

**SINTESIS SELULOSA RUMPUT TEKI (*Cyperus rotundus L.*)
TERMODIFIKASI *CETYLTRIMETHYLAMMONIUM BROMIDE*
(CTAB) UNTUK ADSORPSI FOSFAT PADA LIMBAH
DETERGEN**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna Memperoleh
Gelar Sarjana Sains dalam Ilmu Kimia



Oleh:

Nikmatul Fitriyah

2008036007

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2024**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nikmatul Fitriyah
NIM : 2008036007
Jurusan : Kimia

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**SINTESIS SELULOSA RUMPUT TEKI (*Cyperus rotundus L.*)
TERMODIFIKASI *CETYLTRIMETHYLAMMONIUM BROMIDE*
(CTAB) UNTUK ADSORPSI FOSFAT PADA LIMBAH
DETERGEN**

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri,
kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Kendal, 11 Desember 2024

Pembuat Pernyataan,



Nikmatul Fitriyah

NIM: 2008036007

PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Prof. Dr. Hamka Ngaliyan, Semarang Telp. 024-7601295

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini :

Judul : Sintesis Selulosa Rumput Teki (*Cyperus rotundus* L.) Termodifikasi Cetyltrimethylammonium Bromide (CTAB) Untuk Adsorpsi Fosfat Pada Limbah Detergen

Penulis : Nikmatul Fitriyah

NIM : 2008036007

Jurusan : Kimia

Telah diujikan dalam sidang munaqosah oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam ilmu Kimia.

Semarang, 20 Desember 2024

DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang

Sekretaris Sidang

Wirda Udaibah, M.Si
NIP: 198501042009122003

Mutiq Hafshah, M.Si
NIP: 199401022019032015

Penguji I

Mulyatun, M.Si
NIP: 198305042011012008

Penguji II

Zidni Azizati, M.Sc
NIP: 199011172018012001



Pembimbing

Kholidah, M.Sc
NIP: 198508112019032008

NOTA DINAS

Semarang, 11 Desember 2024

Yth. Ketua Program Studi Kimia
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan, dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : **Sintesis Selulosa Rumput Teki (*Cyperus rotundus* L.) Termodifikasi *Cetyltrimethylammonium Bromide* (CTAB) untuk Adsorpsi Fosfat pada Limbah Detergen**

Nama : Nikmatul Fitriyah

NIM : 2008036007

Jurusan : Kimia

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang untuk diujikan dalam Sidang Munaqosyah.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Pembimbing



Kholidah M. Sc

NIP.198508112019032008

**Sintesis Selulosa Rumput Teki (*Cyperus rotundus L.*)
Termodifikasi *Cetyltrimethylammonium Bromide* (CTAB)
untuk Adsorpsi Fosfat pada Limbah Detergen**

ABSTRAK

Fosfat merupakan senyawa anionik yang terdapat dalam detergen. Kandungan fosfat yang berlebihan dalam air akan menyebabkan bahaya bagi makhluk hidup serta lingkungan sekitar terutama di dalam perairan. Salah satu cara untuk mengurangi kadar fosfat yaitu adsorpsi menggunakan selulosa dari rumput teki termodifikasi CTAB. Modifikasi selulosa dilakukan dengan penambahan CTAB dengan konsentrasi sebesar 500 ppm dan 1000 ppm. Hasil karakterisasi *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) menunjukkan adanya gugus yang berperan dalam proses adsorpsi yaitu gugus -OH dan C-N. Kondisi optimum adsorpsi S-CTAB 500 ppm tercapai pada waktu 40 menit dengan massa sebesar 0,05 g. Model kinetika adsorpsi menggunakan *pseudo* orde dua dengan nilai koefisien determinasi (R^2) 0,9906 dengan nilai konstanta laju reaksi (k_2) yaitu 3,83 menit⁻¹ dan nilai Q_e teoritis 0,2876 mg/g.

Kata kunci: *Adsorpsi, Selulosa, CTAB, Fosfat*

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Alhamdulillah rabbi 'alamin puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik, serta hidayah-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul "Sintesis Selulosa Rumput Teki (*Cyperus rotundus L.*) Termodifikasi *Cetyltrimethylammonium Bromide* (CTAB) untuk Adsorpsi Fosfat pada Limbah Detergen" sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang. Sholawat serta salam senantiasa terlimpah kepada Nabi Muhammad SAW yang kita nantikan syafaatnya di akhirat kelak.

Penulis menyadari dalam penyusunan tugas akhir ini tidak akan selesai tanpa bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Nizar, M.Ag. selaku Rektor Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
2. Bapak Dr. Musahadi, M.Ag. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.

3. Ibu Mulyatun, S. Pd., M.Si. selaku Ketua Program Studi Kimia Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
4. Ibu Kholidah, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, kritik, saran serta motivasi kepada penulis dengan penuh pengertian selama penyusunan skripsi.
5. Ibu Ana Mardiyah, M.Si. selaku Dosen Wali yang senantiasa memberikan bimbingan dan motivasi kepada penulis selama masa studi.
6. Segenap Bapak/Ibu Dosen Kimia dan Civitas akademik Fakultas Sains dan Teknologi yang telah memberikan ilmu pengetahuan, pengalaman, serta motivasi kepada penulis.
7. Kedua orang tua penulis, Bapak Mat Tarmuji dan Ibu Jamiah yang selalu memberikan kasih sayang, nasihat, serta doa terbaik yang selalu mengiringi setiap langkah penulis hingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Kakak penulis, Muhamad Fauzi, Muhamad Anas, Siti Munawaroh dan Muhamad Mustakim yang selalu memberikan semangat dan doa terbaik untuk penulis.
9. Sahabat grub *WhatsApp astaghfirullahaladzim*, Shelvy, Ulin, Silvia dan Eny yang selalu memberikan motivasi kepada penulis hingga saat ini.
10. Sahabat kecil saya, Nail, Veny dan Dhea yang telah memberikan semangat kepada penulis hingga saat ini.

11. Teman-teman seperjuangan Kimia 2020 terkhusus Nesyha, Nirmala, dan Fitria yang telah memberikan semangat dan motivasi.
12. Serta semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan susunan skripsi yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk memperbaiki tugas akhir ini. Semoga dengan adanya tugas akhir yang penulis susun ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca.

Aamiin Yaa Rabbal'alamiin.

Kendal, 11 Desember 2024

Penulis

Nikmatul Fitriyah

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN.....	i
PENGESAHAN	ii
NOTA DINAS.....	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan masalah.....	7
C. Tujuan Penelitian	7
D. Manfaat Penelitian.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
A. Landasan Teori.....	9
1. Detergen.....	9
2. Fosfat	10
3. Rumput Teki (<i>Cyperus rotundus L.</i>).....	12
4. Selulosa	14
5. <i>Cetyltetramethyl Ammonium Bromide</i> (CTAB)	15

6.	Derajat Substitusi	16
7.	Uji Iodin.....	17
8.	Adsorpsi	18
9.	Kapasitas dan Efisiensi Adsorpsi.....	20
10.	Kinetika Adsorpsi	21
11.	FTIR (<i>Fourier Transform Infra Red</i>).....	24
12.	Spektrofotometri UV-Vis	28
B.	Kajian Pustaka	29
C.	Hipotesis Penelitian	32
BAB III METODE PENELITIAN		33
A.	Alat dan Bahan.....	33
1.	Alat.....	33
2.	Bahan.....	33
B.	Prosedur penelitian	34
1.	Preparasi Sampel Rumput Teki (Sari, 2021)	34
2.	Ekstraksi Selulosa dari Rumput Teki (Rahim <i>et al</i> , 2021).....	34
3.	Modifikasi Selulosa dari Rumput Teki Menggunakan Surfaktan kationik CTAB (Agnestisia <i>et al</i> , 2012) .	35
4.	Penentuan Derajat Substitusi (Agnestisia <i>et al</i> , 2012).....	35

5.	Pembuatan Sampel Limbah Detergen	36
6.	Pengukuran Kadar Fosfat (Rohmah, 2021)	36
a.	Pembuatan larutan induk fosfat 500 mg P/L	36
b.	Pembuatan larutan baku fosfat 10 mg P/L	36
7.	Tahap Adsorpsi Fosfat	38
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		40
A.	Preparasi Sampel Rumput Teki	40
B.	Ekstraksi Selulosa dari Rumput Teki	41
C.	Modifikasi Selulosa dari Rumput Teki Menggunakan Surfaktan kationik CTAB	47
E.	Penentuan Derajat Substitusi	53
F.	Pengukuran Kadar Fosfat	54
G.	Tahap Adsorpsi Fosfat	59
H.	Kinetika Adsorpsi	65
BAB V PENUTUP		68
A.	Kesimpulan	68
B.	Saran	69
DAFTAR PUSTAKA		70
LAMPIRAN		85
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		118

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1	Interpretasi Spektra FTIR Sampel Rumput Teki...	47
Tabel 4. 2	Interpretasi Spektra FTIR CTAB	48
Tabel 4. 3	Interpretasi FTIR Selulosa Termodifikasi.....	52
Tabel 4. 4	Absorbansi larutan standar fosfat	55
Tabel 4. 5	Uji Adsorpsi variasi adsorben	59
Tabel 4. 6	Hasil Data Optimasi Waktu Kontak.....	60
Tabel 4. 7	Data Hasil Optimasi Massa	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Gambar diagram spesiesi fosfat.....	11
Gambar 2. 2	Rumput Teki (<i>Cyperus rotundus L.</i>)	13
Gambar 2. 3	Struktur Selulosa (Zulnazri <i>et al.</i> , 2022)	14
Gambar 2. 4	Struktur CTAB (Wu <i>et al.</i> , 2020)	16
Gambar 2. 5	Reaksi Uji Iodin Selulosa (Nadhila, 2021)	18
Gambar 2. 6	Skema Alat Uji FTIR (Joshi & Joshi, 2012)	24
Gambar 2. 7	Spektrum FTIR Selulosa (Rojtica, 2021)	26
Gambar 2. 8	Spektrum FTIR CTAB	27
Gambar 2. 9	Skema Alat Spektrofotometri UV-Vis.....	29
Gambar 4. 1	Proses Pengeringan Rumput Teki	41
Gambar 4. 2	Mekanisme pemutusan ikatan antara lignin ..	42
Gambar 4. 3	Selulosa Rumput Teki	44
Gambar 4. 4	Hasil uji iodium selulosa.....	44
Gambar 4. 5	Reaksi Uji Iodium Selulosa (Nadhila, 2021)	45
Gambar 4. 6	Spektra FTIR Selulosa Rumput Teki	46
Gambar 4. 7	Spektra FTIR CTAB.....	48
Gambar 4. 8	Mekanisme Reaksi Modifikasi Selulosa	50
Gambar 4. 9	Hasil Spektra FTIR Selulosa, S-CTAB 500.....	51
Gambar 4. 10	Kurva kalibrasi larutan standar.....	56
Gambar 4. 11	Sampel Limbah Detergen.....	57
Gambar 4. 12	Pengaruh Waktu terhadap Kapasitas	61

Gambar 4. 13 Pengaruh Massa terhadap Kapasitas Adsorpsi.....	64
Gambar 4. 14 Kinetika <i>Pseudo</i> Orde Satu.....	65
Gambar 4. 15 Kinetika <i>Pseudo</i> Orde Dua	66

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Salah satu sumber air yang banyak digunakan masyarakat Indonesia adalah air sungai. Sungai merupakan sumber air permukaan yang memberikan manfaat kepada kehidupan manusia. Kualitas air sungai akan berubah seiring dengan perkembangan lingkungannya. Penyebab utama terjadinya pencemaran sungai yang sangat terlihat yaitu dari pola kehidupan manusia dalam memanfaatkan alam (Mardhia & Abdullah, 2018).

Firman Allah dalam QS. Ar-Rum ayat 41 tentang kerusakan alam, dijelaskan sebagai berikut:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي
عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ

“Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebahagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)”.

Berdasarkan ayat tersebut Allah telah menegaskan bahwa kerusakan alam juga disebabkan karena perbuatan tangan manusia. Tugas manusia adalah menjaga, mengelola, dan memanfaatkan apa yang ada di bumi ini untuk memberi manfaat bagi manusia. Kerusakan pada alam salah satunya yaitu pencemaran air. Pencemaran air terjadi karena adanya bahan pencemar yang masuk ke dalam sungai yang merusak kondisi fisika dan kimia sehingga mengganggu ekosistem di perairan (Merliyana, 2018).

Indonesia sebagai negara berkembang memiliki jumlah pencemar terbesar (85%) yang berasal dari limbah domestik, sedangkan di negara-negara maju, pencemar domestik merupakan 15% dari seluruh pencemar yang memasuki badan air (Prianto *et al.*, 2017). Salah satu sumber bahan pencemar domestik adalah detergen. Detergen mengandung bahan-bahan aktif yang berbahaya bagi kesehatan makhluk hidup dan dapat merusak lingkungan. Detergen saat ini sebagian besar menggunakan LAS atau *Linier Alkyl Sulfonat*, yang merupakan surfaktan anionik yang berfungsi untuk mengurangi tegangan permukaan air, selain itu di dalam detergen juga mengandung kadar fosfat yang tinggi. Fosfat ini berasal dari *Sodium Tripoly Fosfate* (STPP) yang berfungsi sebagai

builder yang merupakan unsur terpenting kedua setelah surfaktan karena kemampuannya dalam menonaktifkan mineral kesadahan dalam air. Kadar maksimum fosfat berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No.5 tahun 2014 tentang baku mutu air limbah yaitu 2 mg/L. Fosfat yang melebihi batas 2 mg/L dapat berpengaruh dalam keseimbangan ekosistem pada perairan (Barus, 2020).

Limbah detergen yang mengandung fosfat jika dibuang langsung ke perairan maka akan menimbulkan dampak negatif seperti, menyebabkan eutrofikasi perairan dan membahayakan kesehatan manusia jika dikonsumsi atau digunakan secara langsung. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan sistem pengolahan limbah yang dapat mengurangi kadar fosfat dalam perairan (Zairinayati & Shatriadi, 2019).

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menurunkan kadar fosfat adalah adsorpsi. Prinsip metode ini ialah adsorbat diserap oleh suatu bahan yang bersifat sebagai penyerap. Adsorben yang saat ini banyak dikembangkan berasal dari bahan alami atau dikenal dengan nama biosorben, karena ketersediaannya yang melimpah dan harganya yang relatif murah. Adsorben dari bahan alami juga memiliki sifat mudah terdegradasi secara

alamiah sehingga diharapkan limbah yang dihasilkan tidak membahayakan masyarakat dan lingkungan di sekitarnya (Wulandari & Dewi, 2018).

Selulosa merupakan salah satu senyawa dengan kandungan lebih besar daripada lignin dan hemiselulosa yang ditemukan di alam. Selulosa memiliki gugus hidroksil (OH⁻) sehingga mudah membentuk berbagai reaksi kimia dan terikat dengan senyawa kationik maupun anionik. Selulosa memiliki beberapa kelebihan jika dijadikan sebagai adsorben, salah satunya ialah keberadaan selulosa sangat melimpah karena merupakan struktur dasar sel tanaman (Saef, Amalia, & Aupriatna, 2022).

Selulosa yang berpotensi sebagai adsorben dapat bersumber dari tanaman yang memiliki serat tinggi, salah satunya adalah rumput teki. Rumput teki merupakan gulma yang keberadaannya melimpah di alam dan kurang dimanfaatkan serta mempunyai serat kasar yang cukup tinggi (Sari, 2021). Kandungan serat kasar pada rumput teki berupa selulosa 22,91%, hemiselulosa 24,39%, dan lignin 14,3% (Agung *et al.*, 2014). Berdasarkan penelitian Desi (2021) selulosa dari rumput teki yang diekstraksi menggunakan pelarut NaOH menghasilkan selulosa sebanyak 56,24%. Kandungan serat yang cukup tinggi dalam tanaman ini serta keberadaannya yang melimpah

diharapkan dapat dijadikan sumber selulosa sebagai alternatif untuk adsorben.

Pada umumnya selulosa memiliki kemampuan adsorpsi yang cukup besar terhadap senyawa kationik sedangkan pada senyawa anionik relatif kecil. Upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kemampuan adsorpsi terhadap senyawa anionik, yaitu dengan mengubah permukaan selulosa melalui reaksi oksidasi, esterifikasi, eterifikasi dan dengan penambahan kation organik seperti surfaktan. Metode modifikasi dengan surfaktan lebih disukai karena tidak memerlukan reaksi yang kompleks dan hanya didasarkan pada gaya tarik elektrostatik serta reaksi pertukaran ion (Agnestisia *et al.*, 2012).

Surfaktan CTAB (*Cetyltrimethylammonium Bromide*) adalah salah satu surfaktan yang dapat digunakan untuk memodifikasi selulosa. CTAB adalah surfaktan kationik dengan senyawa ammonium kuarterner dengan counter ion (Br⁻) dan rantai alkil panjang (Nodoushan *et al.*, 2021). Surfaktan kationik memiliki kelebihan karena menyediakan lebih banyak situs aktif yang dapat digunakan untuk proses adsorpsi senyawa anio (Kuang *et al.*, 2020).

Modifikasi dengan CTAB terjadi dalam dua tahap. Pertama, kepala CTAB bermuatan positif berinteraksi elektrostatik dengan permukaan material yang negatif (gugus hidroksil). Hal ini menyebabkan satu lapisan CTAB pada permukaan material dengan ekor non-polar mengarah ke luar. Selanjutnya, interaksi hidrofobik antara ekor dan kepala bermuatan positif mengarah ke luar menghasilkan dua lapisan surfaktan. Rantai alkil CTAB melekat ke beberapa permukaan gugus alkil luar lapisan tunggal CTAB melalui interaksi hidrofobik-hidrofobik untuk membentuk dua lapisan. Oleh karena itu, permukaan luar dari adsorben yang dimodifikasi memiliki bermuatan positif dan non-polar lebih baik untuk mengadsorpsi polutan-polutan anionik (Ali & Eskandrani, 2020).

Berdasarkan uraian tersebut, selulosa dapat dimanfaatkan sebagai adsorben salah satunya untuk mengurangi kadar fosfat pada limbah detergen. Penggunaan rumput teki sebagai sumber selulosa dan modifikasi menggunakan surfaktan kationik CTAB menjadi keterbaruan dalam penelitian ini. Surfaktan kationik CTAB diharapkan mampu meningkatkan adsorpsi fosfat pada limbah detergen.

B. Rumusan masalah

1. Bagaimana karakteristik selulosa dan selulosa termodifikasi CTAB dari rumput teki (*Cyperus rotundus L.*) ?
2. Bagaimana kondisi optimum waktu dan massa adsorpsi selulosa termodifikasi CTAB terhadap fosfat?
3. Bagaimana kinetika adsorpsi fosfat menggunakan selulosa termodifikasi CTAB?

C. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui karakteristik selulosa dan selulosa termodifikasi CTAB dari rumput teki (*Cyperus rotundus L.*).
2. Untuk mengetahui kondisi optimum waktu dan massa adsorpsi selulosa termodifikasi CTAB terhadap fosfat.
3. Untuk mengetahui kinetika adsorpsi fosfat menggunakan selulosa termodifikasi CTAB.

D. Manfaat Penelitian

1. Mengetahui potensi rumput teki (*Cyperus rotundus L.*) termodifikasi CTAB sebagai penanganan limbah *laundry*.
2. Menambah wawasan terkait manfaat rumput teki (*Cyperus rotundus L.*).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Detergen

Detergen merupakan senyawa sintesis *surface active agent* yang digunakan sebagai zat pencuci untuk mencuci barang rumah tangga, industri tekstil, kosmetik, obat-obatan, logam, kertas dan karet. Detergen memiliki sifat pendispersi, pencucian dan pengemulsi (Arsa *et al.*, 2019). Permasalahan yang ditimbulkan dari pemakaian detergen terletak pada jenis surfaktan dan gugus pembentuknya (Fitrah Tanjung *et al.*, 2018). Bahan-bahan penyusun detergen yaitu:

- a) Surfaktan, adalah salah satu bahan yang paling penting dalam komposisi kimia yang digunakan detergen.
- b) *Builder*, merupakan bahan kimia, seperti polifosfat, natrium karbonat atau natrium silikat, dan aluminosilikat yang berfungsi untuk meningkatkan kualitas detergen.

- c) *Fragrance*, merupakan zat kimia yang berfungsi sebagai pewangi dalam detergen.
- d) Enzim untuk membantu memecahkan senyawa kotoran yang kompleks (Jubaedi, 2017).

Penyusun utama dalam detergen yaitu surfaktan dan *builder*. Fungsi builder dalam detergen adalah mengikat mineral penyebab kesadahan dalam air, sehingga surfaktan dapat membersihkan secara efektif. *Builder* yang biasanya digunakan yaitu senyawa fosfat, sehingga pada limbah detergen terdapat fosfat. Detergen yang mengandung fosfat akan menghasilkan limbah yang mengandung polifosfat. (Apriyani, 2017).

