

**KINETIKA DAN ISOTERM ADSORPSI ZAT WARNA RHODAMIN B
MENGUNAKAN BUTIRAN KITOSAN TERIKATSILANG
TRIPOLIFOSFAT (TPP) DAN GLUTARALDEHID (GLA)**

SKRIPSI

Oleh :
RIRIN DWI CAHYANI
NIM. 15630026



**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2020**

**KINETIKA DAN ISOTERM ADSORPSI ZAT WARNA RHODAMIN B
MENGUNAKAN BUTIRAN KITOSAN TERIKATSILANG
TRIPOLIFOSFAT (TPP) DAN GLUTARALDEHID (GLA)**

SKRIPSI

Oleh :
RIRIN DWI CAHYANI
NIM. 15630026

Diajukan Kepada :
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2020**

**KINETIKA DAN ISOTERM ADSORPSI ZAT WARNA RHODAMIN B
MENGUNAKAN BUTIRAN KITOSAN TERIKATSILANG
TRIPOLIFOSFAT (TPP) DAN GLUTARALDEHID (GLA)**

SKRIPSI

Oleh :
RIRIN DWI CAHYANI
NIM. 15630026

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji :
Tanggal : 22 Juni 2020

Pembimbing I

Eny Yulianti, M.Si
NIP. 19760611 200501 2 006

Pembimbing II

Rifatul Mahmudah, M.Si
NIDT. 19830125 20160801 2 068

Mengetahui,
Ketua Jurusan

Elok Kamilah Hayati, M.Si
NIP. 19790620 200604 2 002

**KINETIKA DAN ISOTERM ADSORPSI ZAT WARNA RHODAMIN B
MENGUNAKAN BUTIRAN KITOSAN TERIKAT SILANG
TRIPOLIFOSFAT (TPP) DAN GLUTARALDEHID (GLA)**

SKRIPSI

Oleh :
RIRIN DWI CAHYANI
NIM. 15630026

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal : 22 Juni 2020

Penguji Utama	: Himmatul Barroroh, M.Si NIP. 19750730 200312 2 001	()
Ketua Penguji	: Dewi Yuliani, M.Si NIDT. 19880711 20160801 2 067	()
Sekretaris Penguji	: Eny Yulianti, M.Si NIP. 19760611 200501 2 006	()
Anggota Penguji	: Rif'atul Mahmudah, M.Si NIDT. 19830125 20160801 2 068	()

Mengesahkan,
Ketua Jurusan



Elok Kamilah Hayati, M.Si
NIP. 19790620 200604 2 002

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ririn Dwi Cahyani

NIM : 15630026

Jurusan : Kimia

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : Kinetika dan Isoterm Adsorpsi Zat Warna Rhodamin B
Menggunakan Butiran Kitosan Terikatsilang Tripolifosfat
(TPP) dan Glutaraldehyd (GLA).

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan maka saya bersedia menerima sanksi perbuatan tersebut.

Malang, 29 Juni 2020

Yang membuat pernyataan,



Ririn Dwi Cahyani
NiIM. 15630026

MOTTO

خير الناس أنفعهم للناس

“Sebaik-baik manusia adalah yang paling bermanfaat bagi manusia lainnya”

“YOU CAN DO IT”



PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah dengan segala rasa Syukur saya kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat, kekuatan, dan kesabaran dalam mengerjakan skripsi ini. Skripsi ini saya persembahkan untuk Ibu saya Musri'a dan Bapak saya H.Samukri (Alm), terimakasih untuk Ibu yang selalu mendoakan dan mendukung saya selama saya berada di bangku kuliah hingga saya berada pada titik ini. Saya juga mengucapkan banyak-banyak terimakasih kepada dosen-dosen Kimia UIN Malang, terutama Ibu Eny Yulianti, M.Si yang telah banyak membantu saya selama proses bimbingan dan membantu saya untuk bisa melaksanakan penelitian selama pandemi Covid-19. Terimakasih juga kepada Bu Armeida Dwi R Madjid, M.Si yang juga membimbing saya selama pengerjaan skripsi dan sangat membantu saya selama penelitian di Laboratorium. Terimakasih banyak kepada Bapak/Ibu dosen yang telah membantu atas terselesaikannya Skripsi ini.

Skripsi ini selesai pada semester sepuluh dan saya banyak mengucapkan terimakasih untuk semua orang yang mungkin sempat membuat saya *down* karena perkaan mereka, tetapi dengan itu justru membuat saya harus bangkit dan tetap berjuang. Terimakasih untuk teman-teman seperjuangan terutama teman-teman lulus *online*. Terimakasih teman-teman yang terus mendukung saya. Bagi saya tidak ada lulus yang terlambat, karena yang ada yaitu lulus pada waktu yang tepat.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Kinetika dan Isoterm Adsorpsi Zat Warna Rhodamin B Menggunakan Butiran Kitosan Terikatsilang Tripolifosfat (TPP) dan Glutaraldehid (GLA)”.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak memberikan dorongan semangat dan membantu proses penyelesaian skripsi ini. Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibuk tercinta yang senantiasa memberikan do'a dan restu kepada penulis selama menuntut ilmu.
2. Ibu Elok Kamilah Hayati, M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Ibu Eny Yulianti, M.Si selaku dosen pembimbing I, Ibu Rif'atuh Mahmudah, M.Si selaku dosen pembimbing II, Ibu Armeida D.R. Madjid, M.Si selaku dosen pembimbing pertama, Ibu Dewi Yuliani, M.Si selaku konsultan, dan Ibu Himmatul Baroroh, M.Si selaku penguji utama yang telah membimbing, mengarahkan serta memberikan motivasi selama proses penyusunan skripsi ini.
4. Seluruh Bapak dan Ibu dosen serta segenap staf administrasi yang telah membantu selama proses skripsi ini.
5. Teman-teman seperjuangan Kimia 2015 dan semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan hasil penelitian ini.
6. Tim penelitian kitosan yang banyak membantu penelitian ini Rahayu, Richa, dan Ainur

7. Teman-teman RTMI yang selalu memberikan dukungan khususon *The Tuwir* Fifi, Ustadzah, Mba Jopi, Mba Nia, Mba Eloks, Mba Umi, Mba Nisak, dan Mba Maya.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan hasil penelitian ini masih terdapat kekurangan dan penulis berharap semoga proposal ini dapat memberikan manfaat kepada para pembaca, khususnya bagi penulis secara pribadi.

Malang, 29 Juni 2020

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN ORISINILITAS	iv
MOTTO	v
PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xv
مستخلص البحث	xvi
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Batasan Masalah	6
1.5 Manfaat Penelitian	7
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Zat Warna Rhodamin B	8
2.2 Kitosan dan Modifikasinya	9
2.3 Adsorpsi	14
2.4 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Adsorpsi	15
2.4.1 Derajat Keasaman (pH)	15
2.4.2 Waktu Kontak	16
2.4.2.1 Persamaan Kinetika Orde Nol	17
2.4.2.2 Persamaan Kinetika Pseudo Orde Satu	18
2.4.2.3 Persamaan Kinetika Pseudo Orde Dua	18
2.4.3 Konsentrasi Adsorbat	19
2.4.3.1 Isoterm Adsorpsi <i>Langmuir</i>	20
2.4.3.2 Isoterm Adsorpsi <i>Freundlich</i>	21
2.5 Karakterisasi	23
2.5.1 Analisis Mikroskop Optik pada Butiran Kitosan	23
2.5.2 Analisis Rhodamin B Menggunakan Spektrofotometri <i>Visible</i>	24
2.5.3 Spektrofotometer FTIR	25
 BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	27
3.2 Alat dan Bahan	27
3.2.1 Alat	27

3.2.2 Bahan	27
3.3 Tahapan Penelitian	28
3.4 Pelaksanaan Penelitian	28
3.4.1 Pembuatan Kitosan Terikat Silang TPP dan GLA	28
3.4.2 Uji Kelarutan Butiran Kitosan	29
3.4.3 Penentuan Daya Pengembang (<i>Swelling</i>)	29
3.4.4 Penentuan Kemampuan Adsorpsi Rhodamin B	29
3.4.4.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Rhodamin B	29
3.4.4.2 Pembuatan Kurva Standar	30
3.4.4.3 Penentuan pH Optimum Rhodamin B	30
3.4.4.4 Penentuan Kinetika Adsorpsi Rhodamin B	30
3.4.4.5 Penentuan Isoterm Adsorpsi Rhodamin B	31
3.4.5 Analisis Data	31
3.4.5.1 Penentuan Daya Mengembang (<i>Swelling</i>)	31
3.4.5.2 Penentuan Kinetika Adsorpsi Rhodamin B	32
3.4.5.3 Penentuan Isotern Adsorpsi Rhodamin B	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Pembuatan Butiran kitosan	36
4.1.1 Kemampuan Daya Mengembang kitosan	40
4.2 Analisis Rhodamin B Menggunakan Spektrofotometer <i>Visible</i>	41
4.2.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Rhodamin B	41
4.2.2 Pembuatan Kurva Kalibrasi Rhodamin B	42
4.3 Optimasi Adsorpsi Rhodamin B pada Kitosan Terikatsilang Tripolifosfat dan Glutaraldehid	43
4.3.1 Penentuan pH Optimum Rhodamin B	43
4.3.2 Penentuan Konsentrasi Optimum Rhodamin B	44
4.3.3 Penentuan Waktu Kontak dan Kinetika Adsorpsi Rhodamin B	45
4.3.4 Penentuan Isoterm Adsorpsi	49
4.4 Karakterisasi IR	52
4.5 Hasil Penelitian dalam Prespektif Islam	53
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	59
5.2 Saran	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN	66

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Panjang gelombang berbagai warna cahaya	24
Tabel 4.1	Hasil viskositas dan densitas	39
Tabel 4.2	Model kinetika adsorpsi rhodamin B	48
Tabel 4.3	Persamaan isoterm adsorpsi	50
Tabel L.3.10	Penentuan panjang gelombang maksimum rhodamin B	75
Tabel L.3.11.1	Uji densitas	75
Tabel L.3.11.2	Uji densitas variasi pH	75
Tabel L.3.12.1	Waktu mengalir larutan	76
Tabel L.3.12.2	Uji viskositas variasi pH	76
Tabel L.3.12.3	Hasil viskositas	77
Tabel L.3.13.1	Penentuan %swelling	77
Tabel L.3.13.2	Penentuan diameter butiran kitosan	77
Tabel L.3.14	Penentuan pH optimum adsorpsi rhodamin B	79
Tabel L.3.15	Pengaruh waktu kontak adsorpsi rhodamin B	80
Tabel L.3.16	Konsentrasi optimum adsorpsi rhodamin B	82
Tabel L.3.17.1	Pengaruh waktu kontak terhadap kinetika adsorpsi rhodamin B ..	82
Tabel L.3.17.2	Kinetika adsorpsi rhodamin B	82
Tabel L.3.18	Isoterm adsorpsi rhodamin B	85

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Struktur rhodamin B	8
Gambar 2.2	Panjang gelombang maksimum rhodamin B	9
Gambar 2.3	Deasetilasi Kitin Menjadi Kitosan	10
Gambar 2.4	Ikatan kitosan dengan tripolifosfat	12
Gambar 2.5	Reaksi ikatsilang kitosan dengan glutaraldehid	13
Gambar 2.6	Waktu kontak optimum butiran kitosan	17
Gambar 2.7	Isoterm adsorpsi <i>Langmuir</i>	21
Gambar 2.8	Isoterm adsorpsi <i>Freundlich</i>	22
Gambar 2.9	Kurva kalibrasi rhodamin B	25
Gambar 2.10	Spektra FTIR kitosan	26
Gambar 2.11	Spektra IR kitosan dan butiran kitosan	26
Gambar 3.1	Kinetika adsorpsi orde nol	32
Gambar 3.2	Kinetika adsorpsi pseudo orde satu	33
Gambar 3.3	Kinetika adsorpsi pseudo orde dua	34
Gambar 3.4	Isoterm adsorpsi <i>Langmuir</i>	34
Gambar 3.5	Isoterm adsorpsi <i>Freundlich</i>	35
Gambar 4.1	Larutan kitosan	36
Gambar 4.2	Butiran kitosan terikatsilang dengan tripolifosfat	37
Gambar 4.3	Butiran kitosan terikatsilang dengan glutaraldehid	38
Gambar 4.4	Reaksi butiran kitosan dengan tripolifosfat dan glutaraldehid	38
Gambar 4.5	Hasil karakterisasi mikroskop optik	40
Gambar 4.6	Panjang gelombang maksimum rhodamin B	42
Gambar 4.7	Kurva standar rhodamin B	42
Gambar 4.8	Pengaruh pH terhadap adsorpsi rhodamin B	43
Gambar 4.9	Pengaruh konsentrasi terhadap adsorpsi rhodamin B	44
Gambar 4.10	Pengaruh waktu kontak adsorpsi rhodamin B	45
Gambar 4.11	Pengaruh waktu terhadap adsorpsi rhodamin B	47
Gambar 4.12	Model kinetika adsorpsi orde nol	47
Gambar 4.13	Model kinetika adsorpsi pseudo orde satu	48
Gambar 4.14	Model kinetika adsorpsi pseudo orde dua	48
Gambar 4.15	Grafik persamaan isoterm <i>Langmuir</i>	50
Gambar 4.16	Grafik persamaan isoterm <i>Freundlich</i>	50
Gambar 4.17	Spektra IR kitosan dan butiran kitosan	52
Gambar 4.18	Spektra IR butiran kitosan setelah adsorpsi	52
Gambar L.4.1	Larutan kitosan	87
Gambar L.4.2	Butiran kitosan terikatsilang tripolifosfat dan glutaraldehid	87
Gambar L.4.3	Butiran kitosan kering	87
Gambar L.4.4	Uji viskositas dan densitas larutan kitosan	88
Gambar L.4.5	Uji kelarutan butiran kitosan dalam HCl	88
Gambar L.4.6	Uji <i>swelling</i> butiran kitosan	88
Gambar L.4.7	Penentuan kurva kalibrasi rhodamin B	89
Gambar L.4.8	Rhodamin B sebelum dan sesudah adsorpsi	89

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Rancangan Percobaan	66
Lampiran 2. Diagram Alir	67
Lampiran 3. Data dan Perhitungan	71
Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian	87



ABSTRAK

Cahyani, Ririn Dwi. 2020. **Kinetika dan Isoterm Adsorpsi Zat Warna Rhodamin B Menggunakan Butiran Kitosan Terikatsilang Tripolifosfat (TPP) dan Glutaraldehid (GLA)**. Jurusan Kimia. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing I : Eny Yulianti, M.Si; Pembimbing II : Rif'atul Mahmudah, M.Si; Konsultan : Dewi Yuliani, M.Si; Penguji Utama : Himmatul Baroroh, M.Si

Kata Kunci : Kitosan, Rhodamin B, Adsorpsi, Spektrofotometri Visible.

Rhodamin B merupakan senyawa yang sulit didegradasi oleh mikroorganisme secara alami dan bersifat toksik yang dapat menyebabkan penyakit iritasi pada saluran pernafasan, iritasi mata dan kulit, keracunan hingga menyebabkan kanker hati. Salah satu cara untuk mengurangi efek negatif yang ditimbulkan dari limbah cair *Rhodamin B* dapat menggunakan metode adsorpsi menggunakan kitosan. Kemampuan adsorpsi kitosan dapat ditingkatkan dengan ikatsilang tripolifosfat dan glutaraldehid. Tujuan dari penelitian ini adalah pembuatan butiran kitosan yang diikatsilang dengan tripolifosfat dan glutaraldehid, serta pengaruh variasi pH, waktu kontak, dan konsentrasi adsorbat. Konsentrasi Rhodamin B dianalisis dengan spektrofotometri Visible pada panjang gelombang 554 nm. Hasil analisis spektrofotometri Visible digunakan untuk menentukan kinetika dan isoterm adsorpsi.

Hasil penelitian menunjukkan viskositas spesifik larutan kitosan sebesar 2,752 detik dengan densitas sebesar 0,96 g/m. Uji *swelling* butiran kitosan diperoleh 22%. Kondisi optimum adsorpsi rhodamin B terjadi pada pH 4, waktu kontak adsorpsi selama 120 menit, dan konsentrasi adsorbat 15 ppm dengan perolehan jumlah rhodamin B yang teradsorpsi adalah 3,764 mg/g dan % teradsorpsi sebesar 22%. Adsorpsi rhodamin B menggunakan butiran kitosan terikatsilang tripolifosfat dan glutaraldehid mengikuti pola isoterm adsorpsi *Langmuir* dengan jumlah zat yang teradsorpsi yaitu 0,391 mg/g dan konstanta *Langmuir* yaitu 2,4166 L/mg. Orde reaksi adsorpsi rhodamin B oleh butiran kitosan tidak mengikuti orde nol, pseudo orde satu, dan pseudo orde dua, sehingga tidak dapat diketahui persamaan kinetiknya.

ABSTRACT

Cahyani, Ririn Dwi. 2020. **Rhodamine B Dyes Adsorption Kinetics and Isotherms Using Tripolyphosphate (TPP) and Glutaraldehyde (GLA) Crosslinked Chitosan Granules**. Department OF Chemistry. Faculty of Science and Technology. State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Advisor I: Eny Yulianti, M.Sc; Advisor II: Rif'atul Mahmudah, M.Sc

Keywords: Chitosan, Rhodamine B, Adsorption, Visible Spectrophotometry.

Rhodamin B is a compound that is difficult to be degraded by microorganisms naturally and is toxic that can cause irritation of the respiratory tract, eye and skin irritation, poisoning to cause liver cancer. One way to reduce the negative effects arising from Rhodamin B liquid waste can use the adsorption method using chitosan. The ability of chitosan adsorption can be enhanced by tripolyphosphate and glutaraldehyde crosslinking. The purpose of this study was the manufacture of chitosan granules bound with tripolyphosphate and glutaraldehyde, as well as the effect of variations in pH, contact time, and adsorbate concentration. The concentration of Rhodamin B was analyzed by Visible spectrophotometry at a wavelength of 554 nm. Visible spectrophotometric analysis results are used to determine the kinetics and isotherms of adsorption.

