - 0,0017$$

$$0,02 = 0,0185x - 0,0017$$

$$x = 1,1729 \text{ ppm}$$

Jumlah zat yang terlepas dalam 20 mL larutan perendam =  $1,1729 \cdot 0,02 = 0,0234 \text{ mg}$ .

**Waktu perendaman 70 menit absorbansi 0,024**

$$y = 0,0185x - 0,0017$$

$$0,024 = 0,0185x - 0,0017$$

$$x = 1,3891 \text{ ppm}$$

Jumlah zat yang terlepas dalam 20 mL larutan perendam =  $1,3891 \cdot 0,02 = 0,0277$  mg.

**Waktu perendaman 80 menit absorbansi 0,026**

$$y = 0,0185x - 0,0017$$

$$0,026 = 0,0185x - 0,0017$$

$$x = 1,4972 \text{ ppm}$$

Jumlah zat yang terlepas dalam 20 mL larutan perendam =  $1,4972 \cdot 0,02 = 0,0299$  mg.

**Perendaman dalam CH<sub>3</sub>COOH 0,1 M**

Waktu (menit)	Absorbansi	Jumlah zat warna yang terlepas (mg)
0	0	0
10	ND	ND
20	ND	ND
30	ND	ND
40	ND	ND
50	ND	ND
60	ND	ND
70	ND	ND
80	ND	ND

Persamaan regresi untuk penentuan banyaknya zat warna (konsentrasi) yang terlepas dari kertas pada perlakuan perendaman CH<sub>3</sub>COOH.

$$y = 0,0185x - 0,0017$$

**Perendaman dalam etanol**

Waktu (menit)	Etanol	
	Absorbansi	Jumlah zat warna yang terlepas (mg)
0	0	0
10	ND	ND
20	ND	ND
30	ND	ND
40	ND	ND
50	ND	ND
60	0,004	0,0061
70	0,006	0,0083
80	0,007	0,0094

Persamaan regresi untuk penentuan banyaknya zat warna (konsentrasi) yang terlepas dari kertas pada perlakuan perendaman etanol.

$$y = 0,0185x - 0,0017$$

**Waktu perendaman 60 menit absorbansi 0,004**

$$y = 0,0185x - 0,0017$$

$$0,004 = 0,0185x - 0,0017$$

$$x = 0,3081 \text{ ppm}$$

Jumlah zat yang terlepas dalam 20 mL larutan perendam =  $0,3081 \cdot 0,02 = 0,0061 \text{ mg}$ .

**Waktu perendaman 70 menit absorbansi 0,006**

$$y = 0,0185x - 0,0017$$

$$0,006 = 0,0185x - 0,0017$$

$$x = 0,4162 \text{ ppm}$$

Jumlah zat yang terlepas dalam 20 mL larutan perendam =  $0,4162 \cdot 0,02 = 0,0083 \text{ mg}$ .

**Waktu perendaman 80 menit absorbansi 0,007**

$$y = 0,0185x - 0,0017$$

$$0,007 = 0,0185x - 0,0017$$

$$x = 0,4702 \text{ ppm}$$

Jumlah zat yang terlepas dalam 20 mL larutan perendam =  $0,4702 \cdot 0,02 = 0,0094 \text{ mg}$ .

#### **Perendaman dalam air hujan**

Waktu (menit)	Absorbansi	Jumlah zat warna yang terlepas (mg)
0	0	0
10	ND	ND
20	0,005	0,0072
30	0,005	0,0072
40	0,005	0,0072
50	0,006	0,0083
60	0,006	0,0083
70	0,007	0,0094
80	0,007	0,0094

Persamaan regresi untuk penentuan banyaknya zat warna (konsentrasi) yang terlepas dari kertas pada perlakuan perendaman air hujan.

$$y = 0,0185x - 0,0017$$

**Waktu perendaman 20, 30 dan 40 menit absorbansi 0,005**

$$y = 0,0185x - 0,0017$$

$$0,005 = 0,0185x - 0,0017$$

$$x = 0,3621 \text{ ppm}$$

Jumlah zat yang terlepas dalam 20 mL larutan perendam =  $0,3621 \cdot 0,02 = 0,0072 \text{ mg}$ .

**Waktu perendaman 50 dan 60 menit absorbansi 0,006**

$$y = 0,0185x - 0,0017$$

$$0,006 = 0,0185x - 0,0017$$

$$x = 0,4162 \text{ ppm}$$

Jumlah zat yang terlepas dalam 20 mL larutan perendam =  $0,4162 \cdot 0,02 = 0,0083 \text{ mg}$ .

**Waktu perendaman 70 dan 80 menit absorbansi 0,007**

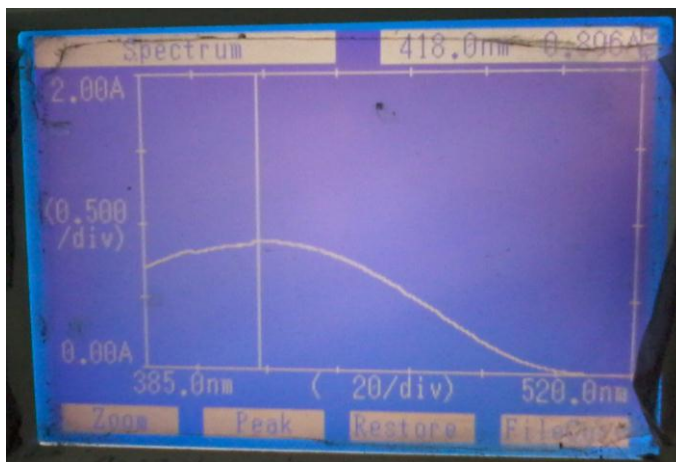
$$y = 0,0185x - 0,0017$$

$$0,007 = 0,0185x - 0,0017$$

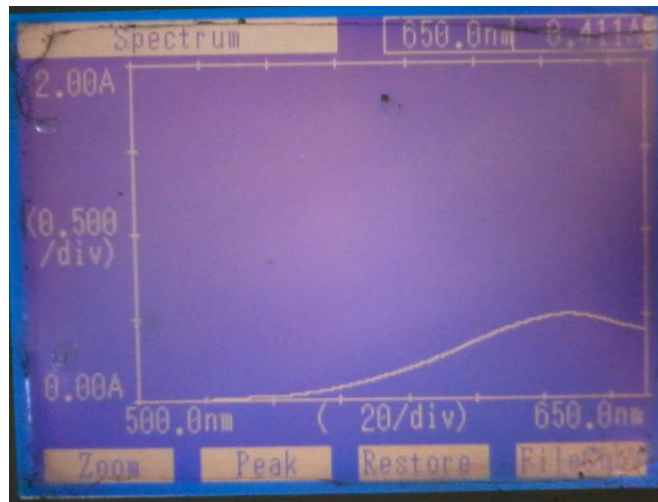
$$x = 0,4702 \text{ ppm}$$

Jumlah zat yang terlepas dalam 20 mL larutan perendam =  $0,4702 \cdot 0,02 = 0,0094 \text{ mg}$ .

#### D. Dokumentasi Penelitian



Panjang gelombang optimum *remazol yellow FG*



Panjang gelombang optimum *remazol brilliant blue R*



Aktivasi serat daun nanas dalam NaOH



Serat daun nanas setelah dioven





Persiapan penentuan panjang gelombang



Menshaker larutan zat warna (proses adsorpsi)



Larutan zat warna yang akan diukur absorbansinya



Screen sablon untuk mencetak kertas



Uji ketahanan warna kertas