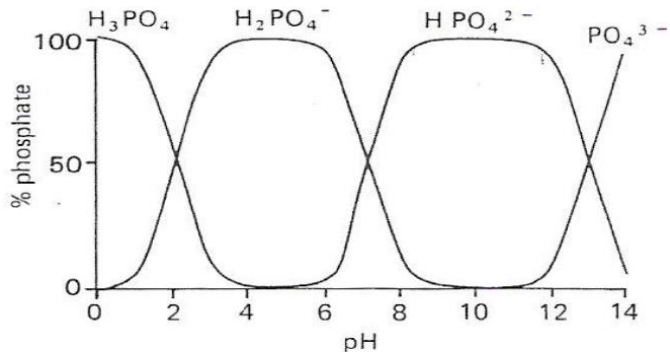
2. Fosfat

Fosfat (PO_4^{3-}) merupakan senyawa anionik yang yang mampu menurunkan kualitas perairan (Ngibad, 2019). Fosfat berasal dari *Sodium Tripoly Fosfat* (STTP) yang membantu menghilangkan mineral kesadahan dalam air sehingga detergen dapat bekerja secara optimal (Garmini & Zairinayati, 2022).

Fosfat di dalam perairan bisa dalam bentuk terlarut atau tidak terlarut. Semua senyawa fosfat yang terlarut digolongkan ke dalam ortofosfat. Fosfat yang tidak terlarut biasanya dalam bentuk tersuspensi atau ada di dalam mikroorganisme. Polifosfat adalah bentuk

fosfat anhidrat yang dapat terhidrolisis oleh air untuk membentuk ortofosfat. (Apriyani, 2017).

Keberadaan ion fosfat dalam air sangat memengaruhi keseimbangan ekosistem perairan. Jika konsentrasi fosfat di dalam perairan tinggi maka akan menyebabkan eutrofikasi, yaitu pencemaran air yang diakibatkan oleh nutrisi yang berlebihan di dalam ekosistem air (Destiarti & Wahyuni, 2015). Salah satu sumber utama senyawa fosfat di dalam perairan sebesar 10,2 mg/L yaitu berasal dari detergen (Wisnu *et al.*, 2009). Kondisi pH larutan yang berbeda-beda mempengaruhi spesi ion fosfat (Aprianti *et al.*, 2015). Diagram spesiasi fosfat berbagai pH dapat dilihat dalam gambar 2.1



Gambar 2. 1 Gambar diagram spesiasi fosfat
(Widwastuti *et al.*, 2019)

3. Rumput Teki (*Cyperus rotundus L.*)

Rumput teki (*Cyperus rotundus L.*) merupakan salah satu gulma yang umumnya tumbuh di lahan pertanian. Tanaman ini mudah ditemukan di Indonesia karena kondisi iklim tropis yang mendukung pertumbuhannya. Rumput teki banyak ditemukan pada tempat dengan curah hujan lebih dari 1000 mm per tahun dan kelembaban 60–85 % (Lande, 2018). Rumput teki di dalam taksonomi tumbuhan menempati sistematika sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae*
Sub Kingdom : *Tracheobionta*
Super Divisi : *Spermatophyta*
Divisi : *Magnoliophyta*
Kelas : *Liliopsida*
Sub Kelas : *Commelinidae*
Ordo : *Cyperales*
Familia : *Cyperacease*
Genus : *Cyperus*
Spesies : *Cyperus rotundus L.* (Sari, 2021)

Rumput teki memiliki batang segitiga dengan 4-10 helaian daun di pangkal batang yang membentuk roset akar dengan pelepah daun tertutup. Daun rumput teki berbentuk pita dengan pertulangan daun sejajar

dan tepi rata, dengan permukaan atas berwarna hijau mengkilap. Panjangnya antara 10 sampai 60 cm, dan lebarnya antara 2 sampai 6 cm. Rumput teki mempunyai bunga majemuk berbentuk payung berwarna kuning atau cokelat kekuningan berjumlah 8 hingga 25 bunga (Ulfa, 2019). Tumbuhan rumput teki dapat dilihat pada gambar 2.2



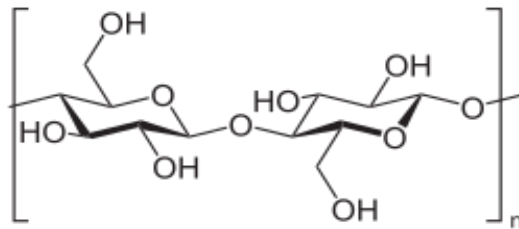
Gambar 2. 2 Rumput Teki (*Cyperus rotundus L.*)
(dokumentasi pribadi)

Rumput teki dikenal karena mudah ditemui dan memiliki kandungan selulosa yang cukup tinggi serta pertumbuhannya yang cepat (Cahyono *et al.*, 2024). Kandungan rimpang pada rumput teki antara lain alkaloid, flavonoid, tanin, glikosida dan furochromones, terpenoid, polifenol, resin, minyak

atsiri, d-fruktosa, d-glukosa, triterpen, amilum tanin, pati, saponin dan seskuiterpenoid, serta gula. Kandungan kimia utama rumput teki yaitu: α -cyperone, β -selinene, cyperene, cyperotundon, sugenol, kobusone dan isokobusone (Afrisa *et al.*, 2016).

4. Selulosa

Selulosa adalah polimer glukosa dengan rantai linier dan dihubungkan oleh ikatan β -1,4 glikosidik. Struktur liniernya menyebabkan selulosa bersifat kristalin dan tidak mudah larut. Selulosa tidak mudah didegradasi baik secara kimia maupun mekanis. Di alam, selulosa berasosiasi dengan polisakarida lain seperti hemiselulosa atau lignin untuk membentuk struktur utama dinding sel tumbuhan (Lismeri *et al.*, 2016). Struktur selulosa dapat dilihat pada gambar 2.3



Gambar 2. 3 Struktur Selulosa (Zulnazri *et al.*, 2022)

Selulosa memiliki gugus fungsi dari golongan karboksil dan hidroksil yang dapat mengikat ion. Gugus fungsi membuat selulosa memiliki sifat polar

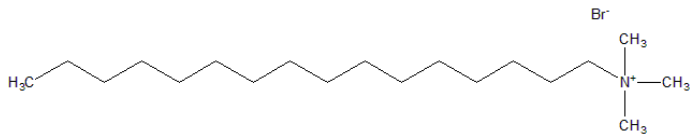
yang diperlukan sebagai adsorben, dengan adanya kepolaran tersebut menyebabkan selulosa lebih kuat dalam mengadsorpsi zat yang bersifat polar juga (Anam *et al.*, 2019). Selulosa yang dijadikan sebagai adsorben berbiaya murah dapat bersumber dari limbah pertanian (Saef, Amalia, & Aupriatna, 2022).

Pada umumnya, selulosa memiliki kemampuan adsorpsi yang cukup besar terhadap senyawa kationik, tetapi pada senyawa anionic relative lebih kecil. Hal ini terjadi karena struktur permukaan selulosa bermuatan negatif. Upaya untuk meningkatkan kemampuan adsorpsi terhadap senyawa anionik salah satunya yaitu, dengan penambahan kation organik (Saef, Amalia, & Aupriatna, 2022). Kation organik yang dapat digunakan salah satunya CTAB.

5. *Cetyltetramethyl Ammonium Bromide (CTAB)*

Cetyltetramethyl Ammonium Bromide (CTAB) merupakan salah satu surfaktan kationik yang sering digunakan untuk modifikasi adsorben dalam meningkatkan kapasitas adsorpsi terhadap senyawa fosfat (Nodoushan *et al.*, 2021). CTAB termasuk surfaktan kationik yang memiliki senyawa ammonium kuartener dengan counter ion (Br⁻) dan rantai alkil

panjang yang dapat memperkecil ukuran kristal menjadi lebih kecil serta membentuk lebih banyak pori (Almalik, 2022). CTAB tergolong dalam bahan yang *biodegradable* CTAB memiliki karakteristik berwarna putih dengan kelarutan 3g/L dalam air (Haounati *et al.*, 2021). Struktur CTAB dapat dilihat pada gambar 2.4



Gambar 2. 4 Struktur CTAB (Wu *et al.*, 2020)

6. Derajat Substitusi

Nilai derajat substitusi merupakan salah satu parameter kualitas selulosa termodifikasi (Jannah *et al.*, 2023). Derajat substitusi adalah jumlah gugus hidroglikosa yang disubstitusikan oleh gugus lain yang bertujuan untuk menentukan jumlah surfaktan yang mampu menempel pada permukaan selulosa (Agnestisia *et al.*, 2012; Amalia & Kumoro, 2016). Nilai derajat substitusi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

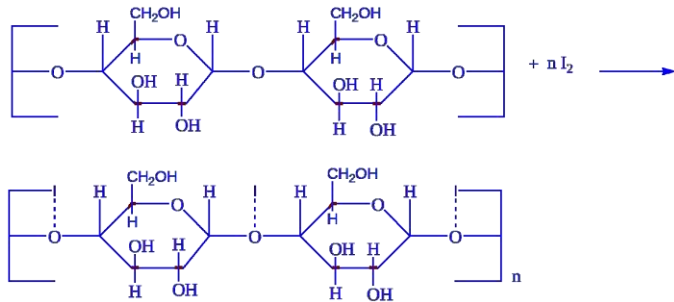
$$A = \frac{BC-DE}{F} \quad (2.1)$$

$$DS = \frac{0,162 \times A}{1-0,018 \times A} \quad (2.2)$$

Di mana A adalah volume *equivalent* asam per gram sampel, B adalah volume NaOH yang ditambahkan, C adalah konsentrasi dari NaOH, D adalah volume HCl yang digunakan untuk menitrasi sampel, E adalah konsentrasi dari HCl, F adalah berat sampel yang digunakan, 162 merupakan berat molekul selulosa, dan 18 adalah berat molekul dari penambahan gugus surfaktan (Salama *et al.*, 2018).

7. Uji Iodin

Uji iodin berfungsi untuk mengidentifikasi polisakarida, monosakarida, dan disakarida. Polisakarida dapat diidentifikasi dengan uji iodium karena polisakarida dengan iodium akan menghasilkan reaksi poliodida yang membentuk rantai melingkar atau heliks yang dapat berikatan dengan iodin. Prinsip pengujian iodin yaitu karbohidrat golongan polisakarida akan menghasilkan perubahan warna spesifik bergantung pada jenis karbohidratnya (Mustakin & Tahir, 2019). Reaksi uji iodin dapat dilihat pada gambar 2.5



Gambar 2. 5 Reaksi Uji Iodin Selulosa (Nadhila, 2021)

Iodin memberi warna kompleks dengan polisakarida. Penambahan iodium pada selulosa akan menghasilkan warna coklat. Amilum memberi warna biru pada iod, sedangkan tepung dan glikogen yang telah terhidrolisis sebagian membentuk warna merah hingga coklat pada iodium (Sari, 2021).

8. Adsorpsi

Adsorpsi (penyerapan) secara umum adalah proses pemisahan bahan dari campuran gas atau cair (Anggriawan *et al.*, 2019). Adsorpsi adalah proses penyerapan zat terlarut (*solute*) ke permukaan aktif padatan dari fluida. Gaya-gaya yang tidak seimbang pada batas antar permukaan menyebabkan fenomena ini terjadi. Adanya gaya ini menyebabkan padatan cenderung menarik molekul-molekul yang lain yang bersentuhan dengan permukaannya (Aprian &

Purnamasari, 2021). Gaya tarik menarik pada suatu padatan dibedakan menjadi dua jenis yaitu gaya fisika dan gaya kimia, yang masing-masing menghasilkan adsorpsi fisika (*physisorption*) dan adsorpsi kimia (*chemisorption*) (Roto *et al.*, 2015).

Istilah adsorbat dan adsorben sering digunakan dalam adsorpsi. Adsorbat adalah substansi yang terserap atau substansi yang akan terpisahkan dari pelarutnya, sedangkan adsorben adalah merupakan suatu media penyerap (Arsa *et al.*, 2019).

Faktor-faktor yang mempengaruhi adsorpsi, yaitu:

1) Luas Permukaan

Semakin luas permukaan adsorben, maka semakin banyak zat yang teradsorpsi. Luas permukaan adsorben ditentukan oleh ukuran partikel dan jumlah dari adsorben.

2) Jenis Adsorbat

Peningkatan polarisabilitas adsorbat akan meningkatkan kemampuan adsorpsi molekul yang memiliki polarisabilitas yang tinggi.

3) Konsentrasi Adsorbat

Adsorpsi akan meningkat dengan peningkatan konsentrasi adsorbat karena semakin banyak

substansi yang terkumpul pada permukaan adsorbat.

4) Temperatur

Peningkatan temperatur akan meningkatkan daya serap adsorben terhadap adsorbat, pemanasan yang terlalu tinggi menyebabkan rusaknya adsorben sehingga kemampuan penyerapannya menurun.

5) Waktu Kontak

Semakin lama waktu kontak maka akan semakin meningkatkan daya adsorpsi. Waktu kontak akan mencapai maksimum ketika terjadi pada waktu kesetimbangan (Prमितasari *et al.*, 2023)

9. Kapasitas dan Efisiensi Adsorpsi

Kapasitas adsorpsi adalah banyaknya adsorbat yang mampu terakumulasi pada permukaan adsorben.

Kapasitas adsorpsi dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$Q = \left(\frac{C_0 - C_e}{m} \right) \times V$$

(2.3)

Di mana Q adalah kapasitas adsorpsi (mg/g), C_0 adalah konsentrasi awal larutan (mg/L), C_e adalah konsentrasi akhir larutan (mg/L), m adalah massa

adsorben yang digunakan (g), V adalah volume larutan (mL) (Anggriani *et al.*, 2021).

Efisiensi adsorpsi adalah persentase efisiensi penyerapan adsorbat oleh adsorben. Efisiensi Adsorpsi dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\%E = \left(\frac{C_o - C_e}{C_o} \right) \times 100\% \quad (2.4)$$

Di mana %E adalah efisiensi adsorpsi (%), C_o adalah konsentrasi awal larutan (mg/L) dan C_e adalah konsentrasi akhir larutan (mg/L) (Anggriani *et al.*, 2021)

10. Kinetika Adsorpsi

Kinetika adsorpsi merupakan faktor penting karena mendefinisikan tingkat kecepatan penyerapan adsorben terhadap adsorbat. Kecepatan adsorpsi tergantung pada jumlah partikel yang teradsorpsi pada permukaan adsorben dan partikel yang bertabrakan (Musah *et al.*, 2022). Penentuan kinetika adsorpsi berfungsi untuk menentukan orde reaksi pada hasil penelitian. Penentuan orde reaksi berdasarkan pada nilai koefisien determinasi (R^2) yang mendekati 1 dan nilai q_e teoritis yang mendekati nilai q_e penelitian. Data optimasi waktu kontak adsorben terhadap adsorbat dapat digunakan untuk menentukan konstanta laju adsorpsi menggunakan persamaan

pseudo orde satu dan *pseudo* orde dua (Khanifa *et al.*, 2019).

a. *Pseudo* Orde Satu

Model kinetika orde satu artinya kecepatan penyerapan hanya bergantung pada salah satu zat yang bereaksi atau sebanding dengan salah satu pangkat reaktannya (Karbeka, 2024). *Pseudo* orde satu mengasumsikan bahwa konsentrasi adsorbat berlebih dibandingkan jumlah sisi aktif yang terdapat pada permukaan adsorben (Fitasari *et al.*, 2022).

Persamaan kinetika *pseudo* orde satu dituliskan sebagai berikut:

$$\frac{dq_t}{dt} = k_1 (q_e - q_t) \quad (2.5)$$

Di mana q_t adalah jumlah ion yang teradsorpsi waktu t (mg/g), q_e adalah jumlah ion yang teradsorpsi pada saat kesetimbangan (mg/g), dan k_1 adalah konstanta laju *pseudo* orde satu (menit⁻¹). Integrasi persamaan di atas dengan kondisi batas ($t=0, q_t=0$, dan $t=t, q_t=q_t$), maka persamaan 2.5 menjadi

$$\ln (q_e - q_t) = \ln q_e - k_1 \cdot t \quad (2.6)$$

Persamaan 2.6 juga dapat diturunkan sebagai berikut

$$\text{Log} (q_e - q_t) = \text{log} q_e - \frac{k_1}{2,303} \times t \quad (2.7)$$

dengan memplot $\log (q_e - q_t)$ terhadap t . Nilai k_1 dan q_e dapat dihitung dari *slope* dan *intercept* dari garis lurus pada grafik (Kustomo & Santosa, 2019).

b. *Pseudo* Orde Dua

Model kinetika orde dua mengansumsikan bahwa kecepatan proses penyerapan adsorbat oleh adsorben berbanding lurus dengan dua zat yang bereaksi (adsorbat dan adsorben) atau hanya bergantung pada salah satu zat yang berpangkat dua (Karbeka, 2024). *Pseudo* orde dua didasarkan terhadap kemampuan mengadsorpsi pada fase padatan (Kustomo & Santosa, 2019). Persamaan *pseudo* orde dua sebagai berikut:

$$\frac{dq_t}{dt} = k_2 (q_e - q_t)^2 \quad (2.8)$$

Kemudian variabel di atas dipisahkan dan menghasilkan persamaan:

$$\frac{dq_t}{(q_e - q_t)^2} = k_2 dt$$

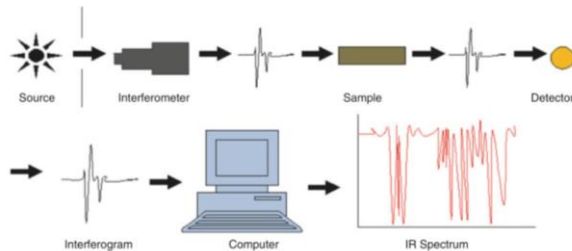
Pada batas $t = 0 - t$ dan $q_t = 0 - q_t$, maka bentuk linear integrasinya menghasilkan persamaan:

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{k_2 q_e^2} + \frac{1}{q_e} t \quad (2.9)$$

q_e adalah kapasitas adsorpsi pada kesetimbangan (mg/g), q_t adalah kapasitas adsorpsi pada t (mg/g), t adalah waktu adsorpsi, k_2 adalah konstanta laju adsorpsi kinetik pada *pseudo* orde dua (menit^{-1}) (Turmiati *et al.*, 2019).

11. FTIR (*Fourier Transform Infra Red*)

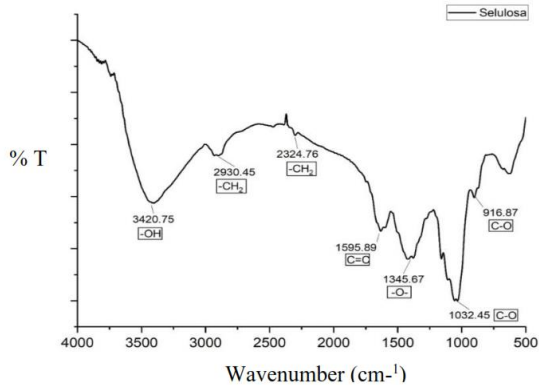
Fourier Transform Infra Red (FTIR), yaitu metode spektroskopi inframerah yang dilengkapi dengan transformasi Fourier untuk analisis hasil spektrumnya. Metode spektroskopi yang digunakan adalah metode absorpsi, yaitu metode spektroskopi yang didasarkan atas perbedaan penyerapan radiasi inframerah (Indah & Safnowandi, 2020). Skema alat FTIR ditunjukkan pada gambar 2.6



Gambar 2. 6 Skema Alat Uji FTIR (Joshi & Joshi, 2012)

Prinsip kerja FTIR adalah interaksi antara energi dan materi. *Infrared* dari sumber sinar melewati celah dan diteruskan ke interferometer, celah tersebut berfungsi mengontrol jumlah energi yang disampaikan kepada sampel. Kemudian beberapa *infrared* diserap oleh sampel dan yang lainnya ditransmisikan melalui permukaan sampel sehingga sinar *infrared* lolos ke detektor dan sinyal yang terukur kemudian dikirim ke komputer sebagai tempat proses transformasi fourier sehingga dihasilkan spektrum inframerah (Anisa *et al.*, 2023).