The results showed that the specific viscosity of chitosan solution was 2.752 seconds with a density of 0.96 g/m. Chitosan granules swelling test obtained 22%. The optimum conditions of rhodamine B adsorption occur at pH 4, the contact time of adsorption for 120 minutes, and the adsorbate concentration of 15 ppm with the acquisition of the amount of rhodamine B adsorbed is 3,764 mg/g and % adsorbed by 22%. Rhodamine B adsorption using chitosan granules bound to tripolyphosphate and glutaraldehyde followed the Langmuir adsorption isotherm pattern with the amount of adsorbed substance that was 0.391 mg/g and the Langmuir constant was 2.4166 L/mg. The reaction order of rhodamine B adsorption by chitosan granules does not follow first order, first order pseudo, and second order pseudo, so the kinetic equation cannot be known.

مستخلص البحث

جاهياني، ريرين دوي. ٢٠٢٠. حركية ومتساوي الحرارة امتزاز الصبغات رودامين ب باستخدام فتات كيتوسان عبر الحدود تريبوليفوسفات (TPP) و الغلوتارالدهيد (GLA). بحث جامعي. قسم صيدلي، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية بمالانج. تحت إشراف الاول : أني يولييتي الماجستير؛ إشراف الثان : رفعة المحمودة الماجستير؛ مستشار: دوي يولياني الماجستير؛ رئيس المختبر: همّة البرارة الماجستير

الكلمات المفتاحية: كيتوسان، رودامين ب، امتزاز، سفكتروفوتومتري فيسييل

رودامين ب هو مستحضر الذي يصعب تحقيره بواسطة الكائنات الدقيقة بشكل طبيعي وسامة يمكن أن يسبب تهيج المرض في جهاز التنفسي وتهيج العين والجلد والتسمم حتى يسبب سرطان الكبد. أحد طريقة للحد من الآثار السلبية الناشئة عن النفايات السائلة رودامين ب يمكن أن يستخدم طريقة الامتزاز باستخدام كيتوسان. يمكن قدرة امتزاز كيتوسان تحسينه بطريق الترابط تريبولي الفوسفات وغلوتارالدهيد. كان الغرض من هذا البحث هو يصنع فتات الكيتوسان المرتبطة بتريبولي الفوسفات وغلوتارالدهيد، بالإضافة إلى تأثير نوع pH، في وقت الاتصال وتركيز الامتصاص. تركيز رودامين ب الذي تحليله بواسطة سفكتروفوتومتري فيسييل على طول موجة 554 نانومتر. استخدام نتائج التحليل سفكتروفوتومتري فيسييل لتحديد حركية ومتساوي الامتزاز.

كانت نتائج البحث يدل على اللزوجة النوعية لمحلول الكيتوسان من أكبر ٢. ٢٥٧ ثمانية بكثافة من ٦٩.٠ g/m. تجربة سوولينج فتات كيتوسان حصل على ٢٢٪. تحدث الظروف المثلى لإمتزاز الرودامين ب عند pH ٤، ووقت الاتصال بالإمتزاز لمدة ٠٢١ دقيقة، وتركيز الامتصاص ١٥ ppm مع اكتساب عدد الرودامين ب الممتز على التوالي هو ٤٢٩٧ mg/g؛ ١١٩٨ mg/g؛ و ٣٧٦٤ mg/g. يتبع امتزاز الرودامين ب يستخدم فتات كيتوسان مترابطة ترايبولي الفوسفات وغلوتارالدهيد نمط متساوي الامتزاز لانجموير بسعة امتزاز تبلغ ١٩٣.٠ mg/g وثابت لانجموير ٦٦١٤ L/mg. لا يتبع ترتيب تفاعل امتزاز الرودامين ب بواسطة فتات كيتوسان الترتيب الأول و الزائفة من الدراجة الأولى و الزائفة من الدراجة الثانية، لذلك لا يمكن معروفة المعادلة الحركية.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin meningkat menyebabkan pertumbuhan industri juga meningkat, salah satunya yaitu produksi tekstil. Bertambahnya industri tekstil ini merupakan salah satu penyebab utama yang dapat memberikan dampak negatif bagi lingkungan. Pengolahan bahan baku menjadi bahan setengah jadi atau bahan jadi akan menghasilkan limbah cair yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan (Krim, dkk., 2006).

Limbah dari zat warna tekstil merupakan salah satu limbah yang bersifat *nonbiodegradable*. Sifatnya yang karsinogen dan mutagenik menyebabkan timbulnya beberapa penyakit jika dibiarkan berada di lingkungan (Sa'adah, dkk., 2013). Rhodamin B merupakan salah satu zat warna yang sering digunakan. Zat warna ini berbentuk kristal, tidak berbau, dan berwarna kehijauan. Limbah buangan dari rhodamin B dapat menyebabkan beberapa penyakit yang serius pada tubuh diantaranya kanker, gangguan fungsi hati, dan kerusakan ginjal (Asiah, dkk., 2017).

Salah satu cara untuk mengurangi efek negatif yang ditimbulkan dari limbah cair rhodamin B dapat menggunakan metode adsorpsi. Peristiwa adsorpsi merupakan interaksi antara dua fasa yang menyebabkan terjadinya akumulasi partikel permukaan adsorbat (Pujiastuti dan Saputro, 2008). Metode adsorpsi sering digunakan untuk pengolahan limbah, karena lebih efektif dengan

operasinya mudah, efisiensi tinggi, biaya rendah, dan regenerasinya mudah (Allen dan Koumanova, 2005). Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi adsorpsi, yaitu derajat keasaman (pH), waktu kontak (Sahara, dkk., 2018), dan konsentrasi (Widayatno, dkk., 2017). Jenis adsorben yang dapat digunakan untuk adsorpsi zat warna yaitu arang aktif (Sahara, dkk., 2018), silika gel (Nur'aini, 2012), dan kitosan (Crini dan Badot, 2008).

Kitosan dapat digunakan sebagai adsorben karena merupakan senyawa polimer kationik yang mengandung gugus amino dan hidroksil yang dapat menyerap zat warna anionik maupun kationik (Lazaridris, dkk., 2007). Menurut Meriatna (2008) kitosan memiliki kemampuan untuk mengikat zat warna tekstil dalam air limbah dan mudah untuk membentuk membran atau film. Pemanfaatan kitosan sebagai adsorben limbah rhodamin B menunjukkan tentang kebesaran-kebesaran Allah SWT untuk makhluk-Nya yang mau berfikir. Sebagaimana firman Allah SWT dalam Qs. Sad ayat 27 :

وَمَا خَلَقْنَا السَّمَاءَ وَالْأَرْضَ وَمَا بَيْنَهُمَا بَطْلًا ذَلِكَ ظَنُّ الَّذِينَ كَفَرُوا فَوَيْلٌ لِلَّذِينَ كَفَرُوا مِنَ النَّارِ ٢٧

Artinya :

“Dan Kami tidak menciptakan langit dan bumi dan apa yang ada antara keduanya tanpa hikmah. Yang demikian itu adalah anggapan orang-orang kafir, maka celakalah orang-orang kafir itu karena mereka akan masuk neraka”

Ayat diatas menjelaskan bahwa Allah SWT menciptakan langit dan bumi tanpa sia-sia. Banyak hal yang dianggap sudah tidak berguna bagi kehidupan, namun pada kenyataannya terdapat banyak kandungan di dalamnya yang sangat bermanfaat. Senyawa kitin dapat diperoleh dari cangkang hewan laut, dinding sel jamur, dan alga yang sebagai sebagai hasil dari pembentuk kitosan (Hasri, 2010).

Selain itu, kitosan juga dapat diperoleh dari kulit udang jerebung yang merupakan hasil sintesis dari senyawa kitin (Kurniasih, dkk., 2014). Kulit udang yang selama ini dianggap sebagai limbah, ternyata bisa menghasilkan kitosan yang dapat digunakan untuk adsorpsi senyawa-senyawa zat berwarna. Hal ini menunjukkan bahwa kebesaran Allah SWT terhadap segala sesuatu, bahkan yang kecil sekalipun masih dapat bermanfaat bagi kehidupan.

Tafsir kitab Al-Jalalain menjelaskan bahwa Allah SWT tidak menciptakan langit dan bumi dan apa yang ada diantara keduanya dengan *main-main*. (Yang demikian itu) yakni penciptaan hal tersebut tanpa hikmah. Segala sesuatu yang tercipta, bahkan suatu hal yang tidak tampak secara kasat mata masih mempunyai manfaat dalam kehidupan bagi orang yang berfikir. Penciptaan Allah SWT yang sia-sia adalah anggapan orang-orang kafir dari penduduk Mekah. Maka baginya neraka Wail. Wail adalah sebuah lembah di neraka (bagi orang-orang kafir karena mereka akan masuk neraka) (Jalalain, 1998).

Selain mempunyai kelebihan dalam mengadsorpsi, kitosan juga mempunyai kelemahan yaitu larut pada pH asam. Kelemahan tersebut dapat diperbaiki dengan cara ikatsilang menggunakan agen pengikat silang seperti tripolifosfat (Bhumkar dan Pokharkar, 2006), glutaraldehid (Chiou dan Li, 2003; Basuki dan Sanjaya, 2009), epiklorohidrin (Chen, dkk., 2008), asetaldehid, dan formaldehid (Muthoharoh, 2012).

Penambahan tripolifosfat pada kitosan akan membentuk kestabilan yang lebih baik karena struktur butiran menjadi lebih kaku dan membentuk pori yang lebih banyak, sehingga meningkatkan daya adsorpsi (Madjid, dkk., 2015). Penambahan glutaraldehid akan meningkatkan stuktur menjadi lebih rapat dan

kuat karena glutaraldehid memiliki gugus karbonil yang dapat berikatan dengan gugus amina pada kitosan (Muthoharoh, 2012).

Derajat keasaman (pH), waktu kontak, dan konsentrasi merupakan beberapa faktor penentu keberhasilan dalam proses adsorpsi. Semakin rendah pH maka akan semakin banyak rhodamin B yang teradsorpsi. Menurut penelitian Sahara, dkk. (2018) pH optimum untuk adsorpsi rhodamin B yaitu pada pH 3. Kurniasih, dkk. (2014) melaporkan bahwa pH optimum untuk adsorpsi rhodamin B yaitu pada pH 3 dan menurun atau konstan pada pH selanjutnya.

Waktu kontak optimum merupakan waktu saat adsorben tidak mampu lagi menyerap menyerapan adsorbat pada permukaanya (Sahara, dkk., 2018). Waktu kontak optimum berdasarkan penelitian Kurniasih, dkk. (2014) pada butiran kitosan untuk adsorpsi rhodamin B yaitu pada menit ke 180 dan konstan pada menit selanjutnya. Sahara, dkk. (2018) dalam penelitiannya mengatakan bahwa waktu kontak optimum untuk adsorpsi rhodamin B yaitu pada menit ke 90. Waktu kontak digunakan untuk penentuan kinetika adsorpsi sehingga dapat diketahui seberapa cepat adsorpsi tersebut berlangsung.

Kinetika adsorpsi yang sering digunakan yaitu persamaan orde nol, pseudo orde satu dan pseudo orde dua. Konsentrasi adsorbat pada penyerapan rhodamin B oleh kitosan yaitu semakin tinggi konsentrasi maka semakin besar pula rhodamin B yang diserap (Leksono, 2012). Konsentrasi optimum menurut Sahara, dkk. (2018) untuk penyerapan rhodamin B yaitu pada 120 ppm. Perubahan konsentrasi adsorbat dapat dipelajari lebih dalam menggunakan penentuan isoterm adsorpsi. Isoterm adsorpsi yang sering digunakan yaitu isoterm adsorpsi *Langmuir* dan *Freundlich*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengadsorpsi zat warna rhodamin B menggunakan butiran kitosan yang terikatsilang dengan tripolifosfat dan glutaraldehyd. Keberhasilan ikatsilang kitosan ditentukan dengan uji densitas, viskositas, dan *swelling beads*. Proses adsorpsi dilakukan dengan variasi pH (2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, dan 9), waktu kontak (0, 30, 45, 60, 120, 180, 240 menit), dan konsentrasi rhodamin B (10, 15, 20, dan 25 ppm). Analisis rhodamin B menggunakan spektrofotometri *visible* untuk mengetahui pH, waktu kontak, dan konsentrasi optimum dari butiran kitosan selama proses adsorpsi. Proses adsorpsi rhodamin B kedalam kitosan diteliti lebih jauh lagi dengan menghitung kinetika adsorpsi dan isoterm adsorpsi.

1.2 Rumusan masalah

1. Bagaimana pengaruh kitosan yang terikatsilang dengan tripolifosfat dan glutaraldehyd terhadap uji densitas, viskositas, dan *swelling beads*?
2. Bagaimana pengaruh pH dan konsentrasi rhodamin B menggunakan kitosan yang terikatsilang dengan tripolifosfat dan glutaraldehyd ?
3. Bagaimana pengaruh waktu kontak dan kinetika adsorpsi rhodamin B menggunakan kitosan yang terikatsilang dengan tripolifosfat dan glutaraldehyd ?
4. Bagaimana isoterm adsorpsi rhodamin B menggunakan kitosan yang terikatsilang dengan tripolifosfat dan glutaraldehyd ?
5. Bagaimana karakterisasi butiran kitosan terikatsilang tripolifosfat dan gluttaraldehyd dalam mengadsorpsi zat warna rhodamin B menggunakan spektrofotometer FTIR ?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui pengaruh kitosan yang terikatsilang dengan tripolifosfat dan glutaraldehid terhadap uji densitas, viskositas, dan *swelling beads*.
2. Untuk mengetahui pengaruh pH dan konsentrasi rhodamin B menggunakan kitosan yang terikatsilang dengan tripolifosfat dan glutaraldehid.
3. Untuk mengetahui pengaruh waktu kontak dan kinetika adsorpsi rhodamin B menggunakan kitosan yang terikatsilang dengan tripolifosfat dan glutaraldehid.
4. Untuk mengetahui isoterm adsorpsi rhodamin B menggunakan kitosan yang terikatsilang dengan tripolifosfat dan glutaraldehid.
5. Untuk mengetahui karakterisasi butiran kitosan terikatsilang tripolifosfat dan glutaraldehid dalam mengadsorpsi zat warna rhodamin B menggunakan spektrofotometer FTIR.

1.4 Batasan Masalah

1. Zat warna yang digunakan adalah zat warna rhodamin B.
2. Metode yang digunakan adalah adsorpsi.
3. Adsorben yang digunakan adalah kitosan.
4. Pengikatsilang berupa tripolifosfat dan glutaraldehid.
5. Keberhasilan butiran kitosan terikatsilang tripolifosfat dan glutaraldehid ditentukan dengan uji densitas, viskositas, dan daya *swelling beads*.
6. Variasi pH yang digunakan yaitu 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, dan 9.
7. Variasi waktu kontak yang digunakan yaitu 0, 2, 4, 24, dan 26 jam.
8. Variasi konsentrasi yang digunakan yaitu 10, 25, 20, dan 25 ppm.

9. Analisis rhodamin B menggunakan spektrofotometri *visible*.
10. Karakterisasi butiran kitosan sebelum dan sesudah adsorpsi menggunakan spektrofotometer FTIR.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi bahwa dengan kitosan yang terikatsilang dengan tripolifosfat dan glutaraldehid dapat meningkatkan kapasitas adsorpsi zat warna rhodamin B.

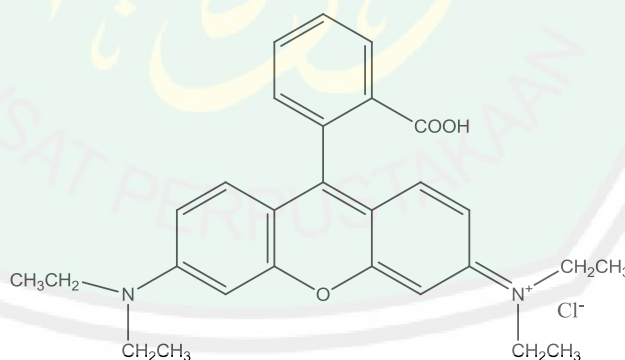


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Zat Warna Rhodamin B

Rhodamin B merupakan zat warna sintetis yang sering digunakan untuk pewarna merah pada industri tekstil dan plastik. Rhodamin B mempunyai rumus molekul $C_{28}H_{31}ClN_2O_3$, tidak berbau, memiliki bentuk kristal, berwarna kehijauan, pada konsentrasi tinggi berwarna merah keunguan dan pada konsentrasi rendah berwarna terang (Kurniasih, dkk., 2014). Rhodamin B mempunyai berat molekul 479,06 g/mol, titik leleh 210-211°C (Asiah, dkk., 2017), pKa 3,7 (Wang dan Wang, 2008) dan memiliki gugus amino yang bersifat basa (Asiah, dkk., 2017). Struktur dari senyawa zat warna rhodamin B ditampilkan pada Gambar 2.1.

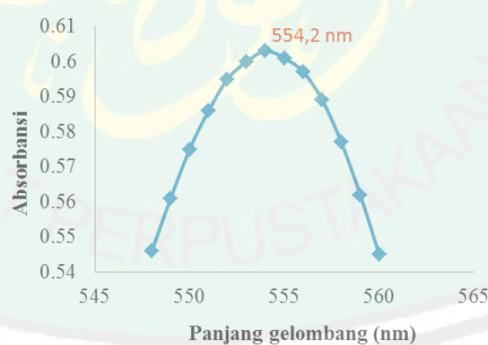


Gambar 2.1 Struktur rhodamin B (Leksono, 2012)

Rhodamin B mempunyai gugus kromofor yang dapat menyebabkan molekul pada rhodamin B berwarna, gugus ini merupakan quinoid, sedangkan

kuantitas warna yang sangat tajam pada rhodamin B diakibatkan karena adanya gugus aoksokrom, gugus dimetil amin (Leksono, 2012). Kurniasih, dkk. (2014) mengatakan dalam penelitiannya panjang gelombang maksimum untuk larutan rhodamin B menggunakan spektrofotometer UV-Vis yaitu 554,2 nm yang ditampilkan pada Gambar 2.2.