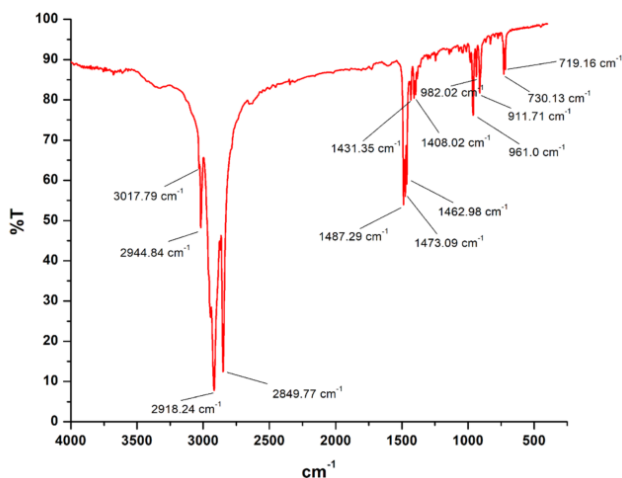
FTIR banyak digunakan untuk mengidentifikasi gugus fungsi pada bahan (gas, cair, dan padat). Spektroskopi inframerah mengukur penyerapan IR radiasi yang dibuat oleh setiap ikatan dalam molekul dan sebagai hasilnya memberikan spektrum yang umumnya ditunjuk sebagai % transmitansi versus bilangan gelombang (cm^{-1}) (Kedang, 2018). Contoh spektrum FTIR selulosa ditunjukkan pada gambar 2.7



Gambar 2. 7 Spektrum FTIR Selulosa (Rojtica, 2021)

Selulosa dapat diidentifikasi berdasarkan serapan gugus regangan -OH yang muncul pada daerah serapan 3600 cm^{-1} sampai 3300 cm^{-1} yang muncul pada bilangan gelombang $3420,75\text{ cm}^{-1}$. Kemudian pada panjang gelombang sekitar $2930,45\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya vibrasi ulur CH_2 yang merupakan gugus utama pembangun senyawa selulosa yang diperkuat dengan vibrasi pada bilangan $2324,76\text{ cm}^{-1}$. Gugus -O- yang merangkai selulosa muncul pada bilangan gelombang $1345,67\text{ cm}^{-1}$. Gugus C-O glikosida (*bending*) pada bilangan gelombang sekitar $916,87\text{ cm}^{-1}$ dan puncak serapan C-O (*bending*) diwakili oleh spektrum pada bilangan gelombang $1032,45\text{ cm}^{-1}$. Tanda adanya gugus-gugus spesifik selulosa yaitu munculnya gugus -OH , -CH_2 , -O- yang

muncul berulang (Rojtica, 2021). Contoh spektrum FTIR CTAB ditunjukkan pada gambar 2.8



Gambar 2. 8 Spektrum FTIR CTAB

(Shettigar et al., 2018)

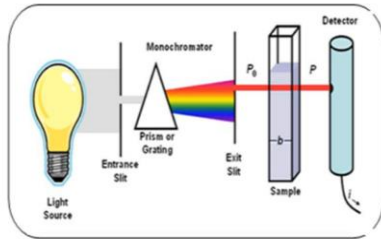
Spektrum CTAB menunjukkan pada puncak serapan $3017,79\text{ cm}^{-1}$ terdapat gugus N-H (*stretching*). Serapan $2918,24\text{ cm}^{-1}$ dan $2849,77\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan regangan C-H (*stretching*). Bilangan gelombang $1473,09\text{ cm}^{-1}$ merupakan kelompok metilen. Pada puncak serapan $1462,90\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan C-N *stretching* (Shettigar et al., 2018).

12. Spektrofotometri UV-Vis

Spektrofotometri UV-Vis adalah metode analisis pengukuran konsentrasi suatu senyawa

berdasarkan kemampuan senyawa tersebut mengabsorpsi berkas sinar atau cahaya yang menghasilkan sinar monokromatis dengan menggunakan instrumen spektrofotometer (Dewi, 2018). Kelebihan metode spektrofotometri UV-Vis yaitu sederhana dalam menentukan kuantitas zat yang sangat kecil. Hasil yang diperoleh dari metode ini juga cukup akurat, angka dan grafik yang terbaca langsung tercatat oleh detektor (Putri, 2017).

Spektrofotometer UV-Vis digunakan untuk analisis melalui interaksi antara sinar pada panjang gelombang tertentu dengan materi yang berupa molekul atau atom. Sinar dapat berupa cahaya *visible* (tampak), cahaya *ultraviolet* (tidak tampak), dan *infrared* sedangkan materi dapat berupa molekul atau atom dengan elektron valensi (Angraini & Yanti, 2021). Skema alat spektrofotometri UV-Vis ditunjukkan pada gambar 2.9



Gambar 2. 9 Skema Alat Spektrofotometri UV-Vis
(Cahyono *et al.*, 2022)

Prinsip kerja spektrofotometer UV-Vis (*Ultra Violet-Visible*) berdasar pada serapan cahaya, di mana atom dan molekul berinteraksi dengan cahaya. Sumber UV dan *visible* adalah dua sumber sinar yang berbeda yang digunakan pada instrumen ini. Spektrofotometri UV-Vis berdasar pada hukum Lambert-Beer. Jika sinar monokromatik melewati suatu senyawa maka sebagian sinar akan diabsorpsi, sebagian dipantulkan dan sebagian lagi akan dipancarkan (Ahriani *et al.*, 2021).

B. Kajian Pustaka

Sari (2021) melakukan penelitian mengenai sintesis selulosa asetat dari selulosa rumput teki (*Cyperus rotundus L.*) menghasilkan selulosa dengan rendemen sebesar 56,24% menggunakan pelarut NaOH. Hasil uji iodin

selulosa menghasilkan terjadinya perubahan warna putih menjadi senyawa kompleks warna cokelat. Hal ini menandakan pada sampel selulosa yang didapat postif mengandung polisakarida.

Agnestisia (2012) melakukan penelitian adsorpsi fosfat menggunakan selulosa purun tikus (*Eleocharis dulcis*) termodifikasi *Heksadesiltrimetilammonium bromida* (HDTMABr) menyatakan bahwa modifikasi selulosa menggunakan surfaktan kationik HDTMABr mampu meningkatkan kapasitas adsorpsi terhadap senyawa anionik fosfat (PO_4^{3-}) sampai dengan 9 kali lipatnya. Selulosa tanpa modifikasi kapasitas adsorpsinya menunjukkan nilai 2,36 mg/g. Hasil modifikasi menggunakan surfaktan kationik dengan konsentrasi 350 ppm senilai 16,95 mg/g, sedangkan 700 ppm yaitu 20,83 mg/g. Hal ini menunjukkan semakin banyak jumlah konsentrasi surfaktan kationik yang ditambahkan maka semakin meningkat pula kemampuan adsorpsi selulosa. Proses adsorpsi pada selulosa dan selulosa termodifikasi memiliki kondisi optimal pada pH 3 dan waktu kontak 60 menit pada selulosa hasil preparasi dan 30 menit pada selulosa termodifikasi surfaktan.

Ansari (2012) melakukan penelitian mengenai adsorpsi pewarna anionik yang sangat efisien dari

pewarna *congo red* (CR) menggunakan serbuk gergaji yang dimodifikasi dengan larutan surfaktan kationik CTAB dengan konsentrasi 4 ppm. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan penyerapan pewarna anionik dari 60% menjadi 99% pada pH 6. Peningkatan penyerapan tersebut disebabkan oleh tingginya gaya tarik elektrostatis antara permukaan adsorben serbuk gergaji termodifikasi CTAB yang bermuatan positif dengan molekul pewarna CR yang merupakan spesies yang bermuatan negatif.

Rosanti (2022) melakukan penelitian mengenai adsorpsi pewarna kationik dan anionik menggunakan kulit jeruk yang dimodifikasi CTAB. Hasilnya menunjukkan bahwa penggunaan biomassa kulit jeruk termodifikasi CTAB lebih baik dalam menghilangkan pewarna anionik daripada pewarna kationik. Hal ini disebabkan adanya gugus fungsi N-H dari kelompok ammonium CTAB yang bermuatan positif yang menyebabkan biomassa kulit jeruk termodifikasi CTAB memiliki sifat kationik sehingga lebih mudah untuk menarik senyawa anionik.

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terletak pada bahan untuk mensintesis selulosa sebagai adsorben yaitu rumput teki dan surfaktan kationik CTAB yang digunakan untuk modifikasi selulosa.

C. Hipotesis Penelitian

Selulosa yang berasal dari rumput teki mempunyai hasil uji karakterisasi yang sesuai dengan gugus fungsi pada selulosa yaitu gugus hidroksil. Penambahan CTAB pada selulosa menyebabkan permukaan material bermuatan positif sehingga berpotensi dalam mengadsorpsi zat anionik. Modifikasi selulosa dengan CTAB diharapkan mampu meningkatkan proses adsorpsi polutan anionik seperti fosfat.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

1. Alat

Pada penelitian ini menggunakan alat sebagai berikut: blender, ayakan 80 mesh, *hot plate*, gelas beker, erlenmeyer, gelas ukur, labu ukur, neraca analitik, tabung reaksi, batang pengaduk, spatula, pipet tetes, pipet ukur, corong kaca, kaca arloji, *magnetic stirrer* (Cimarec), oven (Memmert UN 30), kertas saring, stopwatch. Peralatan instrumen yang digunakan yaitu *Fourier Transform Infra Red* (FTIR, Bruker ALPHA II) dan spektrofotometer UV-Vis (Thermo Fisher Scientific).

2. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rumput teki yang diambil dari sawah di Desa Summersari Kabupaten Kendal, aquades, iodine, NaOH Merck kualitas p.a, NaOCl Merck kualitas p.a, CTAB Sigma kualitas p.a, H₂SO₄ Merck kualitas p.a, KH₂PO₄ Merck kualitas p.a, indikator PP Merck, K₂Sb₂(C₄H₂O₆)₂ Merck kualitas p.a, (NH)₂ MoO₄ Merck kualitas p.a, C₆H₈O₆ Merck kualitas p.a, HCl Merck kualitas p.a,

$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ Merck kualitas p.a, indikator metil merah dan sampel fosfat yang berasal dari limbah detergen merk So Klin.

B. Prosedur penelitian

1. Preparasi Sampel Rumput Teki (Sari, 2021)

Rumput teki sebanyak 500 g dicuci dan dikeringkan di bawah sinar matahari selama 7 hari. Selanjutnya sampel rumput teki dihaluskan atau diblender. Rumput teki diayak supaya didapatkan bubuk dengan ukuran halus.

2. Ekstraksi Selulosa dari Rumput Teki (Rahim *et al.*, 2021)

Sebanyak 100 g bubuk rumput teki dipanaskan dengan menggunakan larutan NaOH 10% dengan perbandingan 1:10 (b/v) yang bertujuan untuk melarutkan bahan non selulosa pada suhu 80°C dengan lama waktu 120 menit. Selanjutnya disaring, residu yang dihasilkan dicuci menggunakan akuades. Setelah itu, dilakukan *bleaching* dengan NaOCl 5% sebanyak 50 mL pada suhu ruang selama 3 jam dan dipisahkan residu tersebut, dicuci kembali dengan akuades hingga tidak berbau hipoklorit. Pulp dikeringkan menggunakan oven pada suhu 105°C hingga

memperoleh selulosa kering dan diayak dengan ayakan 80 mesh. Selulosa hasil ekstraksi diuji menggunakan uji iodium serta dianalisis dengan FTIR.

3. Modifikasi Selulosa dari Rumput Teki Menggunakan Surfaktan kationik CTAB (Agnestisia *et al.*, 2012)

Larutan CTAB dibuat pada konsentrasi 500 ppm dan 1000 ppm masing-masing sebanyak 250 mL dengan menggunakan akuades. Selulosa hasil preparasi sebanyak 20 g dimasukkan ke dalam larutan surfaktan sedikit demi sedikit dan diaduk dengan stirrer pada 180 rpm selama 24 jam pada temperatur kamar. Setelah itu suspensi dari selulosa disaring dan dicuci dengan akuades dan dikeringkan dengan suhu 60°C. Selulosa hasil modifikasi dianalisis dengan FTIR. Penambahan CTAB 500 ppm diberi identitas S-CTAB 500 ppm dan penambahan CTAB 1000 ppm diberi identitas S-CTAB 1000 ppm.

4. Penentuan Derajat Substitusi (Agnestisia *et al.*, 2012)

Sebanyak 100 mg S-CTAB 500 ppm dan S-CTAB 1000 ppm ditambahkan dengan 10 mL larutan NaOH 0,1 M. Campuran diaduk dengan stirrer pada suhu ruang selama 30 menit. Lalu ditambahkan indikator

metil merah sebanyak 3 tetes. Sampel dititrasi dengan HCl 0,1 M yang telah dibakukan dengan $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 0,1 M, sampai titik akhir titrasi yang ditandai dengan perubahan warna menjadi oranye.

5. Pembuatan Sampel Limbah Detergen

Sampel limbah detergen dibuat dari detergen merk So Klin. Sampel detergen tersebut kemudian ditimbang sebanyak 3 g. Sampel detergen dilarutkan ke dalam air sebanyak 1 liter dan diaduk hingga larut.

6. Pengukuran Kadar Fosfat (Rohmah, 2021)

a. Pembuatan larutan induk fosfat 500 mg P/L

Larutkan 2,195 g kalium dihidrogen fosfat anhidrat dengan 100 mL akuades dalam labu ukur 1000 mL. Ditambahkan akuades sampai tepat pada tanda tera. Selanjutnya larutan dihomogenkan.

b. Pembuatan larutan baku fosfat 10 mg P/L

Larutan induk fosfat 500 mg P/L dipipet sebanyak 2 mL. Dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL. Selanjutnya ditambahkan akuades sampai tepat tanda tera dan dihomogenkan.

c. Penentuan panjang gelombang maksimum

Larutan standar fosfat 4 ppm dipipet sebesar 25 mL, kemudian dimasukkan ke dalam

erlenmeyer ditambah 1 tetes indikator fenolftalin. Jika terbentuk warna merah muda, ditambah tetes demi tetes H_2SO_4 5N sampai warna hilang. Ditambahkan 4 mL larutan campuran dan dihomogenkan serta didiamkan selama 15 menit. Diukur serapannya dengan UV-Vis pada panjang gelombang 700-900 nm sehingga dapat diperoleh panjang gelombang maksimum. Larutan campuran dibuat dengan mencampurkan secara berturut-turut 50 mL H_2SO_4 5N, 5 mL larutan $\text{K}_2\text{Sb}_2(\text{C}_4\text{H}_2\text{O}_6)_2$, 15 mL larutan $(\text{NH})_2\text{MoO}_4$, dan 30 mL larutan $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$.

d. Pembuatan kurva kalibrasi

Larutan standar fosfat dengan konsentrasi 0,0 mg/L; 1 mg/L; 2 mg/L; 3 mg/L; 4 mg/L dan 5 mg/L diambil 25 mL dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Ditambahkan 1 tetes indikator fenolftalin. Jika terbentuk warna merah muda, ditambahkan tetes demi tetes H_2SO_4 5N sampai warna hilang. Kemudian ditambahkan 4 mL larutan campuran dan dihomogenkan. Larutan tersebut dimasukkan ke dalam kuvet pada alat spektrofotometer UV-Vis, lalu dibaca dan dicatat serapannya pada panjang gelombang maksimum.

Kurva kalibrasi dibuat dengan memplotkan konsentrasi larutan dan absorbansi sehingga didapatkan persamaan garis lurus.

e. Pengukuran kadar fosfat pada sampel

Sampel limbah detergen dipipet sebanyak 25 mL dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Ditambahkan 1 tetes indikator fenolftalin. Jika terbentuk warna merah muda, ditambahkan tetes demi tetes H_2SO_4 5 N sampai warna hilang. Setelah itu ditambahkan 4 mL larutan campuran kemudian dihomogenkan. Larutan tersebut dimasukkan ke dalam kuvet pada alat spektrofotometer UV-Vis, lalu dibaca dan dicatat serapannya pada panjang gelombang maksimum. Pengukuran kadar fosfat dilakukan secara duplo.

7. Tahap Adsorpsi Fosfat

a. Adsorpsi Menggunakan Selulosa dan Selulosa Termodifikasi CTAB

Adsorben selulosa ditimbang 0,4 g dan dimasukkan dalam erlenmeyer dan ditambahkan larutan sampel limbah detergen sebanyak 25 mL. Proses adsorpsi dilakukan menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 350 rpm selama 30 menit. Hasilnya kemudian disaring dan filtratnya dianalisis

sesuai dengan metode penentuan kadar fosfat. Cara yang sama digunakan untuk adsorpsi menggunakan selulosa termodifikasi CTAB 500 ppm dan 1000 ppm. Proses adsorpsi dilakukan secara duplo.

b. Penentuan Kondisi Optimum Pengaruh Waktu

Adsorben dengan kapasitas dan efisiensi penyerapan terbaik pada tahap 7.a ditimbang sebanyak 0,4 g. Adsorben dilarutkan ke dalam 25 mL larutan limbah detergen dan dilakukan pengadukan menggunakan *magnetic stirer* dengan variasi waktu 10, 20, 20, 30, 40 dan 50 menit. Larutan hasil adsorpsi disaring dan dianalisis menggunakan UV-Vis. Proses adsorpsi dilakukan secara duplo.

c. Penentuan Kondisi Optimum Pengaruh Massa

Adsorben dengan variasi massa 0,05; 0,1; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 dan 1 g dilarutkan ke dalam 25 mL larutan limbah detergen dan dilakukan pengadukan menggunakan *magnetic stirer* dengan waktu yang telah diketahui kondisi optimumnya pada prosedur 7.b. Selanjutnya larutan hasil adsorpsi disaring dan dianalisis menggunakan UV-Vis. Proses adsorpsi dilakukan secara duplo.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan diuraikan tentang hasil penelitian dan pembahasan mengenai sintesis dan karakterisasi selulosa dari rumput teki termodifikasi *cetyltrimethylammonium bromide* (CTAB) untuk adsorpsi fosfat pada limbah detergen.

A. Preparasi Sampel Rumput Teki

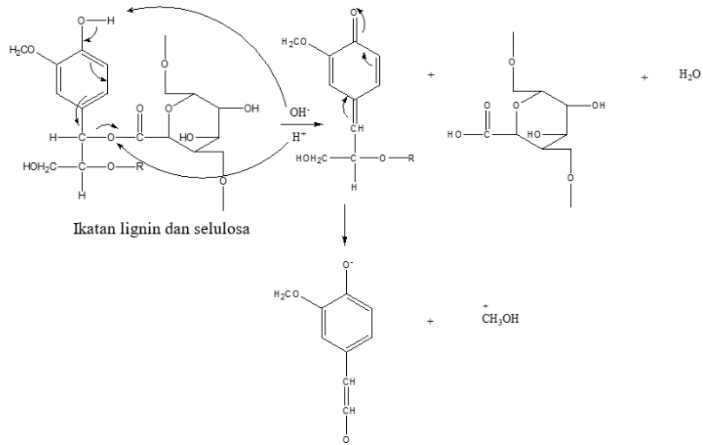
Pembuatan selulosa dari rumput teki menggunakan bahan rumput teki yang berasal dari Desa Sumpersari Kabupaten Kendal. Selulosa rumput teki pada penelitian ini dimanfaatkan sebagai adsorben. Tahapan pertama yaitu preparasi sampel rumput teki yang dilakukan dengan membersihkan rumput teki terlebih dahulu menggunakan air untuk menghilangkan sisa-sisa tanah yang menempel pada rumput kemudian dikeringkan. Pengeringan rumput teki di bawah sinar matahari kurang lebih 7 hari berfungsi untuk menghilangkan kadar air yang terkandung pada rumput teki. Rumput teki yang sudah kering kemudian dihaluskan menggunakan blender lalu diayak untuk mendapatkan bubuk yang lebih halus. Proses pengeringan rumput teki dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Proses Pengeringan Rumput Teki

B. Ekstraksi Selulosa dari Rumput Teki

Ekstraksi selulosa menggunakan rumput teki yang sebelumnya sudah dihaluskan dan diayak. Rumput teki yang telah halus ditambahkan dengan NaOH 10% dengan perbandingan 1:10 (b/v) pada suhu 80°C dengan lama waktu 120 menit. Proses delignifikasi ini bertujuan untuk memisahkan bahan non selulosa. Reaksi yang terjadi menggunakan larutan NaOH yang terdisosiasi menjadi Na^+ dan OH^- bereaksi dengan lignin ditunjukkan pada gambar 4.2. Ion OH^- bereaksi dengan gugus H pada lignin sedangkan ion Na^+ akan membentuk garam fenolat yang mudah larut. Warna pulp yang diperoleh dari proses ini menjadi coklat kehitaman.

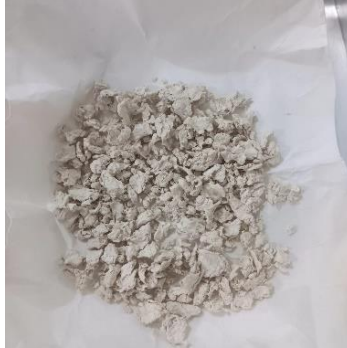


Gambar 4. 2 Mekanisme pemutusan ikatan antara lignin dan selulosa menggunakan NaOH (Lestari *et al.*, 2018).