Rhodamin B merupakan senyawa yang mengandung alkilating yang apabila dalam tubuh manusia dapat menyebabkan mual, sakit kepala, kulit berlendir, anemia, dan kanker karena senyawa ini merupakan residu dari logam berat (Mahatmanti, dkk., 2017). Rhodamin B juga mengandung ion Cl yang merupakan senyawa halogen yang berbahaya dan bersifat reaktif (Anjasmara, dkk., 2017). Senyawa ini apabila masuk ke dalam tubuh maka akan berusaha mencapai kestabilan dengan cara berikatan dengan senyawa lain, sehingga dapat bersifat racun bagi tubuh (Asiah, dkk., 2017).



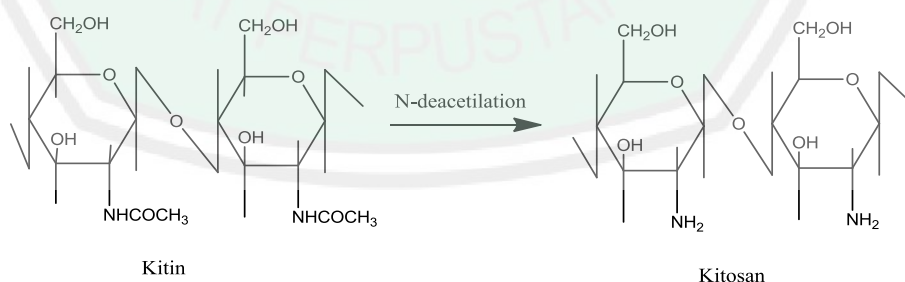
Gambar 2.2 Panjang gelombang maksimum rhodamin B (Kurniasih, dkk., 2014)

2.2 Kitosan, Modifikasi, dan Karakterisasinya

Kitosan merupakan senyawa turunan kitin ($C_8H_{13}NO_5$) yang diperoleh melalui proses deasetilasi (Basuki dan Sanjaya, 2009; Crini dan Badot, 2008).

Kitin merupakan biopolimer kedua yang paling sering ditemukan di alam setelah selulosa (Lee, dkk., 2009). Kitosan banyak dimanfaatkan dalam berbagai bidang, salah satunya dalam mengadsorpsi logam berat. Kemampuan dalam mengadsorpsi logam berat dipengaruhi oleh jumlah gugus amina pada kitin dan kitosan. Perbedaan kitin dan kitosan berada pada perbandingan gugus amina ($-\text{NH}_2$) dengan gugus asetil ($-\text{OCH}_3$) (Basuki dan Sanjaya, 2009), seperti yang ditampilkan pada Gambar 2.3.

Kitosan dapat diperoleh dari deasetilasi senyawa kitin dengan cara mengganti gugus asetil menjadi gugus amina (Basuki dan Sanjaya, 2009). Gugus amina dan hidroksil pada kitosan menyebabkan kitosan menjadi lebih reaktif, sehingga hal ini memberikan muatan pada kitosan agar berpotensi sebagai adsorben untuk zat warna anionic maupun kationik (Sheshmani, dkk., 2014). Berdasarkan fisiknya, kitosan berupa serbuk putih atau kuning dengan ukuran partikel kurang dari $30\text{ }\mu\text{m}$, berat jenisnya hingga $1,40\text{ g/cm}^3$ dan bersifat polielektrolit. Pada umumnya kitosan larut dalam asam organik dengan pH sekitar 4-6,5.



Gambar 2.3 Deasetilasi kitin menjadi kitosan (Gecol, dkk., 2006)

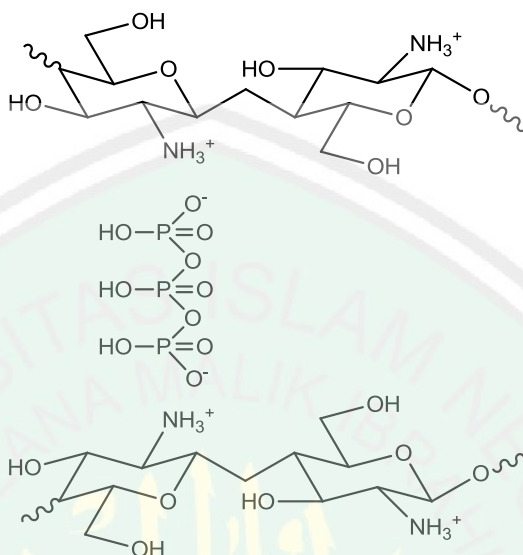
Kitosan mempunyai kelemahan yaitu mudah larut dalam asam. Kelemahan ini dapat diperbaiki dengan dengan cara ikatsilang. Pada umumnya,

ikatsilang digunakan untuk meningkatkan ketahanan mekanik dan memperkuat kestabilan kitosan dalam larutan asam (Crini dan Badot, 2008). Ikatsilang atau modifikasi kitosan terbagi menjadi dua bagian, yaitu ikatsilang secara fisika dan secara kimia. Modifikasi secara fisika dilakukan dengan mengkonversi kitosan ke dalam bentuk yang lebih teratur seperti bentuk bubuk, serpihan, dan gel (membran, *film*) (Miretzky dan Cirelli, 2009). Salah satu modifikasi kitosan secara fisika yaitu dengan menggunakan tripolifosfat (TPP) (Bhumkar dan Phokarkar, 2006).

Penambahan tripolifosfat pada kitosan akan membentuk struktur butiran menjadi lebih rigid (kaku) dan memperbanyak pori menyebabkan butiran kitosan menghasilkan kapasitas adsorpsi yang lebih besar (Madjid, dkk., 2015; Rahayu dan Khabibi, 2016). Selain itu, semakin banyak ikatsilang antara kitosan dengan tripolifosfat akan membuat matriks kitosan menjadi lebih kuat dan meningkat sehingga kitosan menjadi semakin kuat dan keras, serta semakin sulit untuk terpecah menjadi bagian-bagian yang lebih kecil (Wahyono, 2010).

Proses ikatsilang kitosan dengan tripolifosfat terjadi karena transfer proton (H^+) menuju molekul kitosan, sehingga mengubah gugus amina ($-NH_2$) menjadi ($-NH_3^+$). Pada suasana asam, gugus N pada kitosan yang bermuatan positif akan berikatan dengan O dari ($-PO_4^-$) dalam larutan tripolifosfat (Lusiana dan Pranotoningtyas, 2018). Menurut penelitian Rahayu dan Khabibi (2016) mengenai kapasitas adsorpsi ion logam Ni menggunakan kitosan yang terikatsilang dengan tripolifosfat lebih besar dibandingkan dengan kitosan tanpa terikatsilang. Hal ini dikarenakan ion tripolifosfat menyumbangkan gugus aktif hidroksil sebagai donor elektron yang dapat meningkatkan terikatnya logam ion Ni

pada sisi aktif tersebut. Ikatan kitosan dengan tripolifosfat ditampilkan pada Gambar 2.4.

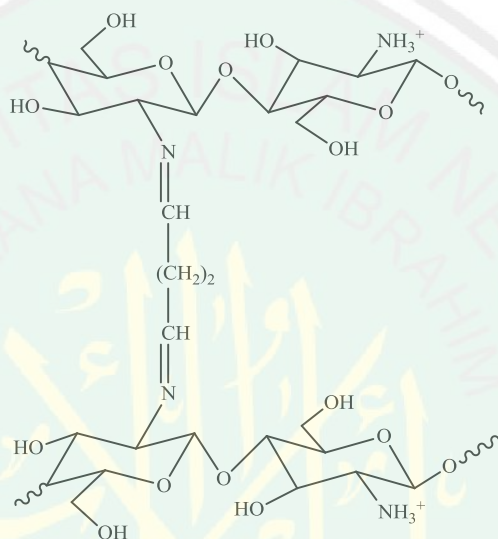


Gambar 2.4 Ikatan kitosan dengan tripolifosfat (Madjid, dkk., 2015)

Kitosan yang dimodifikasi secara kimia digunakan untuk meningkatkan sifat adsorpsi, kekuatan mekanik, dan stabilitas kitosan dalam media asam (Guibal, 2004). Salah satu agen pengikatsilang secara kimia yaitu glutaraldehid (Chiou dan Li, 2003). Glutaraldehid merupakan salah satu agen pengikat silang aldehid yang cukup baik dibandingkan dengan yang lainnya. Seperti yang dilakukan Muthoharoh (2012) yang meneliti persen derajat ikatsilang kitosan dengan glutaraldehid, asetaldehid, dan formaldehid. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa glutaraldehid memiliki persen derajat ikatsilang yang lebih tinggi dibandingkan dengan asetaldehid dan formaldehid yaitu 91, 72,5 dan 38%. Hal ini terjadi karena perbedaan struktur dari ketiganya.

Keunggulan glutaraldehid yaitu memiliki dua gugus karbonil yang disukai gugus amina pada kitosan, sedangkan asetaldehid dan formaldehid hanya

memiliki satu gugus karbonil. Adanya ikatsilang kitosan pada glutaraldehid dapat menjadikan struktur dari kitosan menjadi lebih rapat dan rigid. Selain itu, ikatsilang kitosan dengan glutaraldehid menyebabkan permukaan kitosan menjadi lebih hidrofobik (tidak mudah larut dalam air) (Poon, dkk., 2014). Ikatan kitosan dengan glutaraldehid ditampilkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Reaksi ikatsilang kitosan dengan glutaraldehid (Goncalves, dkk., 2005)

Kelarutan butiran kitosan sangat berpengaruh terhadap hasil absorbansi dari rhodamin B, sehingga perlu dibuktikan kualitas dari butiran kitosan dengan cara menghitung viskositas dan densitas larutan kitosan (Muthoharoh, 2012). Alat yang digunakan adalah viskometer *Otswald* yaitu dengan menghitung lamanya waktu yang diperlukan cairan tertentu untuk melalui pipa kapiler dengan gaya yang disebabkan oleh berat cairan itu sendiri. Hal ini terjadi karena terdapat perbedaan tekanan antara kedua ujung pipa U yang besarnya diasumsikan dengan berat jenis cairan (Bird, 1993).

Viskositas spesifik merupakan kenaikan fraksi (bagian) dalam viskositas. Ketika konsentrasi bertambah, viskositas pun bertambah (Stevens, 2001). Viskositas spesifik larutan kitosan dihitung menggunakan persamaan 2.1 (Bird, 1993) :

$$\eta_{sp} = \frac{t-t_0}{t_0} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dengan η_{sp} adalah viskositas spesifik (detik), t adalah waktu yang diperlukan untuk mengalirnya larutan sampel (detik), dan t_0 adalah waktu yang diperlukan untuk mengalirnya larutan solven (detik).

Secara teori, nilai viskositas sebanding dengan nilai densitas suatu cairan. Apabila densitas suatu cairan tinggi, maka nilai viskositas cairan tersebut juga meningkat (Nugraheni, dkk., 2012). Densitas larutan dapat dihitung menggunakan persamaan 2.2 (Winiati, dkk., 2012) :

$$\rho = \frac{m}{v} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dengan ρ adalah densitas (g/mL), m adalah massa larutan (gram), dan v adalah volume larutan (mL).

2.3 Adsorpsi

Proses adsorpsi merupakan interaksi antar dua fasa yang menyebabkan terjadinya akumulasi partikel permukaan adsorbat (Pujiastuti dan Saputro, 2008). Adsorpsi juga dapat diartikan sebagai fenomena fisik yang terjadi saat molekul-molekul gas atau cair dikontakkan dengan suatu permukaan padatan tersebut. Hal

ini terjadi karena ketidakseimbangan gaya-gaya molekul pada zat padat, yang cenderung menarik molekul lain yang bersentuhan pada permukannya (Kuntoro, 2011). Adsorpsi merupakan salah satu metode pengolahan limbah yang paling sering digunakan karena efektif, operasinya mudah, biaya murah, dan regenerasinya mudah (Priadi, dkk., 2014). Pujiastuti dan Saputro (2008) dalam jurnalnya mengatakan bahwa adsorpsi terbagi menjadi dua tipe, yaitu adsorpsi secara fisika dan kimia. Adsorpsi fisika merupakan gaya tarik menarik antar molekul benda padat dengan zat yang diserap, sedangkan adsorpsi kimia merupakan adsorpsi yang melibatkan pertukaran ion antara adsorben dengan zat yang diserap.

Jumlah rhodamin B yang teradsorpsi q_e (mg/g) dapat dihitung menggunakan persamaan 2.3 (Li dan Ding, 2011):

$$q_e = \frac{C_o - C_e}{m} \times V \dots\dots\dots (2.3)$$

Dengan q_e adalah jumlah zat yang teradsorpsi (mg/g), m adalah massa adsorben (gram), V adalah volume sampel (L), C_o adalah konsentrasi awal sampel (ppm), C_e adalah konsentrasi sampel setelah proses adsorpsi (ppm).

2.4 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Adsorpsi

2.4.1 Derajat Keasaman (pH)

Salah satu faktor yang mempengaruhi adsorpsi yaitu derajat keasaman (pH) karena akan mengalami perubahan konsentrasi ion H^+ dan ion OH^- . Menurut penelitian yang dilakukan Sahara, dkk. (2018) mengenai adsorpsi rhodamin B menggunakan arang aktif optimum pada pH 3, dan terjadi penurunan setelah pH 5. Kurniasih, dkk. (2014) dalam penelitiannya bahwa pH optimum untuk adsorpsi rhodamin B menggunakan butiran kitosan yaitu pada pH 3 dan menurun pada pH

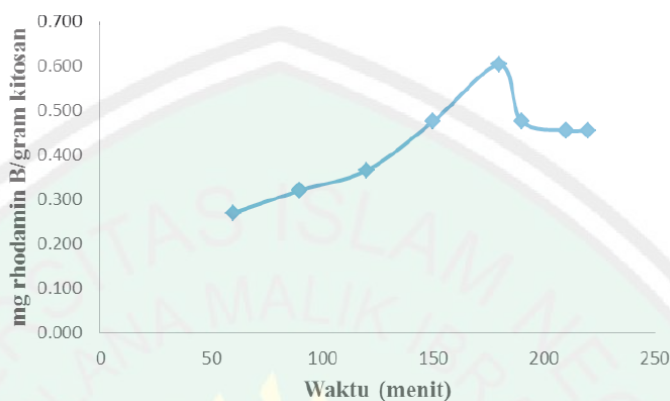
selanjutnya. Penurunan kapasitas adsorpsi menurut Bhumkar dan Pokharkar (2006) dalam penelitiannya bahwa pada pH di atas 4 akan menyebabkan adanya ion OH^- dan fosfat yang bersaing untuk berinteraksi dengan $(-\text{NH}_3^+)$ pada kitosan yang menyebabkan berkurangnya kemampuan adsorpsi kitosan pada rhodamin B.

2.4.2 Waktu Kontak

Selain derajat keasaman (pH), waktu kontak juga merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi proses adsorpsi. Semakin lama waktu kontak adsorben dengan adsorbat, maka penyerapan adsorbat dan proses difusi berlangsung dengan baik hingga mencapai kesetimbangan (keadaan jenuh) (Arifin, dkk., 2012). Semakin lama waktu kontak juga akan menyebabkan proses adsorpsi semakin menurun, hal ini dikarenakan terjadi kejenuhan pada sisi aktif adsorben sehingga tidak mampu lagi menyerap adsorbat (Sahara, dkk., 2018).

Arifin, dkk. (2012) melakukan penelitian adsorpsi zat warna *Direct Black* 38 menggunakan kitosan diperoleh waktu kontak optimum pada waktu 360 menit dengan perolehan kapasitas adsorpsi sebesar 4,21 mg/g. Penelitian yang dilakukan Sahara, dkk. (2018) yaitu adsorpsi zat warna rhodamin B menggunakan arang aktif dan diperoleh waktu kontak optimum pada menit ke 90, dan terjadi penurunan pada menit selanjutnya dengan perolehan kapasitas adsorpsi sebesar 2,437 mg/g. Nur'aini (2012) melaporkan dalam penelitiannya dalam mengadsorpsi rhodamin B menggunakan silika gel diperoleh waktu kontak optimum pada menit ke 30 dengan kapasitas adsorpsi sebesar 35,03%. Berbeda dengan Kurniasih, dkk. (2014) mengenai adsorpsi zat warna rhodamin B oleh butiran kitosan diperoleh waktu kontak optimum pada menit ke 180 dengan

kapasitas adsorpsi sebesar 0,603 mg/g. Grafik waktu kontak optimum adsorpsi rhodamin B menggunakan butiran kitosan pada penelitian Kurniasih, dkk. (2014) ditampilkan pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Waktu kontak optimum butiran kitosan (Kurniasih, dkk., 2014)

Kinetika adsorpsi merupakan salah satu aspek yang digunakan untuk mengetahui waktu adsorpsi berlangsung. Model kinetika adsorpsi yang sering digunakan yaitu persamaan orde nol, pseudo orde satu, dan pseudo orde dua (Tan dan Hameed, 2017).

2.4.2.1 Persamaan Kinetika Orde Nol

Persamaan kinetika orde nol didasarkan apabila besarnya laju reaksi tidak dipengaruhi oleh perubahan konsentrasi pereaksinya (Hajar, dkk., 2016). Persamaan linier orde nol dapat dirumuskan menggunakan persamaan 2.4 (Khambhaty, dkk., 2009):

$$C_e = C_0 - k_0 t \dots\dots\dots (2.4)$$

Dengan C_e adalah konsentrasi pada saat t , C_0 adalah konsentrasi pada saat $t=0$, k adalah konstanta kinetika, dan t adalah waktu.