Berdasarkan Gambar 4.2 degradasi lignin diawali oleh penyerangan atom H^+ yang terikat pada gugus OH fenolik oleh ion hidroksida (OH^-) dari NaOH. Atom H^+ pada bagian tersebut bersifat asam karena terikat pada atom O yang memiliki keelektronegatifan besar. Atom O yang lebih elektronegatif akan menarik elektron pada atom H^+ , sehingga atom H^+ akan bermuatan parsial positif dan mudah lepas menjadi ion H^+ . Keasaman juga dipengaruhi oleh efek resonansi dari gugus alkil pada posisi para, sehingga atom H pada gugus fenolik akan bersifat lebih asam (Lestari *et al.*, 2018). Gambar 4.2 juga menunjukkan

Ion OH^- dari NaOH akan memutuskan ikatan-ikatan dari struktur dasar lignin sedangkan ion Na^+ akan berikatan dengan lignin membentuk natrium fenolat. Garam fenolat ini bersifat mudah larut. Lignin yang terlarut ditandai dengan warna hitam pada larutan yang disebut lindi hitam (*black liquor*) (Sudrajat *et al.*, 2018).

Pulp kemudian dicuci menggunakan aquades, selanjutnya dilakukan *bleaching* menggunakan larutan NaOCl 5%. Proses ini bertujuan untuk mendegradasi sisa-sisa lignin dengan cara memutus rantai pendek. Pemutihan menggunakan larutan NaOCl karena NaOCl di dalam air akan menghasilkan ion hidroksil dan asam *hypochlorous* (HOCl) yang merupakan oksidator kuat dan mampu memutuskan ikatan lignoselulosa dan ikatan eter dalam struktur lignin, sehingga terjadi perubahan warna dari coklat menjadi putih. Pulp selulosa kemudian dicuci dan dibilas dengan menggunakan aquades hingga tidak berbau hipoklorit. Selanjutnya dioven menggunakan suhu 105°C hingga kering lalu diblender dan diayak sehingga diperoleh bubuk selulosa halus. Selulosa yang diperoleh sebanyak 49,52 g sehingga berat rendemennya yaitu 49,52 %. Hasil selulosa yang dihasilkan dapat dilihat pada gambar 4.3



Gambar 4. 3 Selulosa Rumput Teki

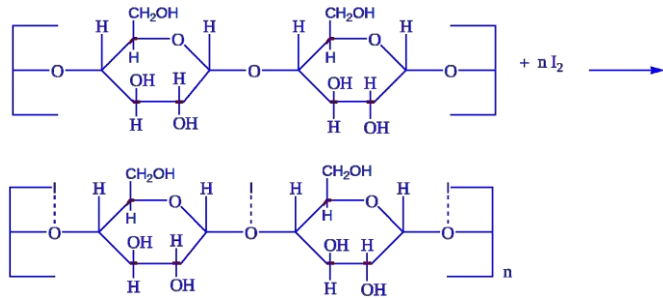
Selulosa yang dihasilkan dalam penelitian ini kemudian dianalisis secara kualitatif menggunakan uji iodium. Hasil uji iodium dapat dilihat pada gambar 4.4



Gambar 4. 4 Hasil uji iodium selulosa

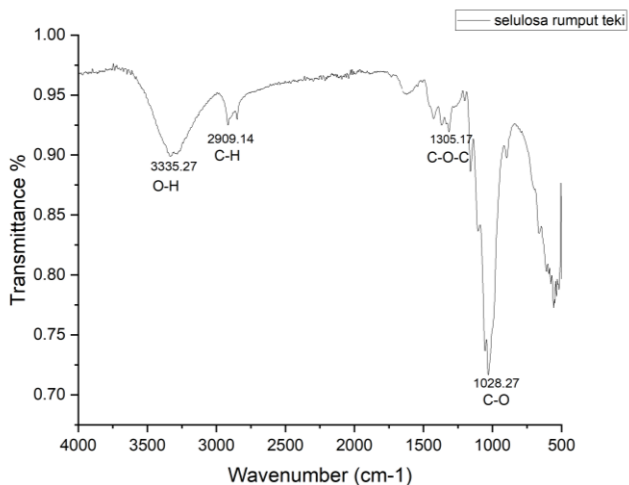
Gambar 4.4 menunjukkan hasil uji iodium pada sampel selulosa positif yang ditandai dengan perubahan warna menjadi coklat. Pengujian iodium digunakan untuk

mengidentifikasi kandungan polisakarida (Latifah, 2022).
Reaksi uji iodium ditunjukkan pada gambar 4.5



Gambar 4. 5 Reaksi Uji Iodium Selulosa (Nadhila, 2021)

Rantai poliiodida terbentuk ketika polisakarida membentuk rantai spiral (melingkar) yang kemudian bergabung dengan iodium untuk membentuk warna larutan menjadi ungu kebiruan untuk pati, coklat kemerahan untuk glikogen, dan coklat untuk selulosa (Nurmilatillah, 2021). Selulosa selanjutnya dikarakterisasi menggunakan FTIR. Hasil karakterisasi FTIR selulosa dari rumput teki ditunjukkan pada gambar 4.6



Gambar 4. 6 Spektra FTIR Selulosa Rumput Teki

Gambar 4.6 menunjukkan adanya puncak serapan pada bilangan gelombang $3335,27 \text{ cm}^{-1}$ yang menandakan adanya gugus -OH (*stretching*). Pada bilangan gelombang $2909,14 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya gugus C-H (*stretching*) senyawa alkana. Pita $1305,17 \text{ cm}^{-1}$ merupakan karakteristik untuk gugus C-O-C (*stretching*) senyawa eter yang merangkai selulosa. Terlihat gugus fungsi C-O glikosida (*bending*) pada bilangan gelombang $1028,27 \text{ cm}^{-1}$. Adanya getaran C-O mengindikasikan adanya karakteristik penyerapan dari β -glikosidik yang menghubungkan antara glukosa pada selulosa (Nurmilatillah, 2021). Gugus fungsi utama yang

terkandung pada selulosa yaitu O-H, C-H, dan C-O glikosidik (Nurjannah *et al.*, 2020).

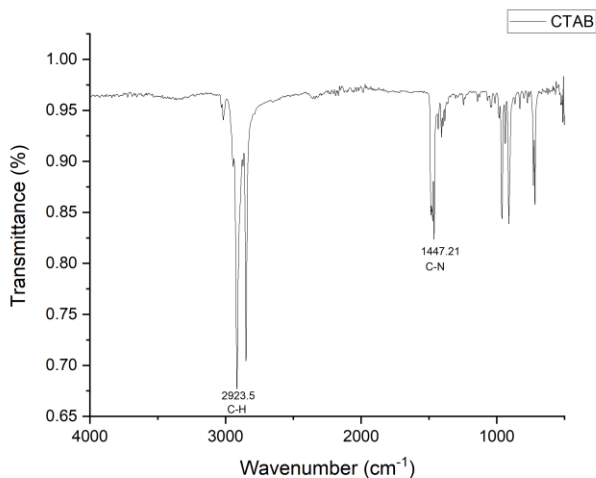
Berdasarkan spektra FTIR sintesis rumput teki dapat disimpulkan bahwa selulosa berhasil didapatkan. Interpretasi spektra FTIR sampel rumput teki ditunjukkan pada tabel 4.1

Tabel 4. 1 Interpretasi Spektra FTIR Sampel Rumput Teki

Bilangan Gelombang Selulosa Ekstrasi (cm⁻¹)	Bilangan Gelombang Selulosa Literatur (Nurmilatillah, 2021) (cm⁻¹)	Gugus Fungsi
3335,27	3288,81	O-H
2909,14	2904,06	C-H
1305,17	1374,66	C-O-C
1028,27	1054,76	C-O

C. Modifikasi Selulosa dari Rumput Teki Menggunakan Surfaktan kationik CTAB

Selulosa yang telah didapatkan dari rumput teki dibuat sebagai bahan adsorben dengan penambahan CTAB sebagai surfaktan kationik untuk meningkatkan dalam adsorpsi terhadap senyawa anionik. CTAB yang digunakan dalam penelitian ini dikarakterisasi dengan menggunakan FTIR. Hasil spektra FTIR CTAB dapat dilihat pada Gambar 4.7 dan Tabel 4.2



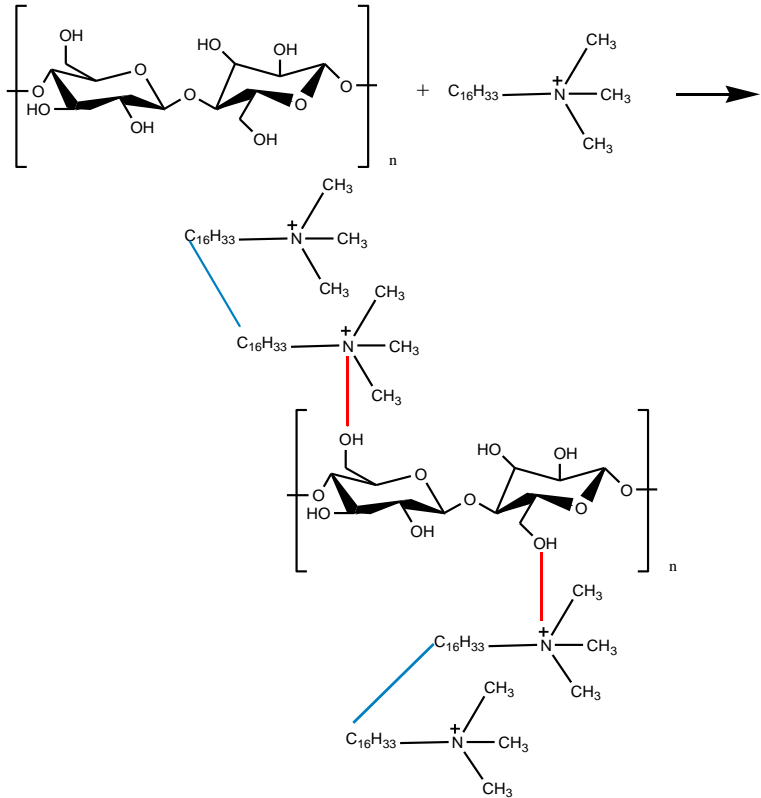
Gambar 4. 7 Spektra FTIR CTAB

Tabel 4. 2 Interpretasi Spektra FTIR CTAB

Bilangan Gelombang CTAB (cm⁻¹)	Bilangan Gelombang CTAB Literatur (cm⁻¹) (Shettigar <i>et al.</i>, 2018)	Gugus Fungsi
2923,5	2849,77	C-H
1447,21	1487,29	C-N

Berdasarkan pada Gambar 4.7 dan Tabel 4.2 terlihat bahwa hasil spektrum FTIR CTAB pada puncak 2849,11 cm⁻¹ menunjukkan adanya gugus C-H (*stretching*). Pada puncak serapan 1485,24 cm⁻¹ menunjukkan adanya gugus C-N (*bending*).

Pada modifikasi selulosa ini dilakukan pencampuran dengan menggunakan *magnetic stirrer*. Pada penelitian ini selulosa sebanyak 20 g ditambahkan dengan larutan CTAB dengan variasi konsentrasi 500 ppm dan 1000 ppm. Kemudian sampel diaduk selama 24 jam pada suhu ruang, lalu disaring serta dibilas menggunakan aquades dan dikeringkan dengan suhu 60°C. Penambahan CTAB diberikan identitas S-CTAB 500 ppm dan S-CTAB 1000 ppm. Mekanisme reaksi yang terjadi pada proses modifikasi selulosa dengan CTAB ditunjukkan pada gambar 4.8.



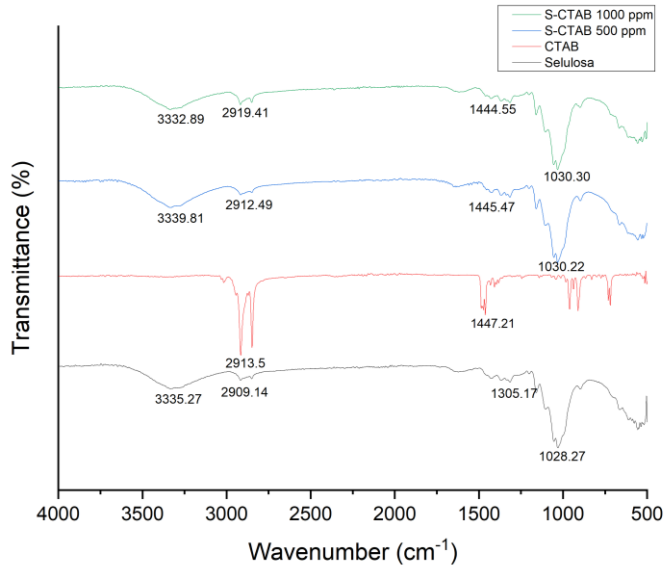
Keterangan:

— Interaksi elektrostatik

— Interaksi hidrofobik

Gambar 4. 8 Mekanisme Reaksi Modifikasi Selulosa dengan CTAB (Dovi *et al.*, 2021)

Selulosa hasil modifikasi kemudian dikarakterisasi menggunakan FTIR. Hasil spektra FTIR selulosa, CTAB, selulosa modifikasi CTAB ditunjukkan pada gambar 4.9 dan tabel 4.3



Gambar 4. 9 Hasil Spektra FTIR Selulosa, S-CTAB 500 dan 1000 ppm

Tabel 4. 3 Interpretasi FTIR Selulosa Termodifikasi

Gugus Fungsi	Rentang serapan (cm ⁻¹)	Selulosa	Bilangan gelombang (cm ⁻¹)		
			CTAB	S-CTAB 500 ppm	S-CTAB 1000 ppm
O-H	3200-3550	3335,27	-	3339,81	3332,89
C-H	2840-3000	2909,14	2913,5	2912,49	2919,41
C-N	1440-1490	-	1447,21	1445,47	1444,55
C-O-C	1300-1320	1305,17	-	-	-
C-O	900-1200	1028,27	-	1030,22	1030,3

Gambar 4.9 dan Tabel 4.3 menyatakan bahwa pada S-CTAB 500 ppm terdapat bilangan gelombang 3339,81 cm⁻¹, 2913,5 cm⁻¹, 2923,61 cm⁻¹, 1445,47 cm⁻¹, 1030,22 cm⁻¹. Bilangan gelombang tersebut diidentifikasi menunjukkan adanya gugus fungsi O-H, C-H, C-N dan C-O.

Pada S-CTAB 1000 ppm spektra bilangan gelombang mengalami pergeseran puncak dibandingkan dengan S-CTAB 500 ppm. Gugus O-H mengalami pergeseran menjadi 3332,89 cm⁻¹. Bilangan gelombang S-CTAB 1000 ppm juga mengalami pergeseran pada gugus fungsi untuk karakteristik C-H (2919,41 cm⁻¹), C-N (1444,55 cm⁻¹) dan C-O (1030,3 cm⁻¹).

Hasil spektrum FTIR selulosa dengan S-CTAB menunjukkan kemiripan, hal ini menandakan bahwa keduanya memiliki gugus fungsi yang mirip (Rosanti *et al.*, 2022). Berdasarkan data dan hasil analisis FTIR tersebut, dapat disimpulkan bahwa penambahan CTAB dalam selulosa terdapat bilangan gelombang untuk gugus fungsi C-N (Rosanti *et al.*, 2022).

E. Penentuan Derajat Substitusi

Penentuan jumlah surfaktan yang mampu menempel pada permukaan selulosa dilakukan dengan analisis semikuantitatif yaitu derajat substitusi (DS). Berdasarkan hasil perhitungan nilai derajat substitusi pada S-CTAB 500 ppm sebesar 0,94. Pada S-CTAB 1000 ppm memiliki nilai derajat substitusi yang lebih kecil yaitu sebesar 0,85. Nilai derajat substitusi cenderung menurun, hal ini terjadi karena jika konsentrasi CTAB terlalu tinggi kecenderungan reaksi samping antara CTAB dengan NaOH pada tahap sebelumnya lebih besar, dengan adanya reaksi samping menyebabkan jumlah CTAB yang bereaksi dengan selulosa lebih sedikit (Santoso, 2020). Pada penelitian Agnestisia (2012) hasil derajat substitusi selulosa modifikasi HDTBMABr dengan konsentrasi 350 ppm dan 700 ppm menghasilkan nilai DS 0,92 dan 1,24.

Hasil derajat substitusi akan mempengaruhi adsorpsi karena semakin besar jumlah gugus surfaktan yang tersubstitusi maka akan semakin besar pula kemampuan adsorben dalam menyerap adsorbat (Agnestisia *et al.*, 2012).

F. Pengukuran Kadar Fosfat

1. Penentuan panjang gelombang maksimum

Panjang gelombang maksimum merupakan panjang gelombang terjadinya eksitasi elektronik yang memberikan absorbansi maksimum. Pengukuran dilakukan pada panjang gelombang maksimum karena pada panjang gelombang maksimum perubahan absorbansi untuk setiap satuan konsentrasi paling besar, sehingga akan didapatkan kepekaan analisis yang maksimum (Apriliyani, *et al.*, 2018). Pengukuran panjang gelombang maksimum dilakukan dengan menggunakan UV Vis rentang 700-900 nm. Pada daerah tampak dari spektrum, warna yang menyerap panjang gelombang tertentu akan berbeda dengan warna yang terlihat secara langsung karena adanya pengaruh warna komplementer (Angraini & Fitriyanti, 2021). Hasil panjang gelombang maksimum yang didapatkan muncul pada panjang gelombang 884 nm.

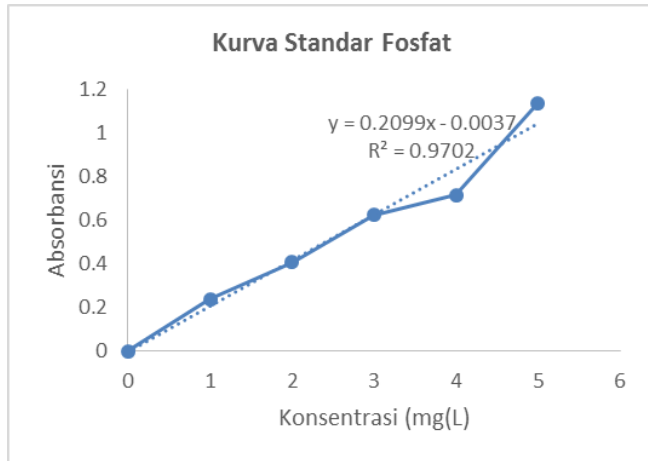
Hasil ini hampir sama dengan penelitian Sari *et al.*, (2022) yaitu 885 nm.

2. Pembuatan kurva kalibrasi

Penentuan kurva kalibrasi dilakukan dengan membuat deret standar dengan konsentrasi 0, 1, 2, 3, 4 dan 5 mg/L. Pada setiap konsentrasi tersebut ditambahkan 1 tetes indikator pp sebagai indikator perubahan warna, H₂SO₄ untuk menetralkan larutan dan 4 mL larutan pengompleks. Larutan standar dilakukan pengukuran dengan spektrofotometer UV Vis pada panjang gelombang 884 nm. Hasil absorbansi dapat dilihat pada tabel 4.4 dan gambar 4.10

Tabel 4. 4 Absorbansi larutan standar fosfat

Konsentrasi standar (mg/L)	Absorbansi
0	0
1	0,237
2	0,409
3	0,625
4	0,717
5	1,138



Gambar 4. 10 Kurva kalibrasi larutan standar

Pada gambar 4.10 menunjukkan pada variasi konsentrasi larutan standar 0 mg/L sampai 5 mg/L diperoleh persamaan regresi linear $y = 0,2099x - 0,0037$. Nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9702 dan nilai korelasi (r) sebesar 0,9849. Berdasarkan SNI minimum nilai korelasi (r) yang memenuhi standar lebih besar atau sama dengan 0,97. Maka nilai R^2 pada gambar 4.9 memenuhi syarat linearitas.

3. Pengukuran kadar fosfat pada sampel limbah detergen

Sampel detergen dibuat dengan cara melarutkan 30 g detergen merk So Klin dengan 1000 mL air dan dihomogenkan hingga larut. Larutan dari

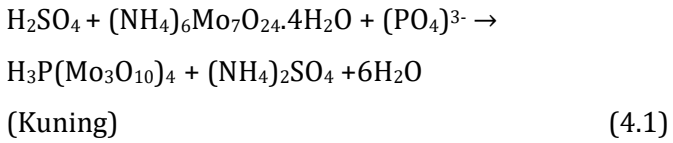
sampel limbah detergen menunjukkan warna biru muda. Hasil pembuatan sampel limbah detergen dapat dilihat pada gambar 4.11



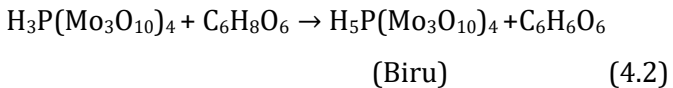
Gambar 4. 11 Sampel Limbah Detergen

Sebanyak 25 mL sampel ditetesi dengan indikator pp yang ditandai dengan perubahan warna menjadi merah muda yang mengidentifikasi bahwa sampel bersifat basa. Selanjutnya, ditambah tetes demi tetes H_2SO_4 5 N sehingga larutan berubah menjadi bening. Kemudian ditambahkan dengan 4 mL larutan pengompleks yang terbuat dari campuran larutan H_2SO_4 5N, kalium antimonil tartat, ammonium molibdat dan asam askorbat. Ammonium molibdat dan kalium antimonil tartat dalam kondisi asam dengan fosfat akan membentuk asam fosmolibdat (Suryani *et al.*, 2023).

Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Persamaan reaksi 4.1 merupakan reaksi pembentukan senyawa asam fosmolibdat berwarna kuning. Selanjutnya asam fosmolibdat akan direduksi dengan asam askorbat sehingga terbentuk antimonil fosmolibdat molibden. Pembentukan kompleks ditandai dengan perubahan warna menjadi biru (Rosilla *et al.*, 2015). Semakin tinggi kadar fosfat yang terkandung pada sampel maka kompleks biru yang terbentuk semakin pekat (Suryani *et al.*, 2023). Reaksinya yaitu:



(Lapailaka *et al.*, 2021)

Sampel kemudian diuji menggunakan spektrofotometer UV Vis dengan panjang gelombang maksimum yang telah ditentukan yaitu 884 nm. Hasil yang didapatkan dari uji dan perhitungan kadar fosfat pada sampel limbah detergen dengan faktor pengenceran dua kali sebesar 7,73 mg/L.

G. Tahap Adsorpsi Fosfat

1. Adsorpsi Menggunakan Selulosa dan S-CTAB

Pengujian adsorpsi terhadap fosfat dilakukan menggunakan variasi adsorben untuk mengetahui jenis adsorben yang maksimal untuk digunakan pada tahap selanjutnya. Hasil uji adsorpsi fosfat menggunakan selulosa, S-CTAB 500 ppm dan S-CTAB 1000 ppm ditunjukkan pada tabel 4.5

Tabel 4.5 Uji Adsorpsi variasi adsorben

No.	Variasi	Qe (mg/g)	%E
1.	Selulosa	0,268	55,49
2.	S-CTAB 500 ppm	0,294	60,93
3.	S-CTAB 1000 ppm	0,291	60,15

Berdasarkan tabel 4.5 hasil uji adsorpsi awal pada sampel selulosa, S-CTAB 500 ppm dan S-CTAB 1000 ppm dapat dilihat bahwa kemampuan adsorpsi paling baik yaitu S-CTAB 500 ppm, dengan kapasitas adsorpsi sebanyak 0,294 mg/g. Hasil uji ini menunjukkan bahwa selulosa termodifikasi surfaktan kationik mengalami kenaikan kapasitas adsorpsi. Hal ini karena gugus hidroksil yang terdapat pada selulosa yang dimodifikasi CTAB akan bermuatan positif karena adanya gugus N⁺ pada kelompok ammonium

CTAB sehingga menyebabkan tarik menarik antara selulosa kationik dan senyawa anionik (Rosanti, *et al.*, 2022)

2. Penentuan Kondisi Optimum Pengaruh Waktu

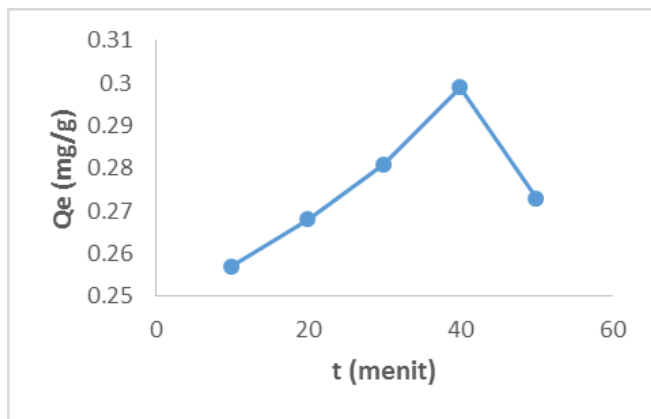
Penentuan waktu kontak optimum bertujuan untuk mengetahui waktu yang diperlukan adsorben dan adsorbat untuk berinteraksi secara maksimal dengan mencapai waktu kesetimbangan yaitu waktu adsorben telah jenuh menyerap molekul adsorbat (Adawiah *et al.*, 2020). Adsorben yang digunakan yaitu S-CTAB 500 ppm sesuai dengan hasil uji adsorpsi pada tahap G.1. Variasi waktu yang digunakan 10, 20, 30, 40 dan 50 menit. Hasil optimasi waktu kontak dapat dilihat pada tabel 4.6

Tabel 4. 6 Hasil Data Optimasi Waktu Kontak

No.	Waktu (menit)	Qe (mg/g)	%E
1.	10	0,257	53,29
2.	20	0,268	55,49
3.	30	0,281	58,08
4.	40	0,299	61,96
5.	50	0,273	56,53

Berdasarkan hasil data yang didapatkan menunjukkan waktu kontak optimum adsorpsi terjadi pada menit ke 40 dengan kapasitas adsorpsi sebesar

0,299 mg/g. Pada waktu 50 menit mengalami penurunan kapasitas adsorpsi karena proses adsorpsi telah mencapai kesetimbangan antara adsorben dan adsorbat dan mencapai batas jenuh, sehingga adsorpsi mencapai optimum (Rosanti *et al.*, 2022). Pengaruh waktu kontak terhadap adsorpsi fosfat ditunjukkan pada gambar 4.12



Gambar 4. 12 Pengaruh Waktu terhadap Kapasitas Adsorpsi

Berdasarkan gambar 4.12 menunjukkan bahwa kapasitas adsorpsi mengalami peningkatan di awal proses adsorpsi seiring dengan bertambahnya waktu. Hal ini sesuai dengan teori yaitu semakin lama waktu kontak antara adsorben dan adsorbat, maka semakin banyak pula ion yang terserap (Fitasari *et al.*,

2022). Setelah mencapai kondisi optimum akan mengalami penurunan. Hal ini disebabkan semakin lama waktu kontak antara adsorben dan adsorbat maka akan mengalami desorpsi yaitu kondisi dimana adsorben melepaskan kembali sampel fosfat yang telah diadsorpsi karena adsorben telah jenuh dan melampaui kesetimbangan, sehingga tidak mengalami peningkatan kapasitas adsorpsi lagi (Kustomo *et al.*, 2022).

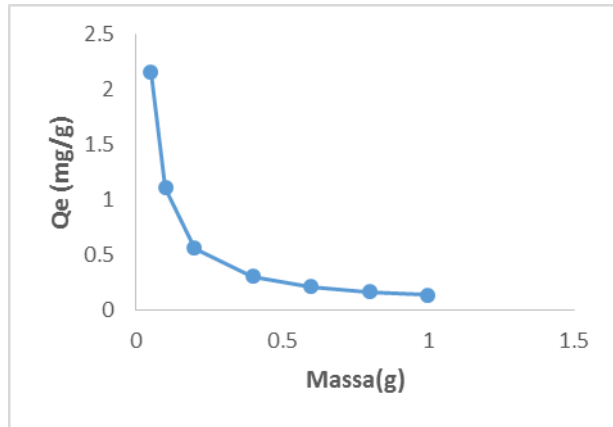
3. Penentuan Kondisi Optimum Pengaruh Massa

Penentuan massa optimum bertujuan untuk mengetahui massa adsorben optimum yang dibutuhkan untuk menyerap fosfat secara maksimum sampai mencapai titik jenuh. Pada penelitian menggunakan variasi 0,05; 0,1; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 dan 1 g. Hasil data yang diperoleh dalam penentuan kondisi optimum pengaruh massa dapat dilihat pada tabel 4.7

Tabel 4. 7 Data Hasil Optimasi Massa

No.	Massa (g)	Qe (mg/g)	%E
1.	0,05	2,16	55,88
2.	0,1	1,112	57,56
3.	0,2	0,557	57,69
4.	0,4	0,302	62,61
5.	0,6	0,207	64,29
6.	0,8	0,162	67,39
7.	1	0,134	69,34

Berdasarkan tabel 4.7 menunjukkan bahwa semakin banyak massa adsorben yang digunakan maka semakin kecil kapasitasnya, sebaliknya semakin rendah jumlah adsorben yang digunakan maka kapasitas adsorpsinya akan besar (Saef, Amalia, & Supriatna, 2022; Astari & Utami, 2018). Kapasitas adsorpsi terbesar terjadi pada massa 0,05 g dengan waktu kontak 40 menit. Hubungan antara kapasitas dan efisiensi adsorpsi berbanding terbalik, dimana peningkatan massa adsorben dapat meningkatkan efisiensi adsorpsi namun, kapasitas adsorpsi akan mengalami penurunan (Utubira, 2022). Penurunan kapasitas adsorpsi terjadi karena dengan meningkatnya massa adsorben maka jumlah situs-situs jenuh per satuan massa adsorben menjadi berkurang (Riwayati *et al.*, 2019). Grafik pengaruh massa terhadap adsorpsi dapat dilihat pada gambar 4.13.

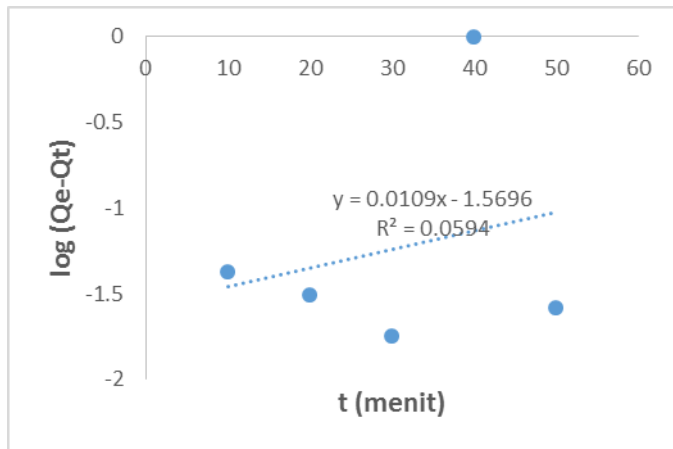


Gambar 4. 13 Pengaruh Massa terhadap Kapasitas Adsorpsi

Berdasarkan gambar 4.13 nilai kapasitas adsorpsi menurun seiring dengan bertambahnya massa adsorben. Hal ini diperkuat dengan penelitian Barros *et al.*, (2003) dalam Firmanto *et al.*, (2021) yang menyatakan bahwa ketika terjadi peningkatan massa adsorben, maka akan terjadi kenaikan efisiensi dan penurunan kapasitas adsorpsi. Kapasitas adsorpsi juga dapat berkurang dengan meningkatnya massa adsorben dapat disebabkan oleh terbentuknya gumpalan yang menyebabkan menurunnya luas permukaan keseluruhan (Pandia & Warman, 2016).

H. Kinetika Adsorpsi

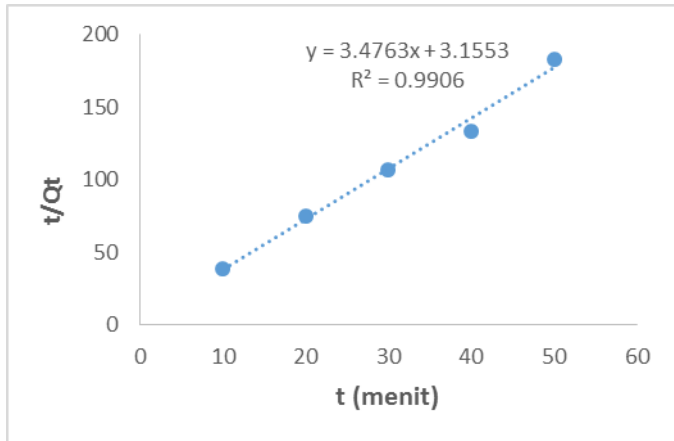
Tujuan dari penentuan kinetika adsorpsi yaitu untuk mengetahui laju penyerapan adsorben S-CTAB 500 ppm terhadap fosfat. Hasil optimasi waktu digunakan untuk menentukan kinetika adsorpsi. Model kinetika *pseudo* orde satu dan *pseudo* orde dua digunakan untuk menentukan kinetika adsorpsi. Model kinetika adsorpsi terbaik dapat dilihat melalui nilai koefisien determinasi (R^2) dan kapasitas adsorpsi (Q_e). Model kinetika adsorpsi *pseudo* orde satu dapat dilihat pada gambar 4.14.



Gambar 4. 14 Kinetika *Pseudo* Orde Satu

Berdasarkan gambar 4.14 kinetika *pseudo* orde satu didapatkan persamaan garis linear $y = 0,0109x - 1,5696$ dengan nilai $R^2 = 0,0594$, sehingga didapatkan

nilai konstanta laju reaksi (k_1) = 0,0251 menit⁻¹ dan nilai Q_e teoritis 0,0269 mg/g. Model kinetika adsorpsi *pseudo* orde dua dapat dilihat pada gambar 4.15



Gambar 4. 15 Kinetika *Pseudo* Orde Dua

Gambar 4.15 menunjukkan persamaan garis linear $y = 3,4763x + 3,1553$ dengan nilai R^2 yaitu 0,9906, sehingga didapatkan nilai konstanta laju reaksi (k_2) yaitu 3,83 menit⁻¹ dan nilai Q_e teoritis yaitu 0,2876 mg/g.

Berdasarkan gambar 4.14 dan 4.15 menunjukkan bahwa model kinetika adsorpsi yang sesuai pada penelitian ini menggunakan *pseudo* orde dua. Hal ini dapat dilihat dari kelinieritas kurva yang ditunjukkan oleh nilai koefisien determinasi serta nilai

Q_e teoritis sebesar 0,2876 mg/g yang mendekati nilai Q_e penelitian yaitu 0,299 mg/g. Nilai koefisien determinasi (R^2) pada persamaan *pseudo* orde dua mendekati nilai satu yakni 0,9906 sehingga kinetika adsorpsi fosfat cocok dan sesuai dengan model kinetika *pseudo* orde dua. Hal ini sama dengan hasil penelitian Lafiy (2015) menggunakan model kinetika *pseudo* orde dua pada adsorpsi metal orange menggunakan surfaktan kationik yang dimodifikasi dari limbah kopi.

Proses adsorpsi mengikuti model kinetika *pseudo* orde dua memiliki arti bahwa kecepatan penyerapan adsorben terhadap fosfat per satuan waktu sebanding dengan situs aktif yang terisi pada adsorben. Nilai konstanta laju adsorpsi *pseudo* orde dua (k_2) lebih besar daripada nilai k_1 *pseudo* orde satu, hal ini menunjukkan bahwa k_2 memiliki laju adsorpsi yang lebih cepat yaitu 3,83 menit⁻¹. Semakin besar konstanta laju reaksi maka akan semakin cepat kemampuan adsorben untuk mengadsorpsi (Baunsele & Missa, 2020).

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan tujuan dan hasil pembahasan yang telah dipaparkan pada penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Proses modifikasi CTAB dengan selulosa berhasil dilakukan dengan hasil analisa FTIR sebagai berikut, pada S-CTAB 500 ppm terdapat gugus -OH ($3339,81 \text{ cm}^{-1}$), C-H ($2912, \text{ cm}^{-1}$), C-N ($1445,47 \text{ cm}^{-1}$) dan C-O ($1030,22 \text{ cm}^{-1}$). Pada S-CTAB 1000 ppm mengalami pergeseran, gugus O-H ($3332,89 \text{ cm}^{-1}$), C-H ($2919,49 \text{ cm}^{-1}$), C-N ($1444,55 \text{ cm}^{-1}$) dan C-O ($1030,3 \text{ cm}^{-1}$). Hasil spektrum FTIR selulosa dengan S-CTAB menunjukkan kemiripian, hal ini menandakan bahwa keduanya memiliki gugus fungsi yang mirip.
2. Kondisi optimum S-CTAB 500 ppm untuk mengadsorpsi fosfat pada sampel detergen pada waktu 40 menit dan massa sebesar 0,05 g.
3. Model kinetika adsorpsi pada penelitian ini mengikuti *pseudo* orde dua dengan nilai koefisien determinasi (R_2) 0,9906 dengan nilai konstanta

laju reaksi (k_2) yaitu 3,83 menit⁻¹ dan nilai Q_e teoritis 0,2876 mg/g.

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan untuk penelitian berikutnya diharapkan menggunakan surfaktan kationik lain untuk meningkatkan kemampuan adsorpsi, perlu adanya variasi pH serta disarankan secara triplo saat uji adsorpsi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adawiah, S. R., Sutarno, S., & Suyanta, S. (2020). Studi Adsorpsi-Desorpsi Anion Fosfat Pada Bentonit Termodifikasi CTAB. *Indo. J. Chem. Res.*, 8(2), 125–136. <https://doi.org/10.30598//ijcr.2020.8-sra>
- Afrisa, H. P., Hendri, B., & Nuning, N. (2016). Uji Efektivitas Ekstrak Rimpang Rumput Teki (*Cyperus rotundus L.*) Dengan Obat Imodium Terhadap Antidiarepada Mencit (Mus Musculus.) Jantan Yang Diinduksi Oleum Ricini. *Jurnal Ilmiah Biologi Eksperimen Dan Keanekaragaman Hayati*, 3(2), 25–32.
- Agnestisia, R., Komari, N., & Sunardi. (2012a). Adsorpsi Fosfat (Po 4 3-) Menggunakan Selulosa Purun Tikus (*Eleocharis dulcis*) Termodifikasi Heksadesiltrimetilammonium Bromida (HDTMABR). *Jurnal Sains Dan Terapan Kimia*, 6(1), 71–86.
- Agung C., Hakim A, K., Utami, A., Mujaroh K., Ainun A., & Dewi M, M. 2014. (2014). *Peningkatan Konsentrasi Selulosa Rumput Teki (Cyperus rotundus) Berbasis Teknologi Microwave Sulphate Acid Petreatment*. Keteknikan Pertanian :Universitas Brawijaya.
- Ahriani, A., Zelviani, S., Hernawati, H., & Fitriyanti, F. (2021). Analisis Nilai Absorbansi Untuk Menentukan Kadar

Flavonoid Daun Jarak Merah (*Jatropha Gossypifolia* L.) Menggunakan Spektrofotometer Uv-Vis. *JFT: Jurnal Fisika Dan Terapannya*, 8(2), 147–155.

Ali, S. M., & Eskandrani, A. A. (2020). The sorption performance of cetyl trimethyl ammonium bromide-capped La_{0.9}Sr_{0.1}FeO₃ perovskite for organic pollutants from industrial processes. *Molecules*, 25(7), 1640.

Amalia, R., & Kumoro, A. C. (2016). Analisis Sifat Fisikokimia dan Uji Korelasi Regresi antara Nilai Derajat Substitusi dengan Swelling Power dan Solubility pada Tepung Gadung (*Dioscorea Hispida* Dennst) Terasetilasi. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 1(1), 17–26. <https://publikasiilmiah.unwahas.ac.id/index.php/inteka/article/view/1640>

Anam, K., Idris, F., & Syakti, A. D. (2019). Analisis kandungan logam berat Pb dan Cd pada siput gonggong (*Strombus* sp) di Perairan Kecamatan Bukit Bestari. *Buana Sains*, 19(1), 37–46.

Anggriani, U. M., Hasan, A., & Purnamasari, I. (2021b). Kinetika adsorpsi karbon aktif dalam penurunan konsentrasi logam tembaga (Cu) dan timbal (Pb). *Kinetika*, 12(2), 29–37.