2.4.2.2 Persamaan Kinetika Pseudo Orde Satu

Persamaan kinetika adsorpsi pseudo orde satu didasarkan pada daya serap adsorben terhadap adsorbat dengan mengasumsikan bahwa konsentrasi adsorbat berlebih jika dibandingkan dengan sisi aktif pada permukaan adsorben (Tan dan Hameed, 2017). Bentuk umum persamaan kinetika pseudo orde satu dapat dirumuskan menggunakan persamaan 2.5 (Tan dan Hameed, 2017) :

$$\ln (q_e - q_t) = \ln q_e - kt \dots\dots\dots (2.5)$$

Dengan q_e adalah jumlah zat yang teradsorpsi pada saat kesetimbangan (mg/g), q_t adalah jumlah zat yang teradsorpsi pada waktu t (mg/g), dan k adalah konstanta laju pseudo orde satu.

2.4.2.3 Persamaan Kinetika Pseudo Orde Dua

Kinetika pseudo orde dua digunakan untuk menjelaskan tentang dinamika proses adsorpsi. Pseudo orde dua ini mengasumsikan bahwa penentu laju reaksi adalah proses penyerapan kimia yang meliputi pertukaran elektron antara adsorben dan adsorbat (Fransina dan Tanasale, 2007). Bentuk persamaan umum kinetika pseudo orde dua dapat dirumuskan menggunakan persamaan 2.6 (Tan dan Hameed, 2017) :

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{k_2 q_e^2} + \frac{t}{q_e} \dots\dots\dots (2.6)$$

Dengan q_e adalah jumlah zat yang teradsorpsi pada saat kesetimbangan (mg/g), q_t adalah jumlah zat yang teradsorpsi pada waktu t (mg/g), dan k adalah konstanta laju pseudo orde dua.

Penelitian yang dilakukan Jeyaseelan, dkk. (2018) mengenai adsorpsi zat warna *congo red* menggunakan kitosan terikatsilang dengan sulfat diperoleh nilai R^2 pseudo orde satu adalah 0,935 dan pseudo orde dua adalah 0,999. Berdasarkan hasil ini penelitiannya mengikuti kinetika pseudo orde dua. Wang dan Wang (2008) melaporkan mengenai adsorpsi *congo red* menggunakan kitosan diperoleh nilai R^2 dari pseudo orde satu adalah 0,9997 dan pseudo orde dua yaitu 0,9745. Penelitian ini cenderung lebih mengikuti kinetika pseudo orde satu. Vanamudan dan Pamidimukkala (2014) melaporkan hasil penelitiannya mengenai adsorpsi *rhodamin 6-G* oleh kitosan dengan perolehan nilai R^2 pada pseudo orde satu yaitu 0,957 lebih kecil daripada pseudo orde dua yaitu 0,992, sehingga penelitian ini lebih mengikuti kinetika pseudo orde dua.

2.4.3 Konsentrasi Adsorbat

Faktor lain yang dapat mempengaruhi kapasitas adsorpsi yaitu konsentrasi adsorbat. Apabila konsentrasi dari masing-masing zat semakin besar maka semakin banyak zat tersebut yang dapat teradsorpsi (Widayatno, dkk., 2017). Hal ini dikarenakan semakin meningkatnya konsentrasi maka interaksi antara adsorben dan adsorbat semakin besar (Arivoli, dkk., 2009). Menurut penelitian Sahara, dkk. (2018) bahwa konsentrasi optimum untuk adsorpsi rhodamin B menggunakan arang aktif yaitu pada konsentrasi 120 ppm dan terjadi penurunan setelah konsentrasi tersebut. Hal ini dikarenakan terjadi kejenuhan sisi aktif pada

permukaan adsorben yang menyebabkan molekul-molekul pada zat warna rhodamin B tidak mampu lagi diserap oleh pori-pori pada permukaan adsorben. Vanamudan dan Pamidimukkala (2015) dalam penelitiannya untuk adsorpsi *rhodamin 6-G* menggunakan kitosan diperoleh konsentrasi maksimum pada 100 ppm.

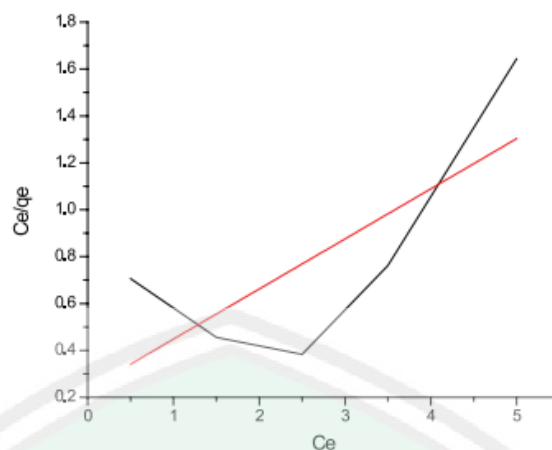
Pengukuran konsentrasi adsorbat dengan mekanisme adsorpsinya dalam proses adsorpsi dapat dipelajari melalui penentuan isoterm adsorpsi. Isoterm adsorpsi yang sering digunakan yaitu isoterm *Langmuir* dan *Freundlich*. Tipe ini biasanya digunakan untuk ikatan antara molekul adsorbat dengan permukaan adsorben pada fasa padat cair yang terjadi secara fisisorpsi dan kemisorpsi (Sahara, dkk., 2018).

2.4.3.1 Isoterm Adsorpsi *Langmuir*

Isoterm *Langmuir* mengasumsikan bahwa adsorpsi yang terjadi akan membentuk lapisan tunggal (*monolayer*), yang semua sisi dan permukaannya bersifat homogen (Priadi, dkk., 2014). Isoterm adsorpsi *Langmuir* dapat dirumuskan menggunakan persamaan 2.7 (Crini dan Badot, 2008) :

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{K_L q_m} + \frac{C_e}{q_m} \dots\dots\dots (2.7)$$

Dengan q_e adalah jumlah adsorbat yang diserap pada kesetimbangan (mg/g), x adalah jumlah adsorbat yang diadsorpsi (mg), m adalah massa adsorben yang digunakan (g), K_L adalah konstanta *Langmuir* (L/mg), C_e adalah konsentrasi adsorbat pada kesetimbangan (ppm), dan q_m adalah kapasitas adsorpsi maksimum (mg/g). Kurva linier isoterm adsorpsi *Langmuir* ditampilkan pada Gambar 2.7.



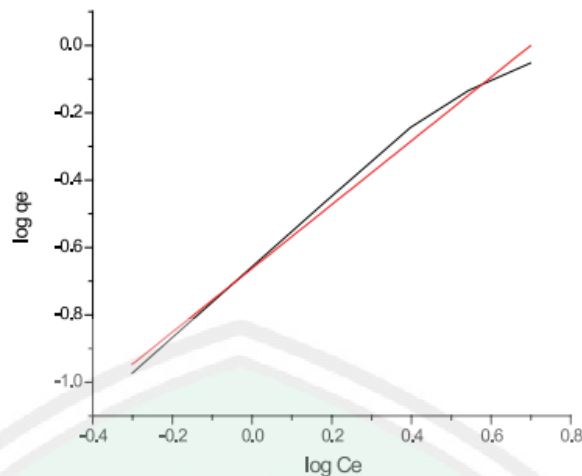
Gambar 2.7 Isotherm Adsorpsi *Langmuir* (Jeyaseelan, dkk., 2018)

2.4.3.2 Isotherm Adsorpsi *Freundlich*

Isotherm *Freundlich* mengasumsikan bahwa adsorpsi yang terjadi akan membentuk lapisan-lapisan (*multilayer*), namun sisi aktif pada permukaannya bersifat heterogen (Priadi, dkk., 2014). Isotherm adsorpsi *Freundlich* dapat dirumuskan menggunakan persamaan 2.8 (Crini dan Badot, 2008) :

$$\log q_e = \log K_F + \frac{1}{n} \log C_e \dots\dots\dots (2.8)$$

Dengan q_e adalah jumlah adsorbat yang diserap pada kesetimbangan (mg/g), K_F adalah konstanta *Freundlich* (L/mg), C_e adalah konsentrasi adsorbat pada kesetimbangan (ppm), dan n adalah kapasitas adsorpsi maksimum (mg/g). Kurva linier isotherm adsorpsi *Freundlich* ditampilkan pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Isoterm Adsorpsi *Freundlich* (Jeyaseelan, dkk., 2018)

Penelitian yang dilakukan Jeyaseelan, dkk. (2018) mengenai adsorpsi zat warna *congo red* menggunakan kitosan terikatsilang dengan sulfat diperoleh nilai R^2 pada isoterm *Langmuir* adalah 0,556 dan isoterm *Freundlich* adalah 0,989. Pada penelitian ini mengikuti isoterm *Freundlich*. Wang dan Wang (2008) melaporkan adsorpsi *congo red* menggunakan kitosan diperoleh nilai R^2 dari isoterm *Langmuir* adalah 0,999 dan isoterm *Freundlich* adalah 0,9294, sehingga penelitian ini cenderung mengikuti pola isotherm *Langmuir*. Piccin, dkk. (2009) dalam penelitiannya yaitu adsorpsi pewarna *FD* dan *C Red* No. 40 menggunakan kitosan diperoleh nilai R^2 pada isoterm *Langmuir* lebih besar dibandingkan dengan isoterm *Freundlich* yaitu 0,97 dan 0,86, sehingga penelitian ini cenderung mengikuti isoterm *Langmuir*. Vanamudan dan Pamidimukkala (2014) melaporkan hasil penelitiannya mengenai adsorpsi *rhodhamin 6-G* oleh kitosan dengan perolehan nilai R^2 pada isotherm *Langmuir* (0,997) lebih besar daripada isotherm *Freundlich* (0,974), sehingga penelitian ini lebih mengikuti isotherm *Langmuir*.

2.5 Karakterisasi

2.5.1 Analisis Mikroskop Optik pada Butiran Kitosan

Besar kecilnya derajat ikatsilang sangat berpengaruh terhadap kemampuan adsorpsi kitosan. Derajat ikatsilang ini dapat ditentukan melalui persen rasio *swelling* kitosan (Muthoharoh, 2012). *Swelling* merupakan kemampuan suatu material untuk mengembang pada media cair dalam waktu ruang dan selama waktu tertentu (Kurniasih, dkk., 2014). Persentase *swelling* kitosan secara gravimetri dapat dihitung melalui persamaan 2.9 (Kurniasih, dkk., 2014) :

$$E_{sw} = \left(\frac{W_e - W_o}{W_o} \right) \times 100\% \dots\dots\dots (2.9)$$

Dengan E_{sw} adalah persen *swelling*, W_e adalah berat butiran kitosan setelah mengalami *swelling*, dan W_o adalah berat awal butiran kitosan yang digunakan.

Ayuningtyas (2012) menjelaskan bahwa sinersis merupakan kemampuan butiran kitosan mengerut secara alami dengan mengeluarkan sebagian cairan di dalamnya yang menunjukkan kestabilan adsorpsi dari butiran kitosan. Daya *swelling* secara mikroskop optik digunakan untuk mengukur ukuran, devisiasi, dan ukuran butiran maksimal dan minimal. Mikroskop optik merupakan mikroskop yang menggunakan gelombang cahaya sebagai sumber cahayanya. Penambahan diameter butiran kitosan ketika mengalami *swelling* dapat menggunakan persamaan 2.10 :

$$Diameter (d) = \sqrt{\frac{LA \times 4}{3.14}} \dots\dots\dots (2.10)$$

Dengan D adalah diameter butiran, dan LA adalah area luas permukaan butiran.

2.5.2 Analisis Rhodamin B menggunakan Spektrofotometri Visible

Spektrofotometri UV-Vis adalah teknik analisis spektroskopi yang memakai sumber radiasi elektromagnetik pada panjang gelombang tertentu (Day dan Underwood, 2002). Sinar ultraviolet (UV) mempunyai panjang gelombang dekat (200-400 nm) dan sinar tampak (*visible*) (400-750 nm). Spektrofotometri digunakan untuk mengukur besarnya energi yang diabsorpsi atau diteruskan, sinar radiasi monokromatik akan melewati larutan yang mengandung zat yang dapat menyerap sinar radiasi (Harmita, 2006).

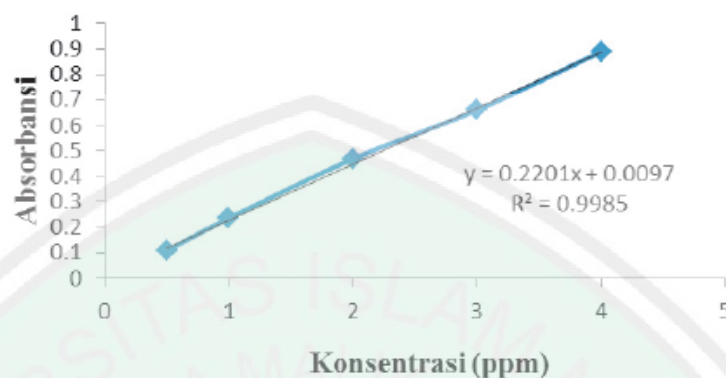
Spektrofotometer *visible* (sinar tampak) memiliki energi sebesar 299-149 kJ/mol. Energi yang dimiliki sinar tampak mampu membuat elektron tereksitasi dari keadaan dasar menuju kulit atom yang memiliki energi yang lebih tinggi atau menuju keadaan tereksitasi (Day dan Underwood, 2002). Panjang gelombang dari berbagai warna pada spektrofotometri sinar tampak ditampilkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Panjang gelombang berbagai warna cahaya

λ (nm)	Warna yang teradsorpsi	Warna tertransmisi (komplemen)
400-435	Violet	Hijau-kuning
435-480	Biru	Kuning
480-490	Biru-Hijau	Orange
490-500	Hijau-Biru	Merah
500-560	Hijau	Ungu-Merah
560-580	Hijau-Kuning	Violet
580-595	Kuning	Biru
595-650	Orange	Biru-Hijau
650-760	Merah	Hijau-Biru

Pengukuran panjang gelombang maksimum rhodamin B ditentukan dengan pengukuran absorbansi rhodamin B pada konsentrasi tertentu. Pengukuran ini diperoleh panjang gelombang maksimum ditunjukkan pada Gambar 2.2. Panjang gelombang maksimum yang diperoleh digunakan untuk membuat kurva

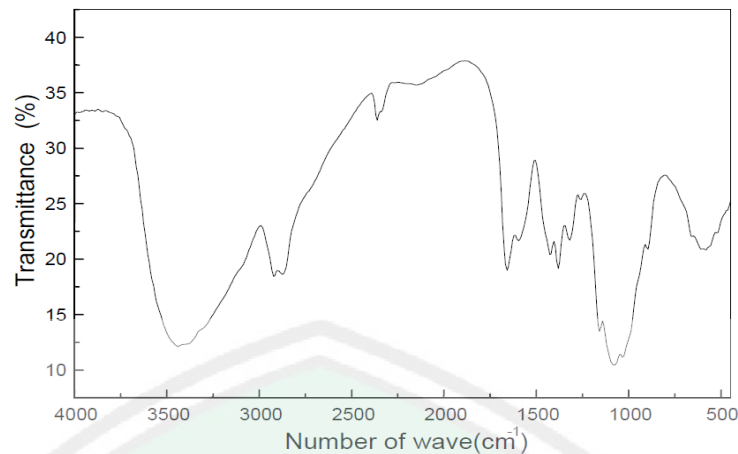
standar rhodamin B dengan memplotkan absorbansi pada sumbu y dan variasi konsentrasi pada sumbu x, seperti yang ditampilkan pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Kurva kalibrasi rhodamin B (Kurniasih, dkk., 2014)

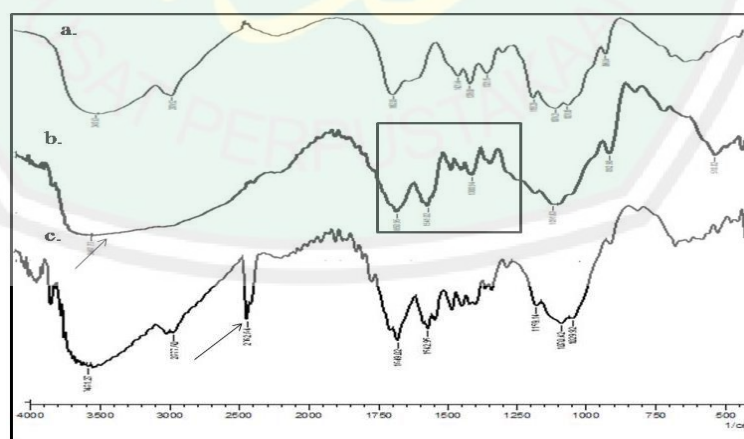
2.5.3 Spektrofotometer FTIR

Keberhasilan ikatsilang kitosan dengan tripolifosfat dan glutaraldehid dapat dilihat dari senyawa kimia penyusunnya. Perubahan ini diketahui dengan menggunakan instrumen FTIR untuk menganalisis gugus fungsi pada sampel. Hasil spektra IR senyawa kitosan ditampilkan pada Gambar 2.10. Berdasarkan tersebut menunjukkan serapan pada bilangan gelombang 3454 cm^{-1} yang merupakan daerah -OH dan air. Pita serapan pada bilangan gelombang 2900 cm^{-1} merupakan daerah untuk gugus C-H , dan serapan pada bilangan gelombang 1654 dan 1380 cm^{-1} merupakan daerah untuk gugus N-H dari amina dan gugus C-H dari CH_3 (Kimura, dkk., 2011).



Gambar 2.10 Spektra FTIR kitosan (Kimura, dkk., 2011)

Madjid, dkk. (2015) dalam penelitiannya mengenai hasil spektra FTIR butiran kitosan sebelum dan sudah adsorpsi zat warna *methyl orange* pada Gambar 2.11 menunjukkan serapan bilangan 1250-1500 cm^{-1} merupakan adanya ikatan pada gugus NH_2 kitosan. Pada serapan 1650 cm^{-1} dan 1541 cm^{-1} merupakan ciri dari keberadaan tripolifosfat dalam butiran kitosan. Munculnya serapan pada 2362 cm^{-1} menunjukkan keberadaan *methyl orange* di dalam butiran kitosan.



Gambar 2.11 Spektra IR (a) kitosan (b) butiran kitosan dan (c) butiran kitosan setelah adsorpsi (Madjid, dkk., 2015)

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian yang dilaksanakan pada Juni 2019 - April 2020 di Laboratorium Kimia Analitik Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Oven, pH meter, *shaker*, neraca analitik, mikropipet, labu ukur, gelas beaker, piknometer, pipet *volume*, pipet ukur, *syringe*, corong gelas, gelas arloji, pipet tetes, spatula, batang pengaduk, kertas saring, indikator pH, bola hisap, rak dan tabung reaksi, dan cawan petri. Pengukuran viskositas larutan kitosan menggunakan viskosimeter *Ostwald*. Instrumen yang digunakan untuk analisis rhodamin B dan butiran kitosan menggunakan spektrofotometri *visible*, spektrofotometri FTIR,

3.2.2 Bahan

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah rhodamin B ($C_{28}H_{31}N_2O_3Cl$) (*analytical grade*). Bahan lain yang digunakan yaitu kitosan dari kulit udang DD (Himedia), asam asetat 5% (CH_3COOH) (*analytical grade*), tripolifosfat (TPP) 10% (*Sigma Aldrich*), glutaraldehid (GLA) 2,5% (*Sigma*

Aldrich), dan aquades. Pengondisian pH rhodamin B menggunakan HCl 0,1 M (*analytical grade*) dan NaOH 0,1 M (*analytical grade*).

3.3 Tahapan Penelitian

1. Pembuatan kitosan terikatsilang dengan tripolifosfat dan glutaraldehid
2. Penentuan daya pengembang (*Swelling*)
3. Adsorpsi zat warna rhodamin B
4. Penentuan panjang gelombang maksimum rhodamin B
5. Pembuatan kurva kalibrasi rhodamin B
6. Penentuan pH optimum rhodamin B
7. Penentuan kinetika adsorpsi rhodamin B
8. Penentuan isoterm adsorpsi rhodamin B
9. Karakterisasi butiran kitosan menggunakan spektrofotometri FTIR

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Pembuatan Butiran Kitosan Terikatsilang TPP dan GLA

Pembuatan butiran kitosan dilakukan dengan melarutkan 1 gram kitosan ke dalam 100 mL asam asetat 5% (v/v). Kitosan kemudian dibiarkan selama 24 jam. Sebanyak 10 mL larutan kitosan diteteskan menggunakan *syringe* ke dalam 25 mL larutan tripolifosfat 10% (b/v) dan dilakukan perendaman selama 3 jam kemudian disaring. Selanjutnya butiran kitosan yang dihasilkan dimasukkan ke dalam 25 mL larutan glutaraldehid 2,5% (v/v) dan didiamkan selama 3 jam pada suhu ruang. Selanjutnya butiran kitosan disaring kemudian dicuci dan dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C (Madjid, dkk., 2015).

3.4.2 Uji Kelarutan Butiran Kitosan

Kelarutan butiran kitosan diuji dengan menghitung viskositas dan densitas. Butiran kitosan dimasukkan ke dalam larutan HCl, kemudian larutan dikondisikan pada pH 2, 3, 4, 5, dan 6. Larutan dibiarkan selama 2 jam pada suhu ruang. Setelah itu, masing-masing larutan dihitung viskositas dan densitasnya.

3.4.3 Penentuan Daya Pengembang (*Swelling*)

Butiran kitosan direndam dalam akuademin selama 2 jam. Kemudian butiran kitosan disaring dan ditimbang. Selanjutnya, butiran kitosan diuji *swelling* secara gravimetri berdasarkan persamaan 2.2 dan dianalisis menggunakan mikroskop optik untuk mengetahui luas area dari butiran kitosan, kemudian diolah menggunakan aplikasi *image-J* berdasarkan persamaan 2.3. Uji ini dilakukan pada butiran kitosan sebelum dan sesudah proses perendaman (Kurniasih, dkk., 2014).

3.4.4 Penentuan Kemampuan Adsorpsi Rhodamin B

3.4.4.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Rhodamin B

Penentuan panjang gelombang maksimum dilakukan dengan membuat larutan rhodamin B 1000 ppm dengan melarutkan 1000 mg dalam 1000 mL akuades. Kemudian diencerkan menjadi 10 ppm dan diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometri *visible* dengan panjang gelombang 400-600 nm. Panjang gelombang maksimum (λ_{max}) merupakan absorbansi maksimum yang dihasilkan (Kurniasih, dkk., 2014).

3.4.4.2 Pembuatan Kurva Standar Rhodamin B

Pembuatan kurva standar dilakukan dengan membuat larutan rhodamin B dengan variasi konsentrasi 2, 4, 6, 8, dan 10 ppm. Masing-masing larutan diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometri *visible* pada panjang gelombang maksimum (λ_{max}) yang diperoleh. Kurva kalibrasi dibuat dengan memplotkan konsentrasi pada sumbu x dan absorbansi pada sumbu y (Kurniasih, dkk., 2014).

3.4.4.3 Penentuan pH Optimum Rhodamin B

Penentuan pH optimum rhodamin B dilakukan dengan menambahkan 0,02 gram butiran kitosan ke dalam 25 mL larutan rhodamin B 20 ppm, kemudian dikondisikan pada pH 2 dengan penambahan HCl/NaOH. Campuran tersebut *dishaker* selama 24 jam dengan kecepatan 100 rpm. Selanjutnya larutan rhodamin B diambil 2,5 mL, kemudian diencerkan dalam 100 mL. Setelah itu dikondisikan pada pH netral untuk dianalisis menggunakan spektrofotometri *visible* pada λ_{max} . Berdasarkan hasil absorbansi yang diperoleh dihitung kapasitas adsorpsi (Q_e) rhodamin B. Perlakuan yang sama dilakukan pada pH, 3, 4, 5, 6, 7, 8, dan 9. Setiap perlakuan diulangi sampai tiga kali (*triplo*) (Kurniasih, dkk., 2014).

3.4.4.4 Penentuan Kinetika Adsorpsi Rhodamin B

Penentuan waktu kontak optimum rhodamin B dilakukan dengan menambahkan 0,02 gram butiran kitosan ke dalam 25 mL larutan rhodamin B 20 ppm dan dikondisikan pada pH optimum. Campuran tersebut *dishaker* selama 2

jam dengan kecepatan 100 rpm. Kemudian larutan rhodamin B diambil 2,5 mL, kemudian diencerkan dalam 100 mL. Setelah itu dikondisikan pada pH netral untuk dianalisis menggunakan spektrofotometri *visible* pada λ_{max} . Berdasarkan hasil absorbansi yang diperoleh dihitung kapasitas adsorpsi (Q_e) rhodamin B. Perlakuan yang sama dilakukan pada waktu 4, 24, dan 26 jam. Setiap perlakuan diulangi sampai tiga kali (*triplo*) (Kurniasih, dkk., 2014).

3.4.4.5 Penentuan Isoterm Adsorpsi Rhodamin B

Penentuan konsentrasi optimum rhodamin B dilakukan dengan menambahkan 0,02 gram butiran kitosan ke dalam 25 mL larutan rhodamin B dengan konsentrasi 10 ppm. Larutan di adsorpsi dengan metode *batch* pada kondisi pH dan waktu kontak optimum. Selanjutnya campuran *dishaker* dengan kecepatan 100 rpm. Kemudian larutan rhodamin B diambil 2,5 mL, kemudian diencerkan dalam 100 mL. Setelah itu dikondisikan pada pH netral untuk dianalisis menggunakan spektrofotometri *visible* pada λ_{max} . Berdasarkan hasil absorbansi yang diperoleh dihitung kapasitas adsorpsi (Q_e) rhodamin B. Perlakuan yang sama dilakukan pada konsentrasi 15, 20, dan 25 ppm. Setiap perlakuan diulangi sampai tiga kali (*triplo*) (Sahara, dkk., 2018).

3.4.5 Analisis Data

3.4.5.1 Penentuan Daya Pengembang (*Swelling*)

Uji *swelling* secara gravimetri ditentukan berdasarkan persamaan 2.1. Penentuan diameter butiran kitosan menggunakan persamaan 2.2 dan secara

mikroskop optik diolah menggunakan aplikasi *Image-J* sebelum dan sesudah proses *swelling*. Identifikasi kemampuan mengembang kitosan dibandingkan dengan literatur.

3.4.5.2 Penentuan Kinetika Adsorpsi Rhodamin B

a. Orde Nol

Penentuan kinetika adsorpsi orde nol ditentukan melalui persamaan 2.4 pada penentuan waktu kontak optimum. Hasil yang diperoleh kemudian dibuat grafik dengan memplotkan q_t pada sumbu y dan t pada sumbu x, sehingga diperoleh nilai regresi. Nilai regresi yang mendekati 1 menunjukkan bahwa penelitian mengikuti orde nol. Grafik kinetika orde nol ditunjukkan pada Gambar 3.1.

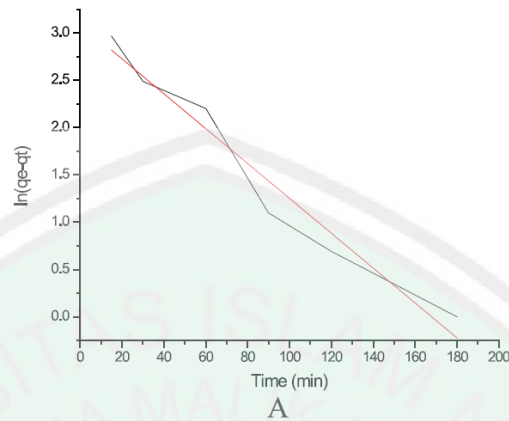


Gambar 3.1 Kinetika adsorpsi orde nol (Hajar, dkk., 2016)

b. Pseudo Orde Satu

Penentuan kinetika adsorpsi pseudo orde satu ditentukan melalui persamaan 2.6 pada penentuan waktu kontak optimum. Hasil yang diperoleh kemudian dibuat grafik dengan memplotkan $\text{Log}(q_e - q_t)$ pada sumbu y dan t pada sumbu x, sehingga diperoleh nilai regresi. Nilai regresi yang mendekati 1

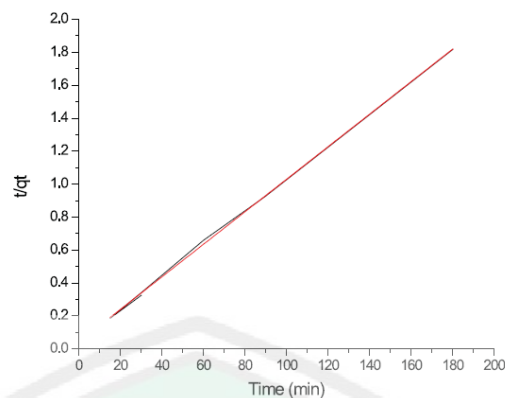
menunjukkan bahwa penelitian mengikuti pseudo orde satu. Grafik kinetika pseudo orde satu ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Kinetika adsorpsi pseudo orde satu (Jeyaseelan, dkk., 2018)

c. Pseudo Orde Dua

Penentuan kinetika adsorpsi pseudo orde dua ditentukan melalui persamaan 2.8 pada penentuan waktu kontak optimum. Hasil yang diperoleh kemudian dibuat grafik dengan memplotkan $\frac{t}{q_t}$ pada sumbu y dan t pada sumbu x, sehingga diperoleh nilai regresi. Nilai regresi yang mendekati 1 menunjukkan bahwa penelitian mengikuti pseudo orde dua. Grafik kinetika pseudo orde dua ditunjukkan pada Gambar 3.3.

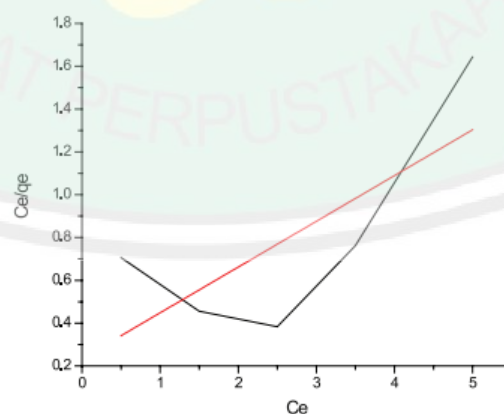


Gambar 3.3 Kinetika adsorpsi pseudo orde dua (Jeyaseelan, dkk., 2018)

3.4.5.3 Penentuan Isoterm Adsorpsi Rhodamin B

a. Isoterm Adsorpsi *Langmuir*

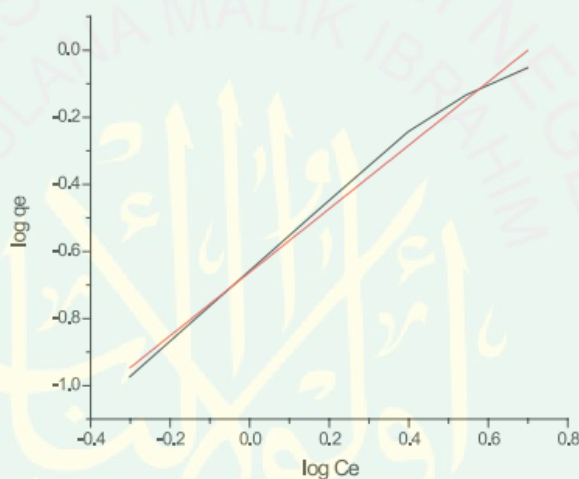
Penentuan isoterm adsorpsi *Langmuir* ditentukan melalui persamaan 2.10 pada penentuan konsentrasi optimum. Hasil yang diperoleh kemudian dibuat grafik dengan memplotkan $\frac{C_e}{q_e}$ pada sumbu y dan C_e pada sumbu x, sehingga diperoleh nilai regresi. Nilai regresi yang mendekati 1 menunjukkan bahwa penelitian mengikuti isoterm adsorpsi *Langmuir*. Grafik isoterm adsorpsi *Langmuir* ditunjukkan pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Isoterm Adsorpsi *Langmuir* (Jeyaseelan, dkk., 2018)

b. Isoterm Adsorpsi *Freundlich*

Penentuan isoterm adsorpsi *Langmuir* ditentukan melalui persamaan 2.12 pada penentuan konsentrasi optimum. Hasil yang diperoleh kemudian dibuat grafik dengan memplotkan $\log q_e$ pada sumbu y dan $\log C_e$ pada sumbu x, sehingga diperoleh nilai regresi. Nilai regresi yang mendekati 1 menunjukkan bahwa penelitian mengikuti isoterm adsorpsi *Freundlich*. Grafik isoterm adsorpsi *Freundlich* ditunjukkan pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Isoterm Adsorpsi *Freundlich* (Jeyaseelan, dkk., 2018)

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pembuatan Butiran Kitosan

Pembuatan butiran kitosan dengan melarutkan serbuk kitosan ke dalam asam asetat yang menyebabkan molekul asam asetat berdifusi membentuk massa mengembang dan membentuk gel. Gel tersebut kemudian pecah dan molekul-molekulnya terdispersi dalam larutan asam asetat sehingga membentuk larutan yang homogen berwarna kuning pucat sedikit kental seperti pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Larutan kitosan

Larutan kitosan selanjutnya diikatsilang dengan tripolifosfat. Ion tripolifosfat yang telah berikatan akan membentuk kumpulan polimer. Ikatan tersebut akan mengubah larutan gel kitosan menjadi butiran yang kaku seperti pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Butiran kitosan terikatsilang dengan tripolifosfat

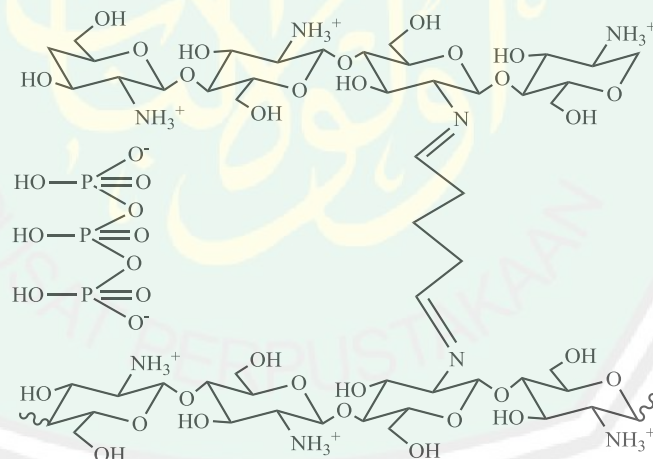
Pada Gambar 4.2 pembentukan butiran kitosan berinteraksi secara intramolekul dan intermolekul. Secara intramolekul, tripolifosfat akan menyebabkan butiran kitosan semakin kaku. Butiran kitosan yang kaku disebabkan oleh proses interaksi ionik yang antara gugus amina ($-\text{NH}_3^+$) pada kitosan dengan gugus ($\text{P}_3\text{O}_{10}^{-5}$) pada tripolifosfat (Lusiana dan Pranotoningtyas, 2018). Secara intermolekul, tripolifosfat akan meningkatkan jumlah pori yang terbentuk (Laus, dkk., 2010; Lusiana dan Pranotoningtyas, 2018). Semakin banyak ikatsilang kitosan dengan tripolifosfat, maka butiran yang dihasilkan semakin kaku dan membentuk kumpulan polimer pada permukaan butiran. Butiran kitosan yang dihasilkan memiliki berat molekul dan berat jenis yang lebih besar, sehingga menyebabkan butiran turun ke dasar larutan tripolifosfat (Bangun, dkk., 2018)

Butiran kitosan kemudian diikatsilang kembali dengan glutaraldehid yang merupakan agen pengikatsilang yang kedua. Pada tahap ini merupakan modifikasi kitosan secara kimia untuk meningkatkan adsorpsi, sifat hidrofilik dan efisiensi retensi air butiran kitosan (Muthoharoh, 2012). Ikatsilang kitosan dengan glutaraldehid menyebabkan kitosan menjadi lebih rigid dan permukaan kitosan

menjadi lebih hidrofobik (tidak mudah larut dalam air) (Poon, dkk., 2014). Hasil dari butiran kitosan yang telah terikatsilang dengan tripolifosfat dan glutaraldehid ditampilkan pada Gambar 4.3. Reaksi yang terjadi antara butiran kitosan dengan tripolifosfat dan glutaraldehid ditunjukkan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.3 Butiran kitosan terikatsilang dengan glutaraldehid