Anggriawan, A., Atwanda, M. Y., & Lubis, N. (2019). Kemampuan Adsorpsi Logam Berat Cu dengan

- Menggunakan Adsorben Kulit Jagung (*Zea Mays*). *Jurnal Chemurgy*, 3(2), 27–30.
- Angraini, N., & Yanti, F. (2021). Penggunaan Spektrofotometer Uv-Vis Untuk Analisis Nutrien Fosfat Pada Sedimen Dalam Rangka Pengembangan Modul Praktikum Oseanografi Kimia. *Jurnal Penelitian Sains*, 23(2), 78. <https://doi.org/10.56064/jps.v23i2.620>
- Anisa, Z., Mubarakah, L., Setyaningrum, D., & Novianto, H. (2023). Identifikasi Sifat Termal Dan Ikatan Batu Kapur Alam Dengan Menggunakan DSC-TGA Dan FTIR. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*. 8(3), 173–177.
- Ansari, R., Seyghali, B., Mohammad-Khah, A., & Zanjanchi, M. A. (2012). Highly efficient adsorption of anionic dyes from aqueous solutions using sawdust modified by cationic surfactant of cetyltrimethylammonium bromide. *Journal of Surfactants and Detergents*, 15, 557–565.
- Aprian, R. D., & Purnamasari, I. (2021). Pemanfaatan Limbah Cucian Sebagai Sumber Fosfat Ramah Lingkungan Terhadap Pertumbuhan Tanaman. *KINETIKA*, 12(2), 38–43.
- Aprianti, K., Destiarti, L., & Wahyuni, N. (2015). *Karakterisasi zeolit mangan komersial dan aplikasinya dalam mengadsorpsi ion fosfat*. 4(1).
- Apriyani, N. (2017). Penurunan kadar surfaktan dan sulfat

- dalam limbah laundry. *Media Ilmiah Teknik Lingkungan (MITL)*, 2(1), 37–44.
- Arsa, A. K., Rianto, C., & Hidayat, M. N. A. (2019). Efisiensi penyerapan fosfat limbah laundry menggunakan kangkung air (*ipomoea aquatic forsk*) dan jeringau (*acorus calamus*). *Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan*, 3.
- Astari, M. A., & Utami, B. (2018). Uji Daya Adsorpsi Adsorben Kombinasi Sekam Padi dan Bagasse Fly Ash untuk Menjerap Logam Cu pada Sistem Batch Adsorption Capability of Adsorbent Combination of Rice Husk and Bagasse Fly Ash for Cu Metal Adsorption on Batch System. *Proceeding Biology Education Conference*, 15(1), 766–774.
- Barus, T. A. (2020). *Limnologi*. Nas Media Pustaka.
- Baunsele, A. B., & Missa, H. (2020). Kajian kinetika adsorpsi metilen biru menggunakan adsorben sabut kelapa. *Akta Kimia Indonesia*, 5(2), 76–85.
- Cahyono, Bowo Eko, Misto, W. A. F. (2022). *Analisis Kandungan Kafeina pada Variasi Suhu Sangrai Kopi Luwak Robusta Asal Kebun Garahan Jember dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis*. 19.
- Cahyono, A., Khotimah, M., & Ashabi, A. (2024). *Enhanced Cellulose Content in Microwave-Assisted Sulfuric Acid Pretreatment of Java Grass Peningkatan Kadar Selulosa*

- pada Rumput Teki berbasis Microwave- Assisted Sulfuric Acid Pretreatment. 12(2).*
- Destiarti, D. S. L., & Wahyuni, N. (2015). Pemanfaatan Zeolit A Termodifikasi Hexadecyltrimethylammonium (HDTMA) Sebagai Adsorben Fosfat. *Jurnal Kimia Khatulistiwa, 4(2).*
- Dewi, A. P. (2018). Penetapan Kadar Vitamin C dengan Spektrofotometri UV-Vis Pada Berbagai Variasi Buah Tomat. *JOPS (Journal Of Pharmacy and Science), 2(1), 9–13.*
- Dovi, E., Kani, A. N., Aryee, A. A., Jie, M., Li, J., Li, Z., Qu, L., & Han, R. (2021). Decontamination of bisphenol A and Congo red dye from solution by using CTAB functionalised walnut shell. *Environmental Science and Pollution Research, 28, 28732–28749.*
- Eki Almalik, R. (2022). *Analisis pengaruh penambahan surfaktan cetyltrimethylammonium bromide (CTAB) terhadap karakteristik nanokomposit bacterial cellulose (BC) dengan penguat nanopartikel titanium dioxide (TiO2).*
- Firmanto, R. P., Setyowati, R. D. N., & Suprayogi, D. (2021). Kemampuan Adsorben dari Limbah Serbuk Gergaji Kayu Jati terhadap Penurunan Kandungan Timbal (Pb) pada Limbah Cair dengan menggunakan Sistem Batch. *Journal of Research and Technology, 7(2), 197–206.*
- Fitasari, D., Ramadani, H. R., Fitasari, D., Hanika, D., & Ramadani,

- R. (2022). Hidrochar Ampas Kopi Termodifikasi H₂O₂ Sebagai Adsorben Untuk Ion Logam Berat Pb(II). *Indonesian Chemistry and Application Journal*, 5(1), 21–32. <https://eprints.walisongo.ac.id/id/eprint/20962>
- Fitrah Tanjung, C., Effendi, I., & Elizal, E. (2018). Growth of Heterotrophic Bacteria in Sea Water Polluted By Rinso Detergent. *Asian Journal of Aquatic Sciences*, 1(1), 58–65. <https://doi.org/10.31258/ajoas.1.1.58-65>
- Garmini, R., & Zairinayati, Z. (2022). Penurunan Kadar Fosfat Limbah Cair Usaha Laundry Dengan Karbon aktif Sekam Padi. *Jurnal Delima Harapan*, 9(1), 71–76.
- Haounati, R., Ouachtak, H., El Haouti, R., Akhouairi, S., Largo, F., Akbal, F., Benhachemi, A., Jada, A., & Addi, A. A. (2021). Elaboration and properties of a new SDS/CTAB@Montmorillonite organoclay composite as a superb adsorbent for the removal of malachite green from aqueous solutions. *Separation and Purification Technology*, 255, 117335.
- Indah, D. R., & Safnowandi, S. (2020). Karakterisasi Karbon Baggase Teraktivasi dan Aplikasinya untuk Adsorpsi Logam Tembaga. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, 7(2), 46–54.
- Jannah, M., Ahmad, A., Taba, P., & Karim, H. (2023). Sintesis Selulosa Suksinat Melalui Reaksi Esterifikasi Asam

- Suksinat. *Fullerene Journ.Of Chem*, 8(1), 12–15.
<https://doi.org/10.37033/fjc.v7i1.499>
- Joshi, D. D., & Joshi, D. D. (2012). FTIR spectroscopy: Herbal drugs and fingerprints. *Herbal Drugs and Fingerprints: Evidence Based Herbal Drugs*, 121–146.
- Jubaedi, E. (2017). Hubungan Konsentrasi Tawas dengan Persentase Penurunan Kadar Fosfat Total Limbah Deterjen Laundry X. *Publicitas*, 2(2), 1–14.
- Karbeka, M. (2024). Kinetika Adsorpsi Pb (Ii) Oleh Adsorben Pasir Teraktivasi NaOH Dengan Variasi Konsentrasi. *Lantanida Journal*, 16–28.
- Kedang, Y. I. (2018). Karakterisasi dan Modifikasi Membran Poliamida untuk Aplikasi Pemisahan Zat Warna. *Jurnal Saintek Lahan Kering*, 1(2), 28–30.
- Khanifa, L. N., Mulyatun, M., & Suryandari, E. T. (2019). Uji Kapasitas Adsorpsi Ion Logam Cu²⁺ Menggunakan Hidrochar Eichhornia Crassipes Termodifikasi H₂O₂. *Walisongo Journal of Chemistry*, 2(2), 64.
<https://doi.org/10.21580/wjc.v2i2.6026>
- Kuang, Y., Zhang, X., & Zhou, S. (2020). Adsorption of methylene blue in water onto activated carbon by surfactant modification. *Water*, 12(2), 587.
- Kustomo, K., Faza, N. L. Z., & Haarstrick, A. (2022). Adsorption of Cd (II) into Activated Charcoal from Matoa Fruit Peel.

- Walisongo Journal of Chemistry*, 5(1), 83–93.
<https://doi.org/10.21580/wjc.v5i1.11755>
- Kustomo, & Santosa, S. J. (2019). Studi Kinetika dan Adsorpsi Zat Warna Kation (Metilen Biru) dan Anion (Metil Orange) pada Magnetit Terlapis Asam Humat. *Jurnal Jejaring Matematika Dan Sains*, 1(2), 64–69.
<https://doi.org/10.36873/jjms.v1i2.212>
- Lande, L. (2018). Efek Alelopati Ekstrak Air Daun Mangga (*Mangifera indica* L. Var. Arumanis) Terhadap Pertumbuhan Rumput Teki (*Cyperus rotundus* L.) The Allelopathic Effect of Aqueous Extract Mango Leaves (*Mangifera indica* L. var. Arumanis) on the Growth of Purple Nutsedge. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan Vol*, 18(3), 193–198.
- Lapailaka, T., Gauru, I., & Selan, O. T. E. (2021). Pemanfaatan Arang Tempurung Kenari (*Canarium Vulgare* Leenh) Teraktifasi Asam Fosfat Sebagai Adsorben Fosfat Paa Limbah Domestik. *Sainstek*, 5(1), 301–315.
- Latifah, R. N. (2022). Pemanfaatan Limbah Tongkol Jagung Melalui Penambahan Ekstrak Daun Kersen (*Muntingia Calabura*) Dalam Pembuatan Edible Film. *EduMatSains: Jurnal Pendidikan, Matematika Dan Sains*, 7(1), 77–90.
- Lestari, M. D., Sudarmin, & Harjono. (2018). Ekstraksi Selulosa dari Limbah Pengolahan Agar Menggunakan Larutan

- NaOH sebagai Prekursor Bioetanol. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 7(3), 236–241.
<http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ijcs>
- Lismeri, L., Zari, P. M., Novarani, T., & Darni, Y. (2016). Sintesis selulosa asetat dari limbah batang ubi kayu. *Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan*, 11(2), 82–91.
- Mardhia, D., & Abdullah, V. (2018). Studi analisis kualitas air sungai Brangbiji Sumbawa Besar. *Jurnal Biologi Tropis*, 18(2), 182–189.
- Merliyana, M. (2018). Analisis Status Pencemaran Air Sungai Dengan Makrobentos Sebagai Bioindikator Di Aliran Sungai Sumur Putri Teluk Betung. UIN Raden Intan Lampung.
- Musah, M., Azeh, Y., Mathew, J., Umar, M., Abdulhamid, Z., & Muhammad, A. (2022). Adsorption Kinetics and Isotherm Models: A Review. *Caliphate Journal of Science and Technology*, 4(1), 20–26.
<https://doi.org/10.4314/cajost.v4i1.3>
- Mustakin, F., & Tahir, M. M. (2019). Analisis kandungan glikogen pada hati, otot, dan otak hewan. *Journal of Food Technology, Nutritions, and Culinary*, 2, 75–80.
- Nadhila, H. (2021). Identifikasi Jenis Dan Kadar Selulosa Pada Kulit Buah Pinang (*Areca Catechu L.*) Asal Aceh Utara. *Skripsi*, 1–52.

- Ngibad, K. (2019). Analisis Kadar Fosfat Dalam Air Sungai Ngelom Kabupaten Sidoarjo Jawa Timur Analysis Of Phosphate Levels In Water Of Ngelom River Sidoarjo Jawa Timur. *Pijar MIPA*, 14(3), 197-201.
- Nodoushan, E. J., Lee, Y. J., Na, H.-J., You, B.-H., Lee, M.-Y., & Kim, N. (2021). Effects of NaCl and temperature on rheological characteristics and structures of CTAB/NaSal wormlike micellar solutions. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 98, 458–464.
- Nurjannah, N. R., Sudiarti, T., & Rahmidar, L. (2020). Sintesis dan karakterisasi selulosa termetilasi sebagai biokomposit hidrogel. *Al Kimiya: Jurnal Ilmu Kimia Dan Terapan*, 7(1), 19–27.
- Nurmilatillah. (2021). Pengaruh Penambahan Selulosa Tongkol Jagung dan Ekstrak Daun Kersen (*Muntingia calabura*) terhadap Karakteristik Edible Film. In *Skripsi*.
- Pandia, S., & Warman, B. (2016). Pemanfaatan kulit jengkol sebagai adsorben dalam penyerapan logam CD (ii) pada limbah cair industri pelapisan logam. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 5(4), 57–63.
- Pramitasari, H. A., Arianti, W. D., & Widodo, L. U. (2023). Penyerapan Zat Warna Remazol Red menggunakan Adsorben Arang Aktif Batang Ubi Kayu. *Chempro*, 3(1), 14–19. <https://doi.org/10.33005/chempro.v3i1.128>

- Prianto, E., Husnah, H., & Aprianti, S. (2017). Karakteristik fisika kimia perairan dan struktur komunitas zooplankton di estuari sungai banyuasin, Sumatera Selatan. *BAWAL Widya Riset Perikanan Tangkap*, 3(3), 149–157.
- Putri, L. E. (2017). Penentuan Konsentrasi Senyawa Berwarna KMnO₄ Dengan Metoda Spektroskopi UV Visible. *Natural Science: Jurnal Penelitian Bidang IPA Dan Pendidikan IPA*, 3(1), 391–398.
- Rahim, E. A., Turumi, G. S., & Bahri, S. (2021). Pemanfaatan Selulosa dari Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*) pada Sintesis Karboksimetil Selulosa (CMC). *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*, 7(2), 146–153.
- Riwayati, I., Fikriyyah, N., & Suwardiyono, S. (2019). Adsorpsi Zat Warna Methylene Blue Menggunakan Abu Alang-Alang (*Imperata cylindrica*) Teraktivasi Asam Sulfat. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 4(2), 6–11. <https://doi.org/10.31942/inteka.v4i2.3016>
- Rohmah, M. (2021). Sintesis Dan Karakterisasi Membran Silika Abu Sekam Padi Untuk Filtrasi Fosfat Pada Limbah Deterjen. *UIN Walisongo Semarang*. In Skripsi
- Rojtica, M. A. (2021). Sintesis Dan Karakterisasi Bioplastik Berbasis Selulosa Asetat Limbah Tebu – Kitosan – Gliserol. *UIN Walisongo Semarang*, In Skripsi.

- Rosanti, A. D., Kusumawati, Y., Hidayat, F., Fadlan, A., Wardani, A. R. K., & Anggraeni, H. A. (2022). Adsorption of Methylene Blue and Methyl Orange from Aqueous Solution using Orange Peel and CTAB-Modified Orange Peel. *Journal of the Turkish Chemical Society, Section A: Chemistry*, 9(1), 237–246. <https://doi.org/10.18596/jotcsa.1003132>
- Rosilla, R., Azizah, M., & Setiawati, D. (2015). Kadar Fosfat dalam Air Sungai Cikaniki. *Jurnal Sains Natural*, 5(2), 124–131.
- Roto, R., Indah, D. R., & Kuncaka, A. (2015). Hydrotalsit Zn-al-edta Sebagai Adsorben Untuk Polutan Ion Pb (ii) Di Lingkungan Zn-al-edta Hydrotalcite as Adsorbent for Pb (ii) Ion Pollutant in the Environment. *Jurnal Manusia Dan Lingkungan*, 22(2), 226–232.
- Saef, S. K., Amalia, V., & Aupriatna, A. M. (2022). Adsorpsi Ion Logam Cd (II) oleh Selulosa Limbah Sabut Kelapa sebagai Adsorben Berbiaya Murah. *Gunung Djati Conference Series*, 15, 60–68.
- Saef, S. K., Amalia, V., & Supriatna, A. M. (2022). Adsorpsi Ion Logam Cd(II) oleh Selulosa Limbah Sabut Kelapa sebagai Adsorben Berbiaya Murah. *Gunung Djati Conference Series*, 15, 60–68. <http://coferences.uinsgd.ac.id/index.php/>

- Salama, A., Etri, S., Mohamed, S. A. A., & El-Sakhawy, M. (2018). Carboxymethyl cellulose prepared from mesquite tree: New source for promising nanocomposite materials. *Carbohydrate Polymers*, *189*, 138–144.
- Santoso, R. (2020). Pengaruh konsentrasi isopropanol terhadap karakteristik karboksimetil selulosa dari batang pisang. *Inovasi Pembangunan: Jurnal Kelitbangan*, *8*(03), 253.
- Sari, D. A. (2021). *Sintesis Selulosa Asetat Dari Selulosa Rumput Teki (Cyperus Rotundus L)*. UIN AR-RANIRY.
- Sari, R. S., Wulandari, S. Y., Maslukah, L., Kunarso, K., & Wirasatriya, A. (2022). Konsentrasi Ion Fosfat di Perairan Wiso, Ujungbatu, Jepara. *Indonesian Journal of Oceanography*, *4*(1), 88–95.
- Shettigar, R. R., Misra, N. M., & Patel, K. (2018). Cationic surfactant (CTAB) a multipurpose additive in polymer-based drilling fluids. *Journal of Petroleum Exploration and Production Technology*, *8*, 597–606.
- Sudrajat, D., Mulyana, N., Larasati, T. R. D., & ... (2018). Perlakuan Sinar Gamma pada Substrat Jerami Padidan Kapang *Phanerochaete Chrysosporium* untuk Meningkatkan Delignifikasi Melalui Fermentasi Padat. *Jurnal BATAN*, *2*(12), 83–98.
- Suryani, M. Y., Hariyadi, A., Paramita, A., & Safitri, R. A. (2023).

- Verifikasi Metode Analisis Kadar Total Fosfat dalam Air Limbah Laundry Merujuk pada SNI 06-6989.31-2005. *Indonesian Journal of Laboratory*, 1(1), 1–8.
- Turmiati, T., Udaibah, W., & Mulyatun, M. (2019). Modifikasi Bentonit Menggunakan Surfaktan Kationik Benzalkonium Klorida. *Walisongo Journal of Chemistry*, 2(2), 47. <https://doi.org/10.21580/wjc.v2i2.6024>
- Ulfa, S. W. (2019). Inventarisasi Keanekaragaman Tumbuhan Tingkat Tinggi di Kecamatan Medan Amplas Kota Medan Propinsi Sumatera Utara. *Best Journal (Biology Education, Sains and Technology)*, 2(1), 15–20.
- Utubira, Y. (2022). Preparasi Dan Aktivasi Abu Tulang Ceker Ayam Untuk Adsorpsi Ion Pb^{2+} . 12(1), 62–67.
- Widwastuti, H., Bisri, C., & Rumhayati, B. (2019). *Pengaruh Massa Adsorben dan Waktu Kontak terhadap Adsorpsi Fosfat menggunakan Kitin Hasil Isolasi dari Cangkang Udang*. 93–98.
- Wisnu, I., Siwi, D., & Ika, D. (2009). Penurunan kandungan fosfat pada limbah cair industri pencucian pakaian (laundry) menggunakan karbon aktif dari sampah plastik dengan metode batch dan kontinu (studi kasus: limbah cair industri laundry lumintu tembalang, semarang). *Teknik*, 30(2), 119–129.
- Wu, Z., Li, Y., Li, J., Wang, M., & Wang, Z. (2020). Interaction and

properties of the synthesized anionic surfactant with CTAB: An experimental and theoretical investigation. *ChemistrySelect*, 5(5), 1663–1670.

Wulandari, W. T., & Dewi, R. (2018). Selulosa dari ampas tebu sebagai adsorben pada minyak bekas penggorengan. *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*, 4(3), 332–339.

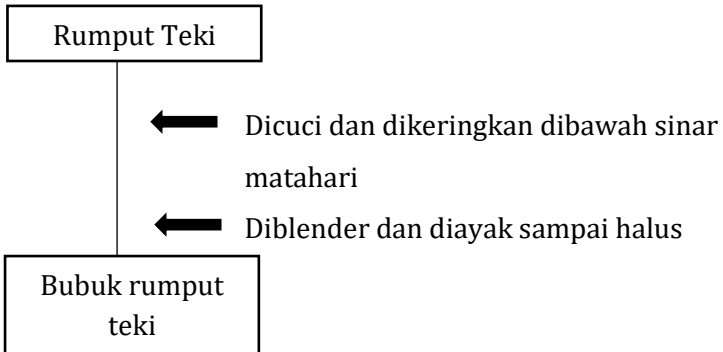
Zairinayati, Z. R., & Shatriadi, H. (2019). Biodegradasi fosfat pada limbah laundry menggunakan bakteri consorsium pelarut fosfat. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 18(1), 57–61.