Gambar 4.4 Reaksi butiran kitosan dengan tripolifosfat dan glutaraldehid (Basuki dan Sanjaya, 2009; Bhumkar dan Pokharkar, 2006; Madjid, dkk., 2018)

Salah satu uji kelarutan butiran kitosan yaitu dengan menghitung viskositas dan densitas larutan dengan pembanding viskositas dari pelarut murni (Billmeyer, 1994). Penelitian ini menggunakan larutan HCl sebagai pembanding

untuk uji kelarutan butiran kitosan. Berdasarkan hasil penelitian, densitas larutan HCl diperoleh 0,962 g/mL dengan nilai viskositas spesifik sebesar 0,078 detik. Hasil uji kelarutan butiran kitosan menggunakan HCl pada variasi pH 2-6 ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Viskositas dan Densitas

No	pH	Viskositas (detik)	Densitas (g/mL)
1	2	0,1	0,957
2	3	0,078	0,945
3	4	0,016	0,945
4	5	0,123	0,944
5	6	0,026	0,943

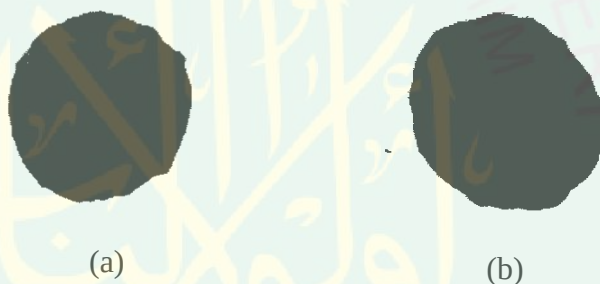
Berdasarkan Tabel 4.1 nilai viskositas pada pH 2 dan pH 5 lebih tinggi daripada viskositas HCl murni. Hal ini menandakan bahwa kitosan larut pada pH tersebut. Pada pH 3, 4, dan 6 nilai viskositas yang dihasilkan tidak melebihi viskositas dari HCl murni, menandakan tidak ada butiran kitosan yang larut pada pH tersebut. Jika dilihat dari nilai densitasnya sendiri, tidak ada butiran kitosan yang terlarut dalam larutan asam, dikarenakan nilai densitas hasil penelitian lebih rendah daripada densitas HCl murni. Berdasarkan hasil viskositas dan densitas yang didapat, butiran kitosan larut dalam larutan asam, terutama pada pH 2 dan 5.

Besarnya perubahan viskositas dan densitas dapat mempengaruhi daya adsorpsi kitosan sebagai adsorben. Nilai viskositas dan densitas yang diperoleh membuktikan bahwa pada kondisi asam butiran kitosan cukup stabil dan tidak mudah larut dalam larutan asam karena telah mengalami modifikasi dengan penambahan tripolifosfat dan glutaraldehid (Muthoharoh, 2012). Secara teori, nilai viskositas sebanding dengan nilai densitas suatu cairan. Apabila densitas

suatu cairan tinggi, maka nilai viskositas cairan tersebut juga meningkat (Nugraheni, dkk., 2012).

4.1.1 Kemampuan Daya Mengembang Kitosan (*Swelling*)

Swelling merupakan kemampuan suatu material untuk mengembang akibat penyerapan air. Uji ini untuk membuktikan kitosan sudah terikatsilang dengan baik atau belum. Hasil uji *swelling* butiran kitosan menggunakan mikroskop optik yang telah diolah menggunakan aplikasi *image-J* ditunjukkan pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Hasil karakterisasi mikroskop optik perbesaran 3 x 10 kali (a) butiran kitosan sebelum dan (b) sesudah perendaman.

Berdasarkan Gambar 4.5 diperoleh nilai %*swelling* butiran kitosan sebesar 22%, sedangkan serbuk kitosan sebesar 71%. Persentase *swelling* butiran kitosan lebih rendah dibandingkan serbuk kitosan dikarenakan ikatan intermolekul butiran kitosan yang lebih kuat. Ikatan ini menyebabkan gugus amina pada butiran kitosan tidak mudah berikatan dengan air (Kurniasih, dkk., 2014).

Data mikroskop optik kemudian dihitung luas areanya menggunakan aplikasi *image-J* untuk mengetahui diameter dari butiran kitosan. Diameter butiran kitosan sebelum dan sesudah proses *swelling* yaitu 0,7602 mm dan 0,7816

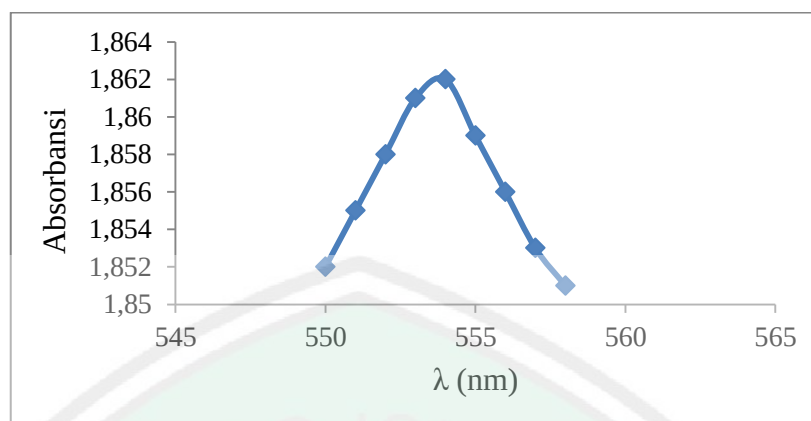
mm. Perbedaan diameter butiran kitosan sebelum dan sesudah perendaman tidak terlalu signifikan diakibatkan karena reaksi ikatsilang yang terbentuk dengan tripolifosfat dan glutaraldehid membentuk struktur jaringan yang lebih kuat dan rapat, serta dapat menurunkan daya adsorb atau kemampuan mengembang (*swelling*) (Muthoharoh, 2012).

Kemampuan daya mengembang diuji karena kitosan memiliki rantai utama yang terdiri dari amina primer. Amina primer pada kitosan mudah terprotonasi (mengikat H^+). Kitosan juga memiliki gugus hidroksil (OH^-) yang mudah mengikat H pada molekul air. Gugus amina dan hidroksil pada kitosan memberikan sifat hidrofilik atau kemampuan untuk menyerap air pada kitosan (Brilliantari, dkk., 2017). Berdasarkan hasil penelitian membuktikan bahwa semakin banyak agen pengikatsilang yang digunakan, maka derajat ikatsilang butiran kitosan semakin besar, menyebabkan berkurangnya volume air yang tertangkap pada butiran kitosan. Agen pengikatsilang akan mengurangi sifat hidrofil pada butiran kitosan seperti pada penelitian Muhtoharoh (2012) bahwa %*swelling* butiran kitosan terikatsilang glutaraldehid yaitu 25%.

4.2 Analisis Rhodamin B Menggunakan Spektrofotometer Visible

4.2.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Rhodamin B

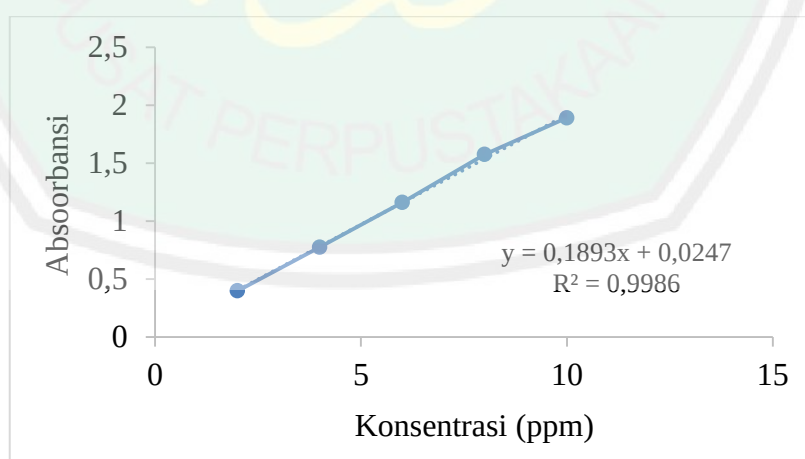
Penentuan panjang gelombang maksimum ditentukan dengan menggunakan larutan rhodamin B 10 ppm dengan mengukur serapan rhodamin B pada *range* panjang gelombang 400–600 nm. Berdasarkan hasil penelitian, panjang gelombang maksimum rhodamin B adalah 554 nm (Gambar 4.6). Panjang gelombang maksimum rhodamin B sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Kurniasih, dkk. (2014) yaitu 554 nm.



Gambar 4.6 Panjang gelombang maksimum rhodamin B

4.2.2 Pembuatan Kurva Kalibrasi Rhodamin B

Variasi konsentrasi larutan rhodamin B yang digunakan yaitu 2, 4, 6, 8, dan 10 ppm. Masing-masing larutan diukur absorbansinya pada λ_{maks} . Konsentrasi dari masing-masing larutan rhodamin B diplotkan sebagai sumbu x dan absorbansi sebagai sumbu y, seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.7. Kurva kalibrasi yang diperoleh memiliki nilai R^2 sebesar 0,9986.

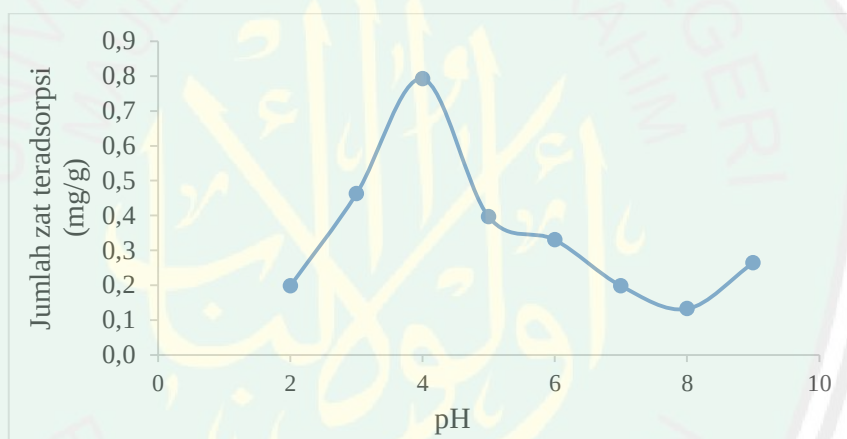


Gambar 4.7 Kurva standar rhodamin B

4.3 Optimasi Adsorpsi Rhodamin B pada Kitosan Terikatsilang Tripolifosfat dan Glutaraldehid

4.3.1 Penentuan pH Optimum Rhodamin B

Derajat keasaman (pH) merupakan salah satu faktor penting yang menentukan keberhasilan kitosan dalam proses adsorpsi rhodamin B. Pada pH yang terlalu rendah atau tinggi membuat kitosan tidak dapat bekerja secara optimum dalam mengadsorpsi rhodamin B. Proses adsorpsi rhodamin B dilakukan pada variasi pH 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, dan 9 dengan menggunakan penambahan larutan HCl dan NaOH. Pengaruh pH terhadap jumlah rhodamin B yang teradsorpsi dapat dilihat pada Gambar 4.8.



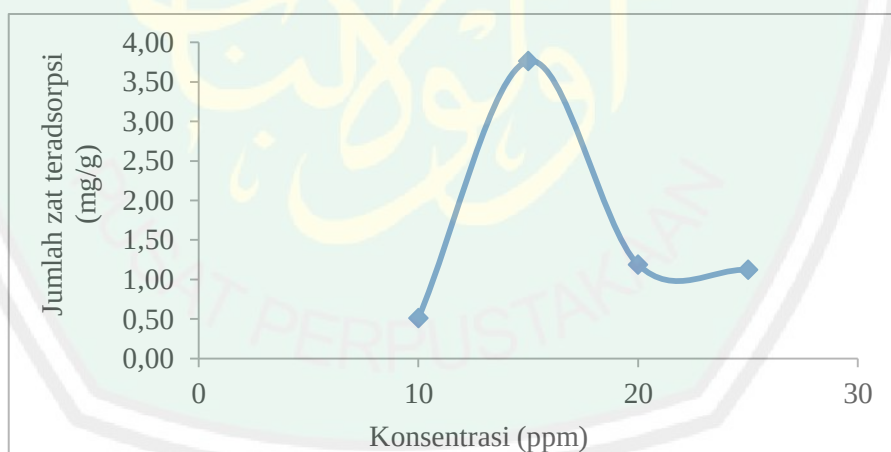
Gambar 4.8 Pengaruh pH terhadap adsorpsi rhodamin B

Berdasarkan Gambar 4.8 menunjukkan bahwa nilai adsorpsi kitosan terhadap rhodamin B pada pH 2-4 meningkat, dan mencapai pH optimum pada pH 4. Hal ini disebabkan karena pada pH asam jumlah proton H^+ dalam larutan semakin menurun sehingga ion rhodamin B akan semakin banyak terikat pada adsorben kitosan. Menurut Crini dan Badot (2008) dan Kurniasih, dkk. (2014) pada pH asam gugus NH_2 pada kitosan akan mengalami protonasi (mengikat H^+)

menjadi NH_3^+ , dan kitosan menjadi senyawa polikationik. Pada pH asam juga mengubah rhodamin B lebih mudah melepas Cl^- , sehingga rhodamin B bersifat positif atau kationik (Nurmasari, dkk., 2014). Hasil variasi pH pada adsorpsi rhodamin B diperoleh kondisi optimum pada pH 4 dengan jumlah zat yang teradsorpsi sebesar 0,7924 mg/g.

4.3.2 Penentuan Konsentrasi Optimum Adsorpsi Rhodamin B

Penentuan konsentrasi optimum bertujuan untuk mengetahui proses difusi adsorbat pada adsorben. Penentuan konsentrasi optimum pada penelitian ini dikondisikan pada pH 4 dan waktu pengadukan selama 2 jam dengan variasi konsentrasi 10, 15, 20 dan 25 ppm. Pengaruh konsentrasi terhadap jumlah rhodamin B yang teradsorpsi dapat dilihat pada Gambar 4.9.



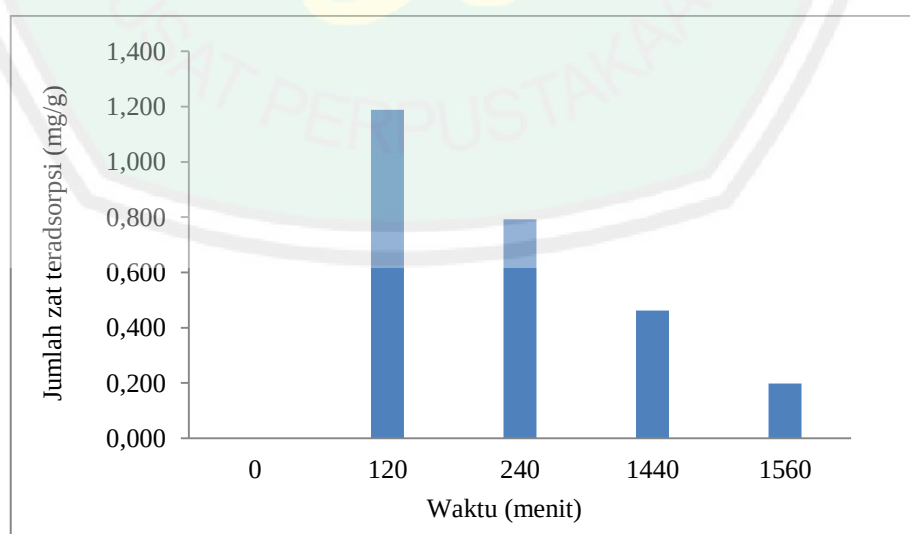
Gambar 4.9 Pengaruh konsentrasi terhadap adsorpsi rhodamin B

Berdasarkan Gambar 4.9 terjadi peningkatan dari konsentrasi 10 – 15 ppm. Terjadinya peningkatan ini diakibatkan belum jenuhnya situs aktif pada permukaan adsorben yang menunjukkan banyaknya molekul rhodamin B yang

teradsorpsi. Pada konsentrasi >15 ppm terjadi penurunan adsorpsi yang cukup signifikan. Hal ini terjadi karena permukaan adsorben yang digunakan telah melewati titik jenuh sehingga pori-pori pada permukaan adsorben tidak mampu lagi untuk mengikat molekul-molekul zat warna yang masih tersisa (Sahara, dkk., 2018). Pada penelitian ini konsentrasi optimum untuk penyerapan rhodamin B oleh kitosan pada konsentrasi 15 ppm dengan kapasitas adsorpsi sebesar 3,764 mg/g.

4.3.3 Pengaruh Waktu Kontak dan Kinetika Adsorpsi Rhodamin B

Penentuan pengaruh waktu kontak bertujuan untuk mengetahui waktu difusi rhodamin B dalam butiran kitosan secara maksimum atau setimbang (Arifin, dkk., 2012; Kurniasih, dkk., 2014). Penentuan waktu optimum pada penelitian ini dikondisikan pada konsentrasi 20 ppm dan pada pH 4 dengan variasi waktu 0, 120, 240, 1440, dan 1560 menit. Pengaruh waktu kontak terhadap jumlah rhodamin B yang teradsorpsi ditampilkan pada Gambar 4.10.



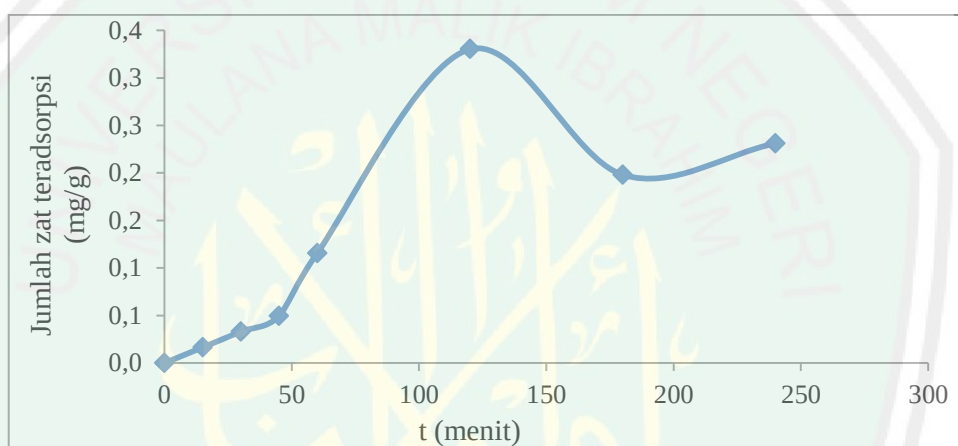
Gambar 4.10 Pengaruh waktu kontak terhadap adsorpsi rhodamin B

Berdasarkan Gambar 4.10 semakin lama waktu kontak yang dilakukan terhadap rhodamin B oleh kitosan, maka akan semakin banyak pula rhodamin B yang dapat diserap oleh kitosan. Adsorpsi rhodamin B oleh kitosan terjadi peningkatan pada waktu 0 menit sampai 120 menit dan terjadi penurunan setelah 120 menit. Terjadinya penurunan ini dikarenakan sisi aktif dari butiran kitosan telah terjenuhkan oleh zat warna rhodamin B, sehingga tidak dapat menyerap kembali rhodamin B (Kurniasih, dkk., 2014). Pada waktu 120 menit butiran kitosan dapat mengadsorpsi rhodamin B dengan jumlah sebesar 0,330 mg/g.

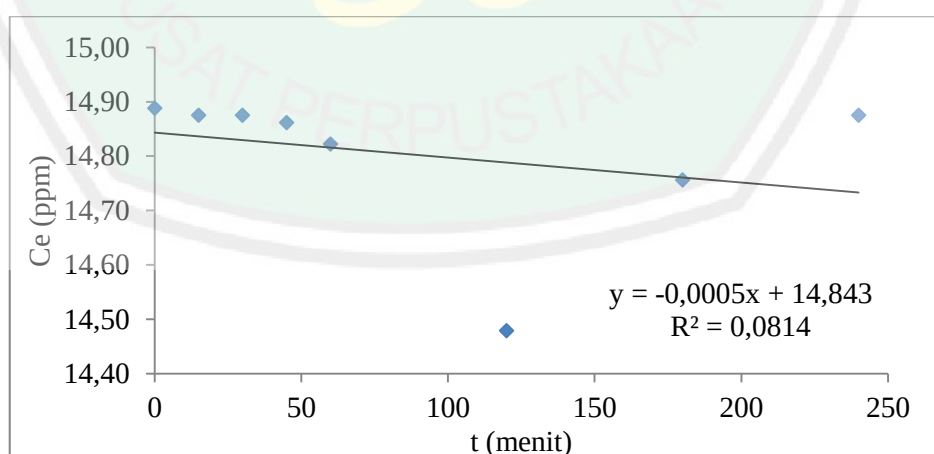
Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa penyerapan rhodamin B kembali menurun dengan bertambahnya waktu setelah mencapai 120 menit. Hal ini menandakan terjadinya proses desorpsi. Proses ini dapat terjadi karena penyerapan zat warna oleh kitosan berlangsung akibat adanya interaksi ionik, yang menyebabkan gugus amina terprotonasi menjadi ion amina yang bersifat basa. Bertambahnya waktu menyebabkan lingkungan menjadi semakin basa cenderung menyebabkan peristiwa desorpsi, yaitu terlepasnya kembali rhodamin B yang terikat pada kitosan (Arifin, dkk., 2012).

Tingkat kecepatan penyerapan adsorben terhadap adsorbatnya dapat ditentukan melalui kinetika adsorpsi. Untuk mengetahui kinetika adsorpsi kitosan pada rhodamin B, data yang diperoleh dianalisis menggunakan penentuan orde reaksi secara eksperimen. Model kinetika yang digunakan yaitu persamaan orde 0, persamaan pseudo orde satu, dan persamaan pseudo orde dua. Melalui beberapa model kinetika tersebut, konstanta (k) yang ditentukan melalui besar koefisien regresi (R^2) tertinggi pada salah satu model kinetika tersebut. Nilai regresi yang mendekati 1 maka semakin bagus hasil adsorpsi (Atkins, 1990).

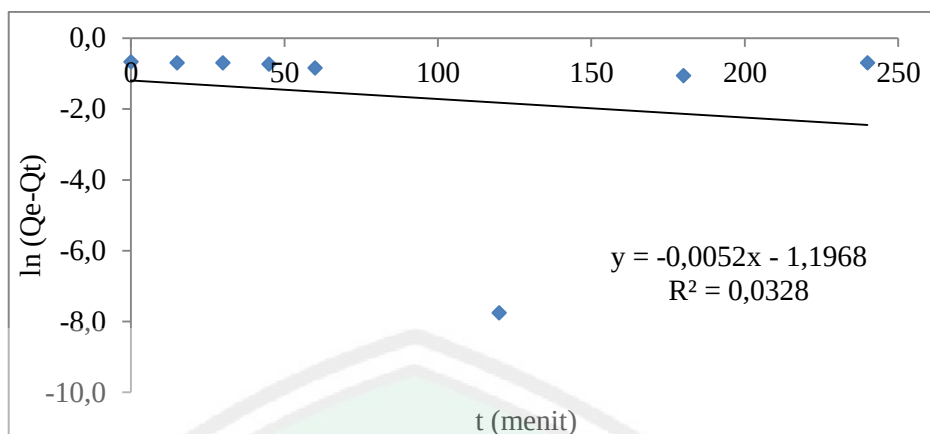
Pada penentuan kinetika adsorpsi, variasi waktu diperbanyak menjadi 0, 15, 30, 45, 60, 120, dan 180 menit. Jumlah rhodamin B yang teradsorpsi selama waktu tertentu dapat dilihat pada Gambar 4.11. Persamaan kinetika orde nol, pseudo orde satu, dan pseudo orde dua dapat dilihat pada Gambar 4.12, 4.13, dan 4.14. Nilai koefisien regresi (R^2) dan konstanta laju adsorpsi (k) berdasarkan kinetika adsorpsi orde 0, pseudo orde satu, dan pseudo orde dua yang dihasilkan dari persamaan regresi linier dapat dilihat pada Tabel 4.2.



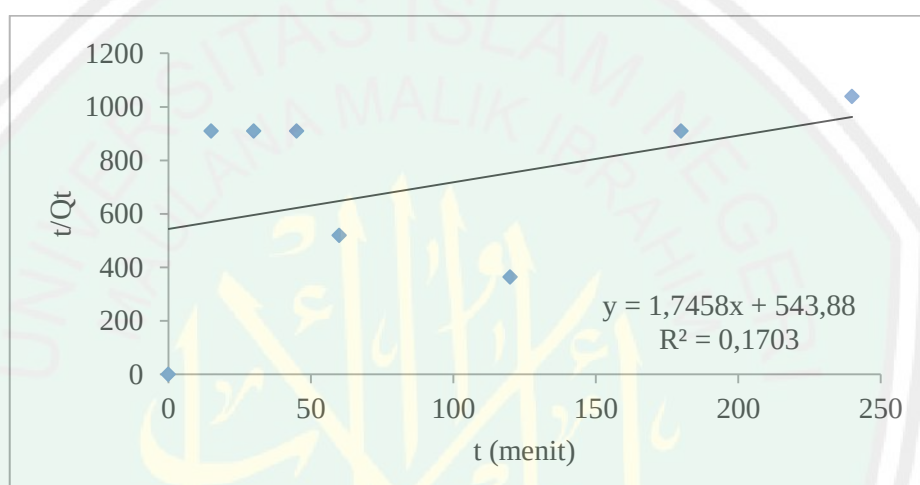
Gambar 4.11 Pengaruh waktu terhadap adsorpsi rhodamin B



Gambar 4.12 Model kinetika adsorpsi orde nol pada rhodamin B



Gambar 4.13 Model kinetika adsorpsi pseudo orde satu



Gambar 4.14 Model kinetika adsorpsi pseudo orde dua

Tabel 4.2 Model kinetika adsorpsi rhodamin B

Model kinetika	R^2	$k \text{ (menit}^{-1}\text{)}$	$q_e \text{ (mg/g)}$
Orde 0	0,0814	0,0005	-
Pseudo orde 1	0,0328	0,0052	0,302
Pseudo orde 2	0,1703	0,0055	0,573

Hasil penelitian studi kinetika adsorpsi rhodamin B oleh butiran kitosan pada Tabel 4.2 menunjukkan bahwa nilai R^2 pada orde nol, pseudo orde satu, dan pseudo orde dua sangat rendah. Berdasarkan hasil ini tidak dapat disimpulkan kinetika adsorpsinya, sehingga nilai k atau persamaan kinetiknya tidak bisa didapatkan.

Nilai konstanta laju adsorpsi (k) merupakan parameter kinetika adsorpsi yang menunjukkan cepat atau lambat proses adsorpsi berlangsung. Semakin tinggi nilai k maka semakin cepat adsorpsi berlangsung (Fransina dan Tanasale, 2007). Nilai q_e merupakan jumlah zat yang teradsorpsi pada saat kesetimbangan. Semakin tinggi nilai q_e maka semakin tinggi pula jumlah zat yang teradsorpsi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pada sistem adsorpsi rhodamin B oleh butiran kitosan berlangsung sangat cepat dan memiliki jumlah zat teradsorpsi yang cukup tinggi.

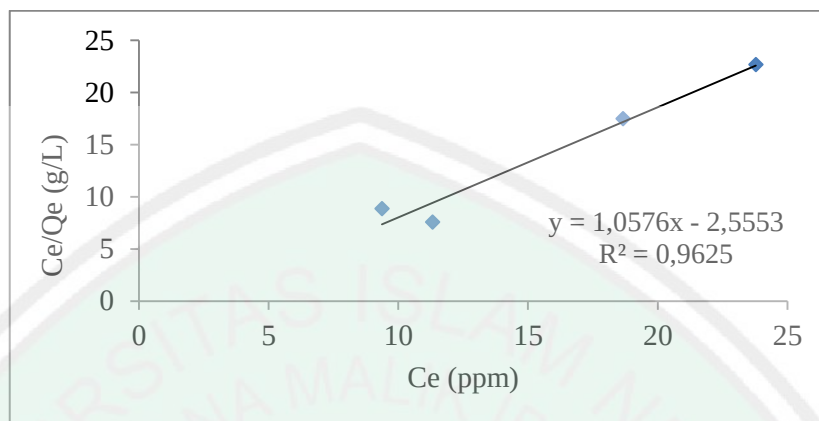
4.3.4 Penentuan Isoterm Adsorpsi Rhodamin B

Perubahan konsentrasi rhodamin B dalam proses adsorpsi dapat dipelajari melalui penentuan isoterm adsorpsi. Isoterm adsorpsi yang biasa digunakan yaitu isoterm adsorpsi tipe *Langmuir* dan *Freundlich*. Penentuan isoterm *Langmuir* dan *Freundlich* disalurkan menjadi kurva kesetimbangan garis lurus yang model kesetimbangannya bergantung pada hasil koefisien regresi (R^2) yang paling tinggi (Sahara, dkk., 2018). Penentuan isoterm adsorpsi ini digunakan untuk mengetahui mekanisme adsorpsi kitosan terhadap rhodamin B, serta menentukan banyaknya jumlah ion rhodamin B yang diadsorpsi oleh kitosan.

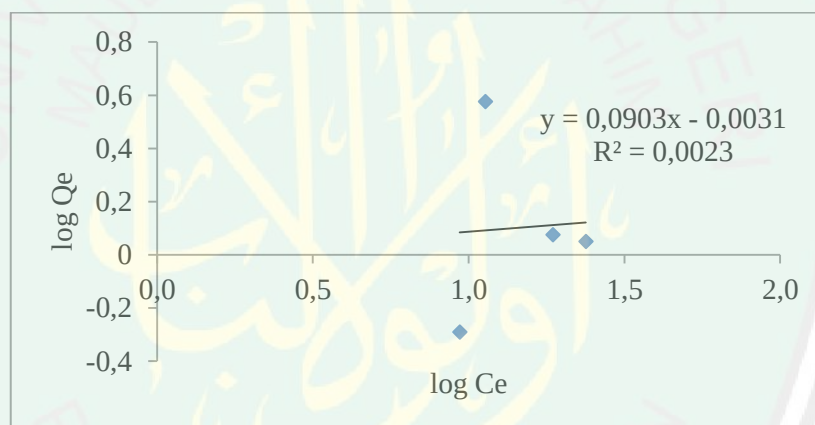
Pembuatan kurva isoterm adsorpsi dilakukan untuk mendapatkan persamaan korelasi yang dapat digunakan dalam menentukan kapasitas adsorpsi, konstanta keseimbangan, dan energi adsorpsi. Model isoterm *Langmuir* adsorpsi kitosan terhadap rhodamin B ditampilkan pada Gambar 4.15 dengan membuat persamaan garis linier C_e terhadap C_e/Q_e dan isoterm adsorpsi *Freundlich* pada

Gambar 4.16 dengan membuat persamaan garis linear Log Ce terhadap Log Qe.

Persamaan isoterm adsorpsi rhodamin B ditampilkan pada Tabel 4.3.



Gambar 4.15 Grafik persamaan isoterm *Langmuir*



Gambar 4.16 Grafik persamaan isoterm *Freundlich*

Tabel 4.3 Persamaan isoterm adsorpsi

Isoterm Adsorpsi <i>Langmuir</i>			Isoterm Adsorpsi <i>Freundlich</i>		
Qm (mg/g)	KL (L/mg)	R ²	N (mg/g)	Kf (ppm)	R ²
0,391	2,4166	0,9625	11,074	0,99	0,0023

Berdasarkan Tabel 4.3 menunjukkan nilai parameter isoterm adsorpsi.

Nilai koefisien linier (R²) isoterm *Langmuir* sebesar 0,9625, sedangkan nilai

koefisien linier (R²) isoterm *Freundlich* sebesar 0,0023. Berdasarkan hasil

tersebut adsorpsi rhodamin B pada penelitian ini mengikuti model isoterm

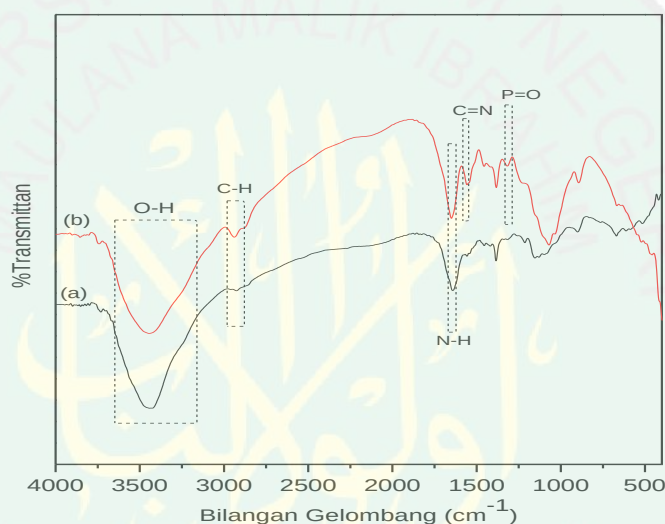
adsorpsi *Langmuir*. Nilai Q_m merupakan jumlah maksimum rhodamin B yang dapat terserap pada kitosan yaitu sebesar 0,391 mg/g. Penelitian ini menunjukkan bahwa interaksi yang terjadi antara rhodamin B dengan kitosan melibatkan reaksi-reaksi kimia.

Persamaan isoterm adsorpsi *Langmuir* didasarkan pada terbentuknya lapisan *monolayer* dari molekul-molekul adsorbat dengan permukaan adsorben yang bersifat homogen dan adsorpsi berlangsung secara kimia. Adsorpsi kimia ini terjadi karena adanya pertukaran elektron dan pembentukan ikatan kimia antara adsorben dan adsorbat yang membentuk lapisan adsorpsi tunggal (P'erez-Mar'in, dkk, 2007). Menurut Sahara, dkk. (2018) pada isoterm adsorpsi *Langmuir*, proses adsorpsi terjadi karena pertukaran ion pada permukaan adsorben, sehingga ukuran pori adsorben dan molekul adsorbat sangat mempengaruhi. Jika ukuran pori dari adsorben lebih besar daripada molekul adsorbat, maka proses pertukaran ion semakin mudah, tetapi jika ukuran pori adsorben lebih kecil maka proses pertukaran ion lebih sulit terjadi.

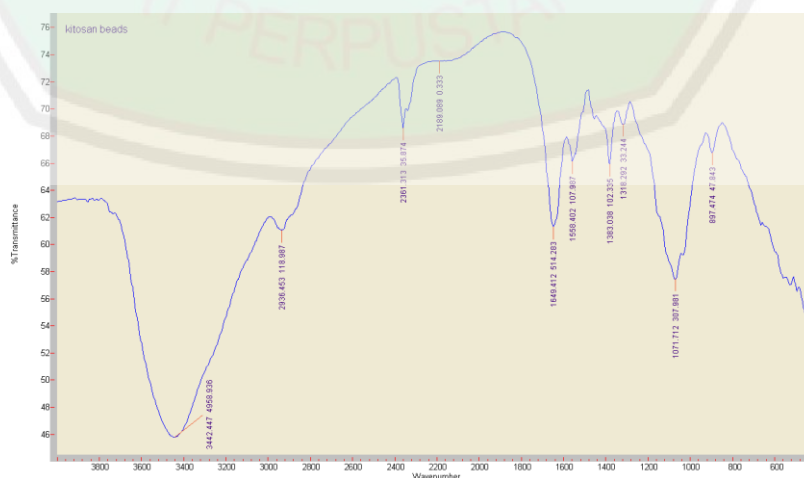
Hasil model isoterm adsorpsi ini sesuai dengan penelitian Wang dan Wang (2008) bahwa pola isoterm adsorpsi *congo red* oleh kitosan mengikuti pola isoterm adsorpsi *Langmuir*. Pada penelitian Piccin, dkk. (2009) juga mengungkapkan hasil sejalan bahwa adsorpsi *FD* dan *C Red* No. 40 menggunakan kitosan mengikuti pola isoterm adsorpsi *Langmuir*. Selain itu Vanamudan dan Pamidimukkala (2014) melaporkan hasil penelitiannya mengenai adsorpsi *rhodhamin 6-G* oleh kitosan juga mengikuti pola isoterm adsorpsi *Langmuir*.