Zulnazri, Z., Lestari, D., Hakim, L., Dewi, R., & Sulhatun, S. (2022). Kajian Ekstraksi Selulosa dari Kulit Pinang dengan Menggunakan Larutan NaOH. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 11(2), 193. <https://doi.org/10.29103/jtku.v11i2.7846>

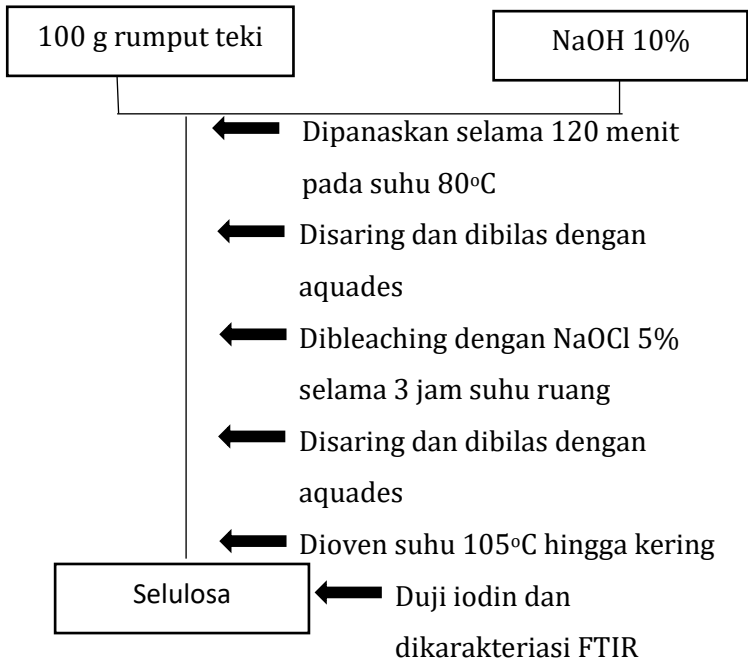
LAMPIRAN

Lampiran 1: Diagram Alir Prosedur Kerja

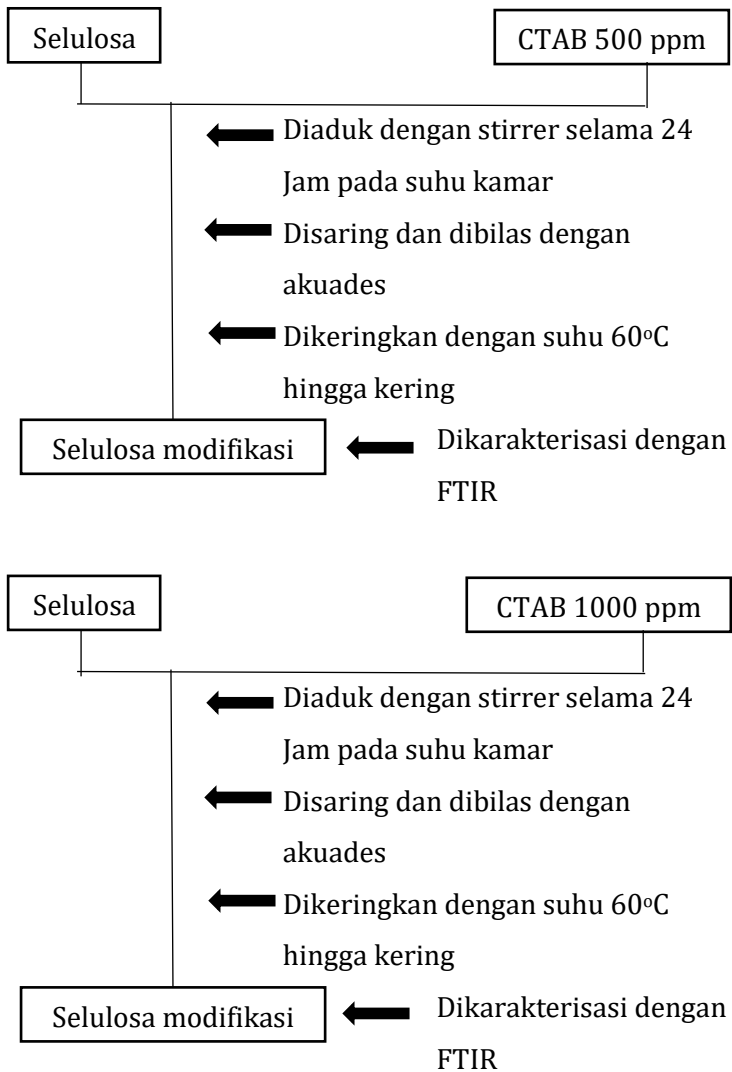
A. Preparasi Sampel Rumput Teki



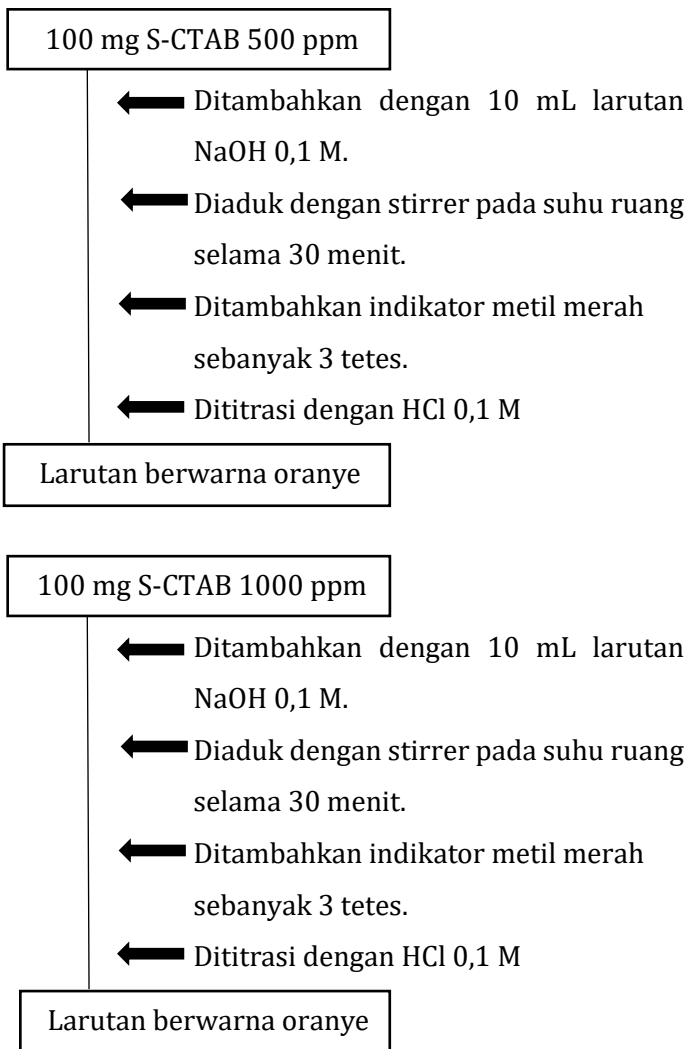
B. Ekstraksi Selulosa dari Rumput Teki



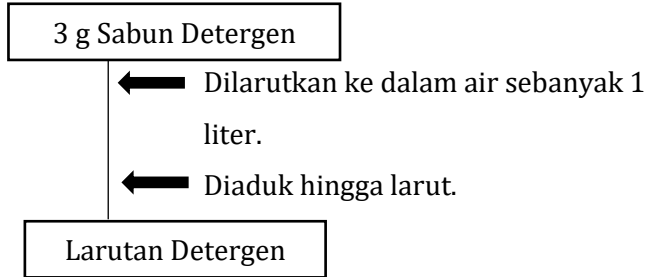
C. Modifikasi Selulosa dari Rumput Teki Menggunakan Surfaktan kationik CTAB



D. Penentuan Derajat Substitusi

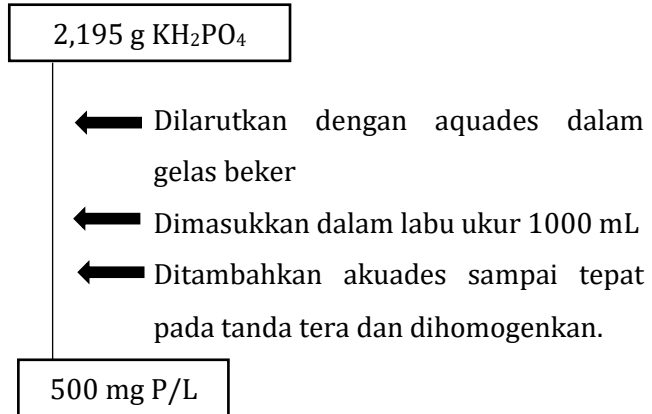


E. Pembuatan Sampel Limbah Detergen

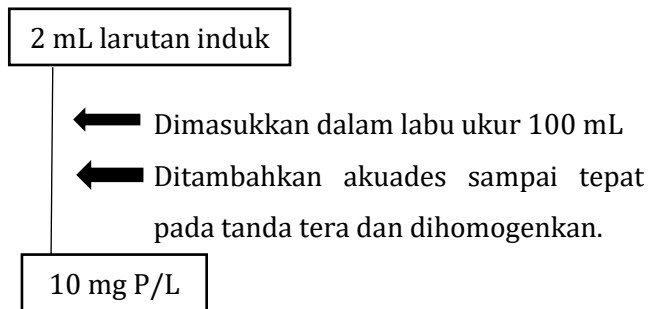


F. Pengukuran Kadar Fosfat

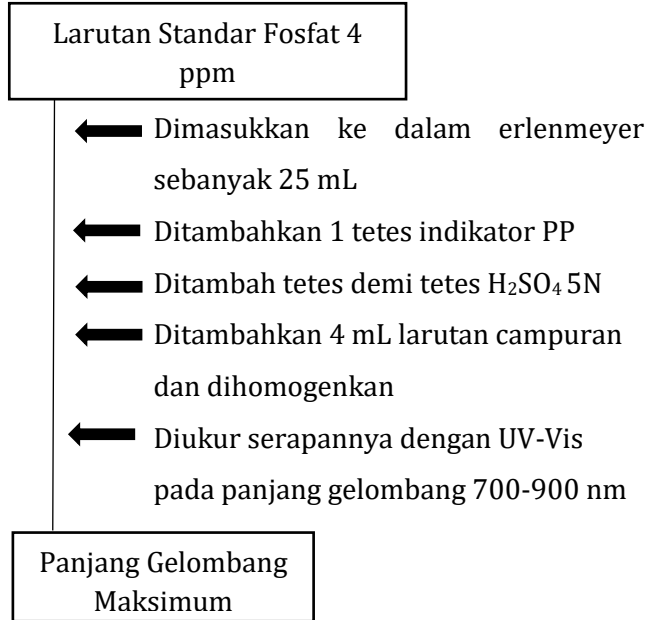
a. Pembuatan larutan induk fosfat 500 mg P/L



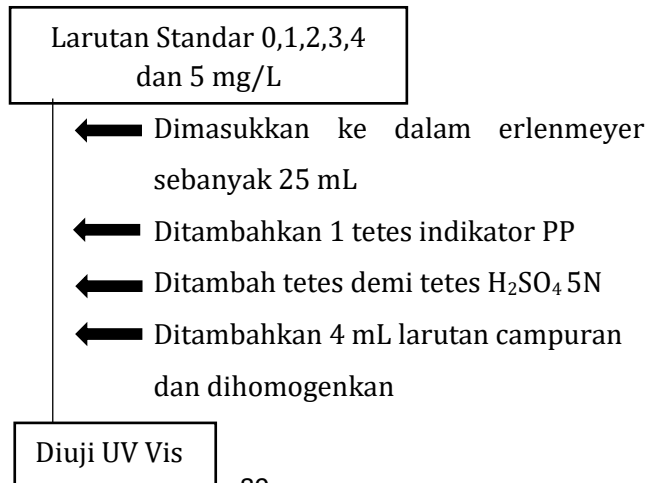
b. Pembuatan larutan baku fosfat 10 mg P/L



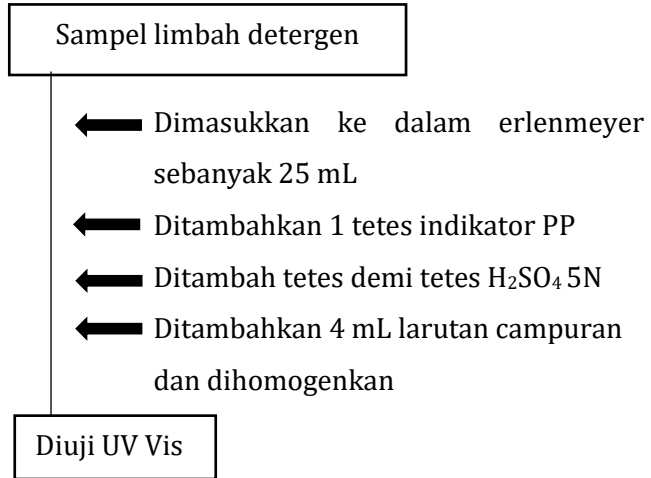
c. Penentuan panjang gelombang maksimum



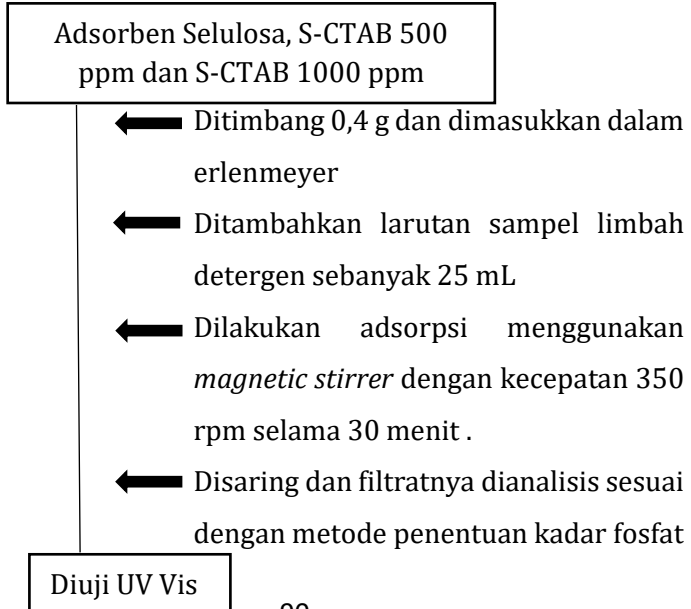
d. Pembuatan kurva kalibrasi



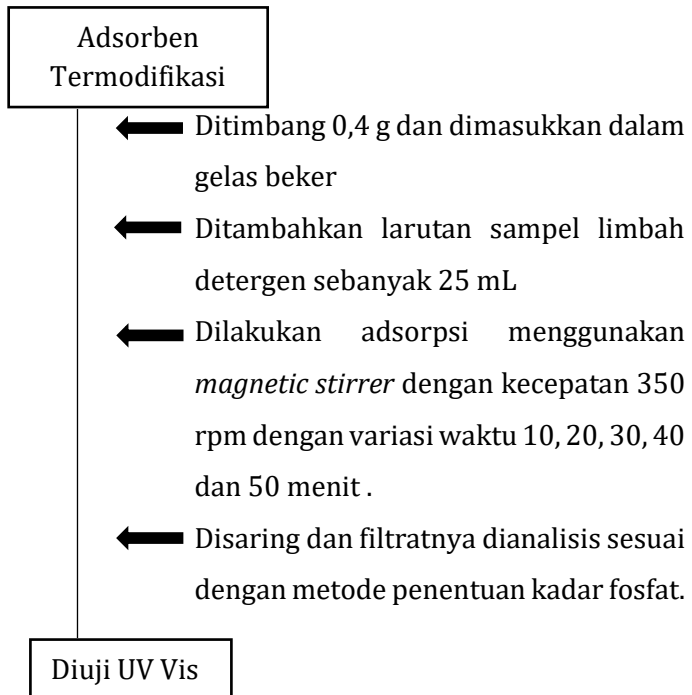
e. Pengukuran kadar fosfat pada sampel



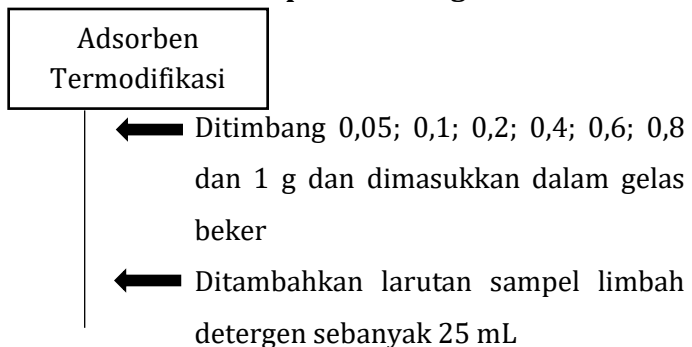
G. Adsorpsi Fosfat Menggunakan Selulosa dan Selulosa Termodifikasi CTAB



H. Penentuan Kondisi Optimum Pengaruh Waktu



I. Penentuan Kondisi Optimum Pengaruh Massa



- ← Dilakukan adsorpsi menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 350 rpm dengan waktu optimum
- ← Disaring dan filtratnya dianalisis sesuai dengan metode penentuan kadar fosfat.

Diuji UV Vis

Lampiran 2. Data Hasil Percobaan

A. Uji Kadar Fosfat Pada Sampel Detergen

Massa sampel (g)	Volume larutan (mL)	Konsentrasi (mg/L)
30	1000	7,73

B. Uji Adsorpsi Adsorben

Variasi	Massa (g)	Volume (mL)	Co (mg/L)	Ce (mg/L)	Qe (mg/g)	%E (%)
Selulosa	0,4	25	7,73	3,44	0,268	55,49
S-CTAB 500 ppm	0,4	25	7,73	3,02	0,294	60,93
S-CTAB 1000 ppm	0,4	25	7,73	3,08	0,291	60,15

C. Optimasi Waktu

Waktu (menit)	Massa (g)	Volum e (mL)	Co (mg/L)	Ce (mg/L)	Qe (mg/g)	%E (%)
10	0,4	25	7,73	3,61	0,257	53,29
20	0,4	25	7,73	3,44	0,268	55,49
30	0,4	25	7,73	3,24	0,281	58,08
40	0,4	25	7,73	2,94	0,299	61,96
50	0,4	25	7,73	3,36	0,273	56,53

D. Optimasi Massa

Massa (g)	Waktu (menit)	Volume (mL)	Co (mg/L)	Ce (mg/L)	Qe (mg/g)	%E (%)
0,05	40	25	7,73	3,41	2,16	55,88
0,1	40	25	7,73	3,28	1,112	57,56
0,2	40	25	7,73	3,27	0,557	57,69
0,4	40	25	7,73	2,89	0,302	62,61
0,6	40	25	7,73	2,76	0,207	64,29
0,8	40	25	7,73	2,52	0,162	67,39
1	40	25	7,73	2,37	0,134	69,34

E. Kinetika Adsorpsi

Pseudo Orde 1			Pseudo Orde 2		
Qe (mg/g)	K ₁ (min ⁻¹)	R ²	Qe (mg/g)	K ₂ (min ⁻¹)	R ²
0,0269	0,0251	0,0594	0,28766	3,83	0,9906

Lampiran 3. Perhitungan Analisis Data

1. Rendemen Selulosa

$$\begin{aligned} \text{Rendemen} &= \frac{\text{berat setelah ekstraksi}}{\text{berat awal}} \times 100\% \\ &= \frac{44,96}{100} \times 100\% \\ &= 44,96\% \end{aligned}$$

2. Penentuan Nilai Derajat Substitusi

$$A = \frac{BC - DE}{F}$$

$$DS = \frac{0,162 \cdot A}{1 - (0,018 \cdot A)}$$

Keterangan:

A= Volume *equivalent* asam per gram sampel

B= Volume NaOH yang digunakan

C= Konsentrasi NaOH

D= Volume HCl yang digunakan

E= Konsentrasi HCl

F= Berat sampel

162= berat molekul dari selulosa

18= berat molekul dari penambahan gugus ammonia pada
Surfaktan

a) S-CTAB 500 ppm

$$A = \frac{BC - DE}{F}$$

$$A = \frac{(10 \times 0,1) - (4,7 \times 0,1)}{0,1} = 5,3$$

$$DS = \frac{(0,162 \times A)}{1 - (0,018 \times A)}$$

$$\begin{aligned} DS &= \frac{(0,0162 \times 5,3)}{1 - (0,018 \times 5,3)} \\ &= \frac{0,8586}{0,9046} \\ &= 0,94 \end{aligned}$$

b) S-CTAB 1000 ppm

$$A = \frac{BC - DE}{F}$$

$$A = \frac{(10 \times 0,1) - (5,2 \times 0,1)}{0,1} = 4,8$$

$$DS = \frac{(0,162 \times A)}{1 - (0,018 \times A)}$$

$$\begin{aligned} DS &= \frac{(0,0162 \times 4,8)}{1 - (0,018 \times 4,8)} \\ &= \frac{0,7776}{0,9136} \\ &= 0,85 \end{aligned}$$

3. Pengenceran Larutan

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

Keterangan:

M_1 = Konsentrasi larutan sebelum pengenceran

V_1 = Volume sebelum pengenceran

M_2 = Konsentrasi setelah pengenceran

V_2 = Volume setelah pengenceran

a) Pembuatan Larutan Baku 10 ppm

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

$$500 \cdot V_1 = 10 \cdot 100 \text{ mL}$$

$$V_1 = 2 \text{ mL}$$

b) Pembuatan Larutan Standar

➤ 1 ppm

$$M_1.V_1 = M_2.V_2$$

$$10.V_1 = 1.50 \text{ mL}$$

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

➤ 2 ppm

$$M_1.V_1 = M_2.V_2$$

$$10.V_1 = 2.50 \text{ mL}$$

$$V_1 = 10 \text{ mL}$$

➤ 3 ppm

$$M_1.V_1 = M_2.V_2$$

$$10.V_1 = 3.50 \text{ mL}$$

$$V_1 = 15 \text{ mL}$$

➤ 4 ppm

$$M_1.V_1 = M_2.V_2$$

$$10.V_1 = 4.50 \text{ mL}$$

$$V_1 = 20 \text{ mL}$$

➤ 5 ppm

$$M_1.V_1 = M_2.V_2$$

$$10.V_1 = 5.50 \text{ mL}$$

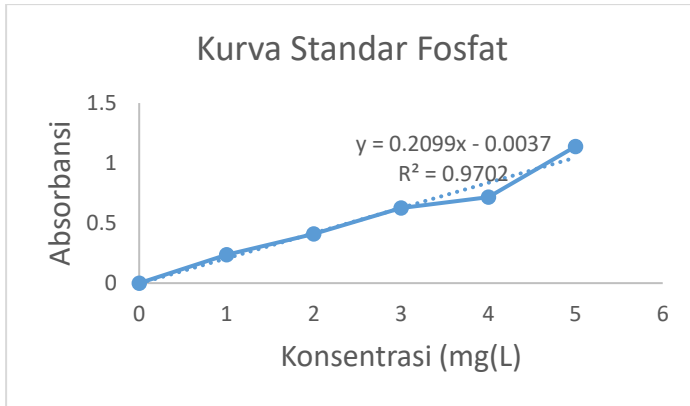
$$V_1 = 25 \text{ mL}$$

4. Kurva Standar Fosfat

Kurva Standar Larutan Fosfat

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
0	0
1	0.237
2	0.409
3	0.625
4	0.717
5	1.138

5. Grafik kurva standar fosfat



6. Perhitungan Kadar Fosfat Limbah Detergen

$$\text{Kadar fosfat (mg P/L)} = C \times fp$$

C= kadar yang didapat dari hasil pengukuran

fp =faktor pengenceran

$$y = 0,2099x - 0,0037$$

$$0,8155 = 0,2099x - 0,0037$$

$$0,2099 x = 0,8118$$

$$x = 3,867 \text{ mg P/L}$$

$$\text{Kadar fosfat} = 3,867 \times 2 = 7,73 \text{ mg P/L}$$

7. Perhitungan Jumlah Fosfat Yang Teradsorpsi (%E), dengan

rumus:

$$\%E = \frac{(C_o - C_e)}{C_o} \times 100\%$$

Keterangan:

%E= efisiensi adsorpsi (%)

C_0 = konsentrasi adsorbat mula-mula(mg/L)

C_e = konsentrasi adsorbat pada saat setimbang (mg/L)

a) Uji Adsorpsi

➤ Selulosa

$$\begin{aligned}\%E &= \frac{(7,73-3,44)}{7,73} \times 100\% \\ &= 55,49\%\end{aligned}$$

➤ S-CTAB 500 ppm

$$\begin{aligned}\%E &= \frac{(7,73-3,02)}{7,73} \times 100\% \\ &= 60,93\%\end{aligned}$$

➤ S-CTAB 1000 ppm

$$\begin{aligned}\%E &= \frac{(7,73-3,08)}{7,73} \times 100\% \\ &= 60,15\%\end{aligned}$$

a) Optimasi waktu kontak

➤ 10 menit

$$\begin{aligned}\%E &= \frac{(7,73-3,61)}{7,73} \times 100\% \\ &= 53,29\%\end{aligned}$$

➤ 20 menit

$$\begin{aligned}\%E &= \frac{(7,73-3,44)}{7,73} \times 100\% \\ &= 55,49\%\end{aligned}$$

➤ 30 menit

$$\begin{aligned}\%E &= \frac{(7,73-3,24)}{7,73} \times 100\% \\ &= 58,08\%\end{aligned}$$

➤ 40 menit

$$\begin{aligned}\%E &= \frac{(7,73-2,94)}{7,73} \times 100\% \\ &= 61,96\%\end{aligned}$$

➤ 50 menit

$$\begin{aligned}\%E &= \frac{(7,73-3,36)}{7,73} \times 100\% \\ &= 56,53\%\end{aligned}$$

b) Optimasi massa adsorben

➤ 0,05 g

$$\begin{aligned}\%E &= \frac{(7,73-3,41)}{7,73} \times 100\% \\ &= 55,88\%\end{aligned}$$

➤ 0,1 g

$$\begin{aligned}\%E &= \frac{(7,73-3,28)}{7,73} \times 100\% \\ &= 57,56\%\end{aligned}$$

➤ 0,2 g

$$\begin{aligned}\%E &= \frac{(7,73-3,27)}{7,73} \times 100\% \\ &= 57,69\%\end{aligned}$$

➤ 0,4 g

$$\begin{aligned}\%E &= \frac{(7,73-2,89)}{7,73} \times 100\% \\ &= 62,61\%\end{aligned}$$

➤ 0,6 g

$$\%E = \frac{(7,73-2,76)}{7,73} \times 100\%$$

$$= 64,29\%$$

➤ 0,8 g

$$\%E = \frac{(7,73-2,52)}{7,73} \times 100\%$$

$$= 67,39\%$$

➤ 1 g

$$\%E = \frac{(7,73-2,37)}{7,73} \times 100\%$$

$$= 69,34\%$$

8. Perhitungan Kapasitas Adsorpsi

$$\text{Rumus: } Q_e = \frac{(C_o - C_e)}{m} \times V$$

Keterangan:

Q_e = kapasitas adsorpsi (mg/g)

C_o = konsentrasi awal (mg/L)

C_e = konsentrasi akhir (mg/L)

m = massa adsorben (g)

V = volume sampel limbah detergen

c) Uji Adsorpsi Adsorben

➤ Selulosa

$$Q_e = \frac{(7,73-3,44)}{0,4} \times 0,025 \text{ L}$$

$$= 0,268 \text{ mg/g}$$

➤ S-CTAB 500 ppm

$$Q_e = \frac{(7,73-3,02)}{0,4} \times 0,025 \text{ L}$$

$$= 0,294 \text{ mg/g}$$

- S-CTAB 1000 ppm

$$Qe = \frac{(7,73-3,08)}{0,4} \times 0,025 \text{ L}$$
$$= 0,291 \text{ mg/g}$$

d) Optimasi waktu kontak

- 10 menit

$$Qe = \frac{(7,73-3,61)}{0,4} \times 0,025 \text{ L}$$
$$= 0,257 \text{ mg/g}$$

- 20 menit

$$Qe = \frac{(7,73-3,44)}{0,4} \times 0,025 \text{ L}$$
$$= 0,268 \text{ mg/g}$$

- 30 menit

$$Qe = \frac{(7,73-3,24)}{0,4} \times 0,025 \text{ L}$$
$$= 0,281 \text{ mg/g}$$

- 40 menit

$$Qe = \frac{(7,73-2,94)}{0,4} \times 0,025 \text{ L}$$
$$= 0,299 \text{ mg/g}$$

- 50 menit

$$Qe = \frac{(7,73-3,36)}{0,4} \times 0,025 \text{ L}$$
$$= 0,273 \text{ mg/g}$$

e) Optimasi massa adsorben

- 0,05 g

$$Qe = \frac{(7,73-3,41)}{0,05} \times 0,025 \text{ L}$$

$$= 2,16 \text{ mg/g}$$

➤ 0,1 g

$$Qe = \frac{(7,73-3,28)}{0,1} \times 0,025 \text{ L}$$

$$= 1,112 \text{ mg/g}$$

➤ 0,2 g

$$Qe = \frac{(7,73-3,27)}{0,2} \times 0,025 \text{ L}$$

$$= 0,557 \text{ mg/g}$$

➤ 0,4 g

$$Qe = \frac{(7,73-2,89)}{0,4} \times 0,025 \text{ L}$$

$$= 0,302 \text{ mg/g}$$

➤ 0,6 g

$$Qe = \frac{(7,73-2,76)}{0,4} \times 0,025 \text{ L}$$

$$= 0,207 \text{ mg/g}$$

➤ 0,8 g

$$Qe = \frac{(7,73-2,52)}{0,4} \times 0,025 \text{ L}$$

$$= 0,162 \text{ mg/g}$$

➤ 1 g

$$Qe = \frac{(7,73-2,37)}{0,4} \times 0,025 \text{ L}$$

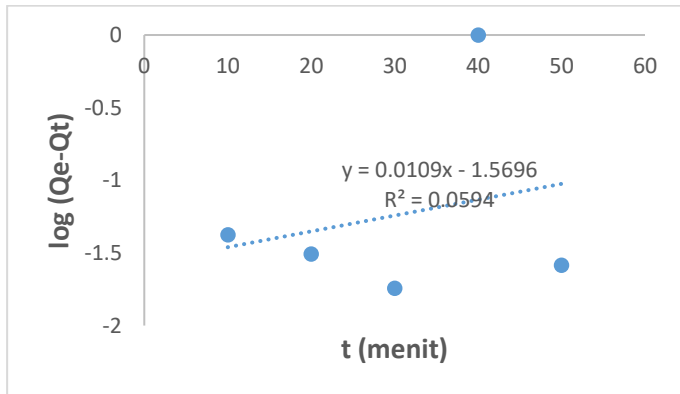
$$= 0,134 \text{ mg/g}$$

9. Perhitungan Kinetika Adsorpsi

a) Pseudo Orde Satu

t (menit)	Qt (mg/g)	Qe (mg/g)	Qt - Qe (mg/g)	Log (Qe-Qt)
10	0,257	0,299	0,042	-1,376
20	0,268	0,299	0,031	-1,508
30	0,281	0,299	0,018	-1,174
40	0,299	0,299	0	0
50	0,273	0,299	0,026	-1,585

Berdasarkan tabel di atas dapat di kurva t vs log (Qe-Qt) dengan *slope* adalah K_1 dan *intercept* adalah Qe.



Berdasarkan gambar di atas diperoleh persamaan kinetika adsorpsi pseudo orde satu dengan $y = 0,0109x - 1,5696$ dan $R^2 = 0,0594$. Nilai K_1 dan Q_e dapat dihitung dengan cara berikut:

$$y = ax + b$$

$$y = 0,0109x - 1,5696$$

$$R^2 = 0,0594$$

1) Perhitungan Nilai K_1

$$\frac{K_1}{2,303} = a$$

$$\frac{K_1}{2,303} = 0,0109$$

$$K_1 = 0,0251$$

2) Perhitungan Nilai Q_e

$$\text{Log } Q_e = b$$

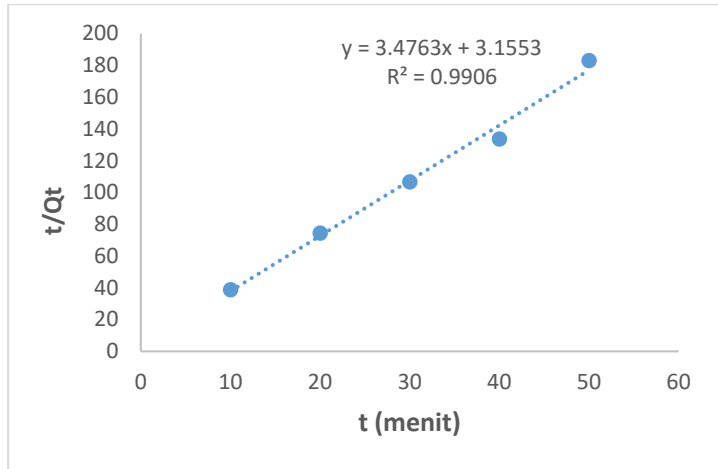
$$\text{Log } Q_e = -1,5696$$

$$Q_e = 10^{-1,5696} = 0,0269$$

a) *Pseudo Orde Satu*

t (menit)	Qt (mg/g)	t/Qt
10	0,257	38,91
20	0,268	74,626
30	0,281	106,761
40	0,299	133,779
50	0,273	183,15

Berdasarkan tabel di atas dapat di kurva t vs t/Qt dengan *slope* adalah K_2 dan *intercept* adalah Q_e .



Berdasarkan gambar di atas diperoleh persamaan kinetika adsorpsi *pseudo* orde dua dengan $y = 3,4763x + 3,1553$ dan $R^2 = 0,9906$. Nilai K_2 dan Q_e dapat dihitung dengan cara berikut:

$$y = ax + b$$

$$y = 3,4763x + 3,1553$$

$$R^2 = 0,9906$$

1) Perhitungan Nilai Q_e

$$\frac{1}{Q_e} = a$$

$$\frac{1}{Q_e} = 3,4763$$

$$Q_e = \frac{1}{3,4736}$$

$$Q_e = 0,2876$$

2) Perhitungan Nilai K_2

$$\frac{1}{K_2 Q^2} = b$$







$$\frac{1}{K_2 (0,2876)^2} = 3,1553$$

$$K_2 = \frac{1}{3,1553 (0,2876)^2}$$

$$K_2 = 3,83$$

Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian

Preparasi Selulosa Rumput Teki		
 <p>Rumput Teki</p>	 <p>Rumput Teki Kering</p>	 <p>Rumput teki Dihaluskan</p>
 <p>Rumput Teki+NaOH</p>	 <p>Larutan Disaring dan Dibilas aquades</p>	 <p>Rumput Teki+NaOCl</p>
 <p>Larutan Disaring dan Dibilas</p>	 <p>Selulosa Kering</p>	 <p>Selulosa setelah Dihaluskan</p>

Modifikasi dengan CTAB 500 ppm dan 1000 ppm		
		
CTAB	Selulosa+CTAB 500 ppm	Selulosa+CTAB 1000 ppm
		
Larutan Disaring dan Dibilas Aquades	Selulosa Modifikasi Kering	Selulosa Modifikasi Dihaluskan

Penentuan Derajat Substitusi	
	
Sebelum Dititrasi	Setelah Dititrasi

Proses Adsorpsi dan Uji UV Vis



Larutan Sampel
Limbah Detergen



Pembuatan Kurva
Standar Fosfat



Uji Adsorpsi



Optimasi Waktu



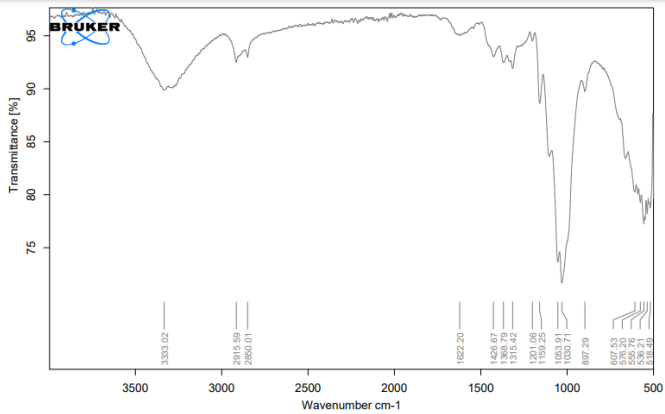
Optimasi Massa



Uji UV Vis

Lampiran 5. Hasil Karakterisasi FTIR

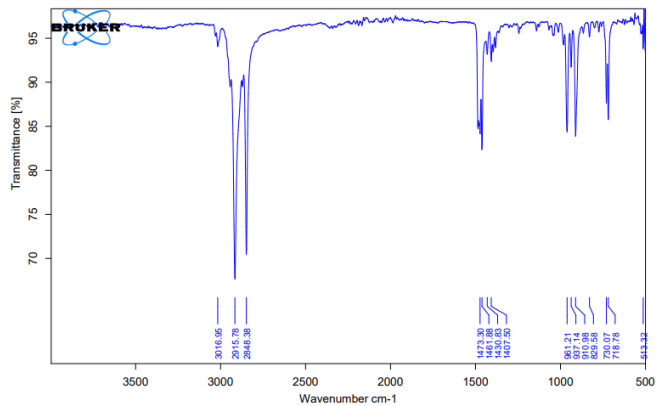
1. Selulosa



C:\Users\UIN Wallsong\Documents\Bruker\OPUS_8.2.28\DATA\MEAS\Selulosa.0 Selulosa Instrument type and / or accessory 7/19/2024

Page 1/1

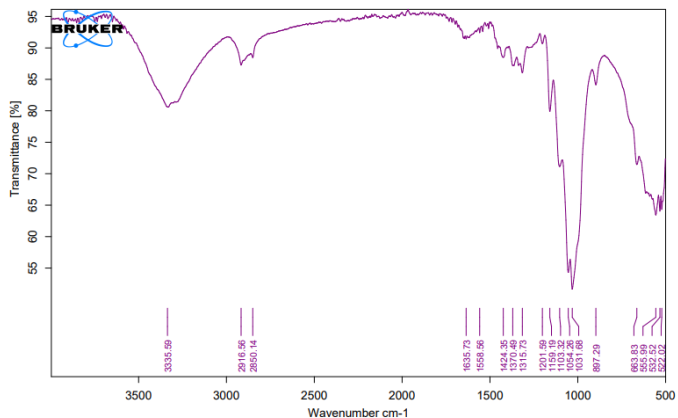
2. CTAB



C:\Users\UIN Wallsong\Documents\Bruker\OPUS_8.2.28\DATA\MEAS\CTAB.1 CTAB Instrument type and / or accessory 8/23/2024

Page 1/1

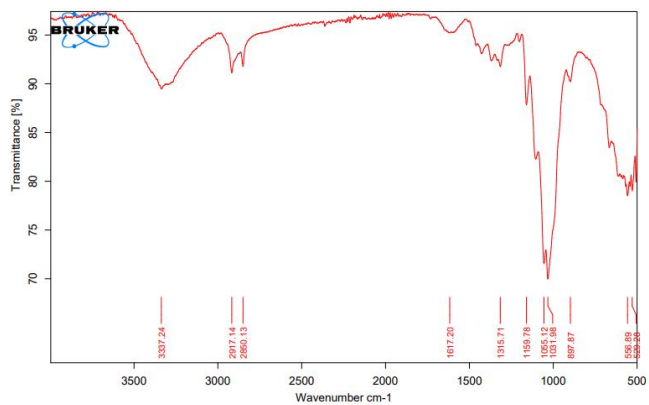
3. S-CTAB 500 ppm



C:\Users\I\N Walsong\Documents\Bruker\OPUS_8.2.28\DATA\MEAS\Selulosa - CTAB 500 ppm.0 Selulosa - CTAB 500 ppm Instrume 9/30/2024

Page 1/1

4. S-CTAB 1000 ppm



C:\Users\I\N Walsong\Documents\Bruker\OPUS_8.2.28\DATA\MEAS\CTAB-1000ppm.0 CTAB-1000ppm Instrument type and / or acco 8/23/2024

Lampiran 6. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum

Panjang Gelombang	Absorbansi	Panjang Gelombang	Absorbansi
700	0.336	801	0.33
701	0.337	802	0.33
702	0.337	803	0.331
703	0.337	804	0.332
704	0.337	805	0.334
705	0.336	806	0.335
706	0.337	807	0.333
707	0.336	808	0.333
708	0.337	809	0.334
709	0.337	810	0.336
710	0.336	811	0.336
711	0.338	812	0.337
712	0.337	813	0.336
713	0.336	814	0.339
714	0.338	815	0.34
715	0.338	816	0.34
716	0.339	817	0.342
717	0.337	818	0.342
718	0.335	819	0.345
719	0.336	820	0.345
720	0.338	821	0.348
721	0.336	822	0.348

722	0.336	823	0.352
723	0.336	824	0.352
724	0.335	825	0.36
725	0.338	826	0.357
726	0.336	827	0.355
727	0.335	828	0.356
728	0.335	829	0.357
729	0.335	830	0.362
730	0.335	831	0.358
731	0.334	832	0.358
732	0.333	833	0.359
733	0.333	834	0.359
734	0.33	835	0.36
735	0.332	836	0.363
736	0.332	837	0.365
737	0.329	838	0.363
738	0.33	839	0.362
739	0.329	840	0.364
740	0.33	841	0.363
741	0.33	842	0.366
742	0.328	843	0.37
743	0.328	844	0.366
744	0.328	845	0.369
745	0.327	846	0.367
746	0.328	847	0.37

747	0.325	848	0.373
748	0.326	849	0.369
749	0.326	850	0.372
750	0.324	851	0.373
751	0.326	852	0.375
752	0.326	853	0.375
753	0.324	854	0.374
754	0.326	855	0.376
755	0.325	856	0.376
756	0.324	857	0.38
757	0.325	858	0.382
758	0.323	859	0.38
759	0.324	860	0.382
760	0.324	861	0.382
761	0.324	862	0.382
762	0.322	863	0.382
763	0.322	864	0.385
764	0.324	865	0.385
765	0.323	866	0.387
766	0.325	867	0.387
767	0.323	868	0.389
768	0.323	869	0.388
769	0.322	870	0.391
770	0.32	871	0.39
771	0.322	872	0.391

772	0.322	873	0.393
773	0.324	874	0.393
774	0.32	875	0.395
775	0.323	876	0.395
776	0.322	877	0.395
777	0.323	878	0.397
778	0.321	879	0.394
779	0.321	880	0.395
780	0.321	881	0.396
781	0.321	882	0.396
782	0.321	883	0.403
783	0.323	884	0.406
784	0.323	885	0.402
785	0.322	886	0.399
786	0.322	887	0.398
787	0.323	888	0.398
788	0.325	889	0.398
789	0.324	890	0.397
790	0.326	891	0.397
791	0.327	892	0.397
792	0.327	893	0.397
793	0.325	894	0.394
794	0.324	895	0.395
795	0.326	896	0.399
796	0.325	897	0.4

797	0.329	898	0.395
798	0.327	899	0.393
799	0.33	900	0.392
800	0.329		

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. Identitas Diri

Nama : Nikmatul Fitriyah
TTL : Kendal, 16 Desember 2001
Alamat : Dk. Krajan RT 6 RW 4 Ds. Sumbersari,
Kec. Ngampel, Kab Kendal
No. HP : 0859159854853
Email : nikmatulfitriyah1612@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

- | | |
|---------------------|------------------|
| 1. SDN 1 Sumbersari | Lulus tahun 2014 |
| 2. SMPN 3 Pegandon | Lulus tahun 2017 |
| 3. SMAN 1 Pegandon | Lulus tahun 2020 |