4.4 Karakterisasi IR

Hasil butiran kitosan sebelum dan sesudah proses adsorpsi dianalisis menggunakan spektrofotometri FTIR untuk mengetahui gugus tripolifosfat, glutaraldehid, dan rhodamin B yang terikat pada butiran kitosan. Rentang bilangan gelombang yang digunakan untuk analisis butiran kitosan sebesar 500-4000 cm^{-1} . Hasil analisis yang diperoleh ditunjukkan pada Gambar 4.17 dan Gambar 4.18.



Gambar 4.17 Spektra IR (a) kitosan dan (b) kitosan terikatsilang



Gambar 4.18 Spektra IR butiran kitosan setelah adsorpsi

Berdasarkan Gambar 4.17 dan Gambar 4.18 adanya serapan pada bilangan gelombang 3442,447 cm^{-1} yang merupakan adanya gugus $-\text{OH}$. Pita serapan pada bilangan gelombang 2936,453 cm^{-1} menunjukkan daerah puncak untuk gugus C-H ($-\text{CH}_2$). Adanya serapan pada bilangan gelombang 1649,412 cm^{-1} dan 1383,038 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus N-H dan gugus C=N. Serapan pada bilangan gelombang 1318,292 merupakan ikatan tripolifosfat dan merupakan daerah puncak untuk gugus N-H. Area penyerapan pada bilangan panjang gelombang 2861,313 cm^{-1} mengindikasikan terikatnya rhodamin B pada butiran kitosan, .

4.5 Hasil Penelitian dalam Prespektif Islam

Saat ini penggunaan zat warna sintetik lebih banyak diminati daripada pewarna alami karena zat warna sintetik lebih murah, mudah digunakan, warna lebih pekat, dan tahan terhadap lingkungan. Namun pewarna sintetik apabila terkena air, zat ini akan sulit terdegradasi dikarenakan senyawa zat sintetik bersifat kompleks dan kuat terhadap cahaya. Salah satu zat warna yang sering digunakan yaitu zat warna rhodamin B. Masuknya zat warna rhodamin B ke lingkungan akan mengubah pH perairan, sehingga mikroorganisme dan hewan disekitarnya terganggu. Masuknya rhodamin B ke dalam perairan dikarenakan ulah manusia yang tidak bertanggungjawab, yang akhirnya membuat kerusakan di muka bumi. Padahal Allah SWT telah berfirman dalam Qs. Al-Baqarah ayat 11

وَإِذَا قِيلَ لَهُمْ لَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ قَالُوا إِنَّمَا نَحْنُ مُصْلِحُونَ ۚ

Artinya :

“Dan bila dikatakan kepada mereka: “Janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi”. Mereka menjawab: “Sesungguhnya kami orang-orang yang mengadakan perbaikan” (Qs. Al-Baqarah : 11)

Menurut tafsir kitab Jalalain, ayat di atas menjelaskan bahwa (Dan jika dikatakan kepada mereka) maksudnya kepada orang-orang munafik tadi (“janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi”) yakni dengan kekafiran dan menyimpang dari keimanan. Orang-orang munafik disini dinasehati untuk tidak menimbulkan kerusakan di bumi, namun mereka selalu membuat alasan dengan mengatakan bahwa mereka sebenarnya berbuat kebaikan (sesungguhnya kami orang-orang yang mengadakan perbaikan). Bahkan mereka menganggap apa yang mereka kerjakan adalah kebaikan untuk umat muslim, namun kenyataannya tindakan mereka itu untuk menipu kaum muslim (Jalalin, 1998).

Al Qur'an menegaskan bahwa Allah menciptakan segala sesuatu dalam bentuk yang baik tidak terkecuali dengan air. Sebagaimana firman Allah SWT dalam Qs. Al-Furqon : 48

وَهُوَ الَّذِي أَرْسَلَ الرِّيحَ بُشْرًا بَيْنَ يَدَيْ رَحْمَتِهِ وَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً طَهُورًا ٤٨

Artinya :

“Dialah yang meniupkan angin (sebagai) pembawa kabar gembira dekat sebelum kedatangan rahmat-nya (hujan); dan Kami turunkan dari langit air yang amat bersih”

Ayat tersebut menjelaskan bahwa pada dasarnya alam ini tidak satupun yang rusak, tercemar ataupun tidak seimbang sebagaimana penciptaannya. Akan tetapi datangnya kerusakan lingkungan adalah hasil perbuatan tangan-tangan

manusia, yang secara sengaja mengubah fitrah Allah SWT pada lingkungan dan mengubah ciptaannya-Nya pada kehidupan dan diri manusia.

Manusia merupakan makhluk ciptaan-Nya yang paling sempurna. Salah satu hal yang membuat manusia sempurna yaitu dengan adanya akal. Seperti dalam firman Allah SWT dalam Qs. Ali-Imran : 190

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمُوتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَلْبَابِ ١٩٠

Artinya :

“Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal” (Qs. Ali-Imran : 190)

Qs. Ali-Imran ayat 190 menjelaskan bahwa orang yang berakal disini yaitu orang-orang yang mempergunakan pikiran mereka untuk mengingat Allah SWT dalam keadaan berdiri atau duduk atau dalam keadaan berbaring, dan mereka juga menelaah penciptaan langit dan di bumi. Serta keajaiban-keajaiban yang terjadi antara keduanya. Mereka menggunakan akal mereka untuk mencari kebenaran dan rahasia-rahasia yang belum pernah ditemukan sebelumnya. Karena pada setiap penciptaan-Nya tidak ada sesuatu yang sia-sia dan tidak bermanfaat.

Sebagai mahasiswa, mempunyai karakter ulul albab supaya dapat mengimbangi ilmu-ilmu pengetahuan yang dipelajari di perkuliahan dengan nilai-nilai keimanan dan ketakwaan agar tercipta gagasan yang benar. Mahasiswa yang ulul albab juga dapat membedakan mana yang baik dan tidak. Hal ini sangat dibutuhkan bagi mahasiswa yang merupakan calon pemimpin di masa depan.

Kitosan dan modifikasinya telah banyak dimanfaatkan secara komersial dalam industri pangan, kosmetik, pertanian, farmasi, kesehatan, penanganan

limbah, dan penjernihan air. Beberapa bahan alam seperti cangkang hewan laut mengandung senyawa kitin sebagai hasil pembentuk kitosan (Hasri, 2010). Kitosan banyak dimanfaatkan oleh masyarakat dalam berbagai bidang. Selain perolehannya mudah karena menggunakan bahan baku dari limbah hewan laut, biaya rendah, terbiodegradasi, dan ramah lingkungan. Pemanfaat limbah invetabrata ini membuktikan bahwa keberadaannya di lingkungan berlimpah, dan masih dapat dimanfaatkan. Allah SWT berfirman tentang penciptaan sesuatu yang tidak sia-sia dalam Qs. Ali-Imran ayat 191

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمُوتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا
سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ١٩١

Artinya :

“(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): “Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, maka peliharalah kami dari siksa neraka”

Surat Ali-Imran ayat 191 dalam tafsir Al-Aisar “*sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi,...*”, yang dimaksud adalah segala sesuatu yang ada di langit dan bumi beserta isinya menandakan kekuasaan Allah SWT. Ayat diatas menunjukkan kepada manusia agar merenungkan segala cinta-Nya, karena manusia telah diberi akal sehat untuk berfikir. Kitosan merupakan salah satu limbah dari hewan yang tidak banyak orang mengetahui manfaatnya, terkadang limbah hewan langsung dibuang begitu saja. Allah SWT telah memberikan kesempatan kepada manusia untuk mengolah bumi dengan baik, Allah menciptakan segala sesuatu bagi manusia dengan manfaatnya. Seperti penciptaan tanah untuk ditanami tumbuh-tumbuhan yang berguna sebagai kebutuhan pokok

manusia. Penciptaan air untuk kebutuhan manusia dan sebagai tempat ekosistem makhluk air. Ekosistem air yang didalamnya dihuni berbagai macam jenis makhluk air yang beberapa jenisnya dapat dikonsumsi manusia dan digunakan untuk pemanfaatan hal lainnya.

Salah satu ciptaan Allah SWT yaitu hewan-hewan air yang memiliki banyak manfaat apabila tumbuh dengan baik. Firman Allah SWT dalam Qs An-Nur : 45

وَاللَّهُ خَلَقَ كُلَّ دَابَّةٍ مِّن مَّاءٍ فَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَى بَطْنٍ وَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَى رِجْلَيْنِ وَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَى أَرْبَعٍ يَخْلُقُ اللَّهُ مَا يَشَاءُ إِنَّ اللَّهَ عَلَى كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٌ ٤٥

Artinya :

“Dan Allah telah menciptakan semua jenis hewan dari air, maka sebagian dari hewan itu ada yang berjalan di atas perutnya dan sebagian berjalan dengan dua kaki sedang sebagian (yang lain) berjalan dengan empat kaki. Allah menciptakan apa yang dikehendaki-Nya, sesungguhnya Allah Maha Kuasa atas segala sesuatu”

Berdasarkan Qs. An-Nur ayat 45 diatas menurut tafsir Al-Misbah Allah SWT telah menciptakan semua jenis hewan dari air yang memancar sebagaimana Dia menciptakan tumbuhan dari air yang tercurah. Kemudian Allah SWT menjadikan hewan-hewan itu beraneka ragam jenis, potensi, dan fungsinya (Shihab, 2002). Makhluk air yang diciptakan Allah SWT tanpa terkecuali akan memberikan manfaat bagi kehidupan manusia. Salah satunya seperti limbah cangkang hewan invetebrata yang dapat dijadikan bahan dasar dalam pembuatan kitosan melalui proses tertentu.

Hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh konsisi optimum dalam adsorpsi rhodamin B menggunakan butiran kitosan yaitu pada kondisi pH 4,

waktu optimum adsorpsi selama 120 menit, dan konsentrasi optimum rhodamin B adalah 15 ppm. Hal ini merupakan tanda bahwa manusia mau memikirkan dan mau memanfaatkan segala sesuatu yang ada di bumi dengan sebaik-baiknya. Manusia yang memiliki akal akan memikirkan segala penciptaan dari Allah SWT, bahkan sampai hal yang terkecil sekalipun, sehingga mereka dapat memanfaatkan limbah hewan menjadi sesuatu yang memiliki banyak manfaat.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan diperoleh kesimpulan, yaitu :

1. Uji viskositas dan densitas menunjukkan butiran kitosan sedikit larut pada pH 2 dan *swelling* butiran kitosan sebesar 22%.
2. Kondisi optimum adsorpsi rhodamin B menggunakan kitosan termodifikasi terjadi pada pH 4 dan pada konsentrasi adsorbat 15 ppm. Perolehan jumlah zat teradsorpsi adalah 3,74 mg/g dengan %teradsorpsi sebesar 21%.
3. Penentuan waktu kontak adsorpsi rhodamin B memberikan pengaruh adsorpsi yang optimum pada menit ke 120 dengan jumlah rhodamin B yang teradsorpsi sebesar 1,189 mg/g. Penentuan kinetika adsorpsi tidak diperoleh nilai konstanta dan persamaan kinetiknya.
4. Adsorpsi rhodamin B menggunakan butiran kitosan mengikuti pola isotherm *Langmuir* dengan jumlah zat teradsorpsi yaitu 0,391 mg/g dan konstanta *Langmuir* yaitu 2,4166 L/mg.
5. Karakterisasi menggunakan spektrofotometer FTIR pada bilangan panjang gelombang $2861,313\text{ cm}^{-1}$ mengindikasikan terikatnya rhodamin B.

5.2 Saran

Penelitian selanjutnya perlu dilakukan pembuatan butiran kitosan dengan agen pengikatsilang lain untuk hasil yang baik, serta menggunakan analisis model kinetika adsorpsi yang lainnya untuk mendapatkan hasil yang lebih spesifik.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, S. J., dan Koumanova, B. 2005. Decolourisation of Water/Wastewater Using Adsorption (Review). *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy*. 40(3): 175-192.
- Anjasmara, P. A., Rhomadoni, M. F., Ratnaningsih, M. 2017. Pengaruh Pemberian Rhodamin B Peroral Subakut terhadap Perubahan Ketinggian Mukosa Gaster Tikus Galur Wistar (*Rattus norvegicus Strain Wistar*). *Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Purwokerto*. 13(2): 58-62.
- Arifin, Z., Irawan, D., Rahim, M., dan Ramantiya, F. 2012. Adsorpsi Zat Warna *Direct Black 38* Menggunakan Kitosan Berbasis Limbah Udang Delta Mahakam. *Sains dan Terapan Kimia*. 6(1): 35-45.
- Arivoli, S., Nandhakumar, V., Saravanan, S. and Nagarajan, S. 2009. Adsorption Dynamics of Copper Ion by Low Cost Activated Carbon. *The Arabian Journal for Science and Engineering*. 34: 1-12.
- Asiah, R. H., Suseno, J. E., dan Muhlisin, Z. 2017. Pembuatan Sistem Ozonizer untuk Degradasi Pewarna Rhodamin B dengan Metode Peroxone Menggunakan Mikrokontroler ATMEGA 8535. *Youngster Physics Journal*. 6(4): 323-330.
- Atkins, P. W. 1990. *Kimia Fisika edisi ke IV*. Jakarta: Erlangga.
- Ayuningtyas, F. 2012. Pembuatan dan Karakterisasi Beads Hidrogel dari Berbagai Polimer sebagai Media Tanam. *Skripsi*. Jakarta: Jurusan Farmasi Fakultas MIPA, Universitas Indonesia.
- Bangun, H., Tandino, S., dan Arianto, A. 2018. Preparation and Evaluation of Chitosan-Tripolyphosphate Nanoparticles Suspension as an Antibacterial Agent. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*. 8(12): 147-156.
- Basuki, B. R., dan Sanjaya, I. G. M. 2009. Sintesis Ikat Silang Kitosan dengan Glutaraldehid Serta Identifikasi Gugus Fungsi dan Derajat Deasetilasinya. *Jurnal Ilmu Dasar*. 10(1): 93-101.
- Bhumkar, D. R., dan Pokharkar, V. B. 2006. Studies on Effect of pH on Cross-linking of Chitosan with Sodium Tripolyphosphate: A Technical Note. *AAPS PharmSciTech*. 7(2): E1-E6.
- Bird, T. 1993. *Kimia Fisik untuk Universitas*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Billmeyer, Jr. 1994. *Textbook of Polymer Science*. New York: John Wiley and Sons.

- Brilliantari, Z. M., Shofiyani, A., dan Destiarti, L. 2017. Sintesis dan Karakterisasi Membran Kitosan Tercetak Ion pada Permukaan Karbon (KTI-C) untuk Peningkatan Permselektivitas Ion Fe (III). *Jurnal Kimia Khatulistiwa*. 6(3): 44-50.
- Chen, A. H., Liu, S. C., Chen, C. Y., dan Chen, C. Y. 2008. Comparative Adsorption of Cu(II), Zn(II), and Pb(II) Ions in Aqueous Solution on the Crosslinked Chitosan with Epichlorohydrin. *Journal of Hazardous Materials*. 154: 184-191.
- Chiou, M. S., dan Li, H. Y. 2003. Adsorption Behavior of Reactive Dye in Aqueous Solution on Chemical Cross-linked Chitosan Beads. *Chemosphere*. 50: 1095-1105.
- Crini, G., dan Badot, P. M. 2008. Application of Chitosan, A Natural Aminopolysaccharide, for Dye Removal from Aqueous Solutions by Adsorption Processes Using Batch Studies : A Review of Recent Literature. *Prog Polym Sci*. 33: 399-447.
- Day, R. A dan Underwood, A. L. 2002. *Analisis Kimia Kuantitatif Edisi Keenam*. Jakarta: Erlangga.
- Fransina, E. G., dan Tanasale M. F. J. D. P. 2007. Studi Kimia Adsorpsi Biru Metilena pada Kitin dan Kitosan. *Jurnal Sains MIPA*. 13(3): 171-178.
- Gecol, H., Miakatsindila, P., Ergican, E., dan Hiibel, S. R. 2006. Biopolymer Coated Clay Particles for the Adsorption of Tungsten from Water. *Desalination*. 197: 165-178.
- Goncalves, V. L., Laranjeria, M. C. M., dan Favere, V. T. 2005. Effect of Crosslinking Agents on Chitosan Microspheres in Controlled Release of Diclofenac Sodium. *Polimeros : Science and Technology*. 15(1): 6-12.
- Guibal, E. 2004. Interaction of Methal Ions with Chitosan-Bead Sorbents : A Review. *Separation and Purification Technology*. 38 (1): 43-74.
- Hajar, E. W. I., Sitorus, R. S., Mulianingtias, N., dan Welan, F. J. 2016. Efektivitas Adsorpsi Logam Pb²⁺ dan Cd²⁺ Menggunakan Media Adsorben Cangkang Telur Ayam. *Konversi*. 5(1): 1-7.
- Harmita. 2006. *Analisis Kuantitatif Bahan Baku dan Sediaan Farmasi*. Jakarta: Departemen Farmasi FMIPA.
- Hasri. 2010. Prospek Kitosan dan Kitosan Termodifikasi sebagai Biopolimer Alami yang Menjanjikan. *Jurnal Chemica*. 11(2): 1-10.
- Jalalain, I. 1998. *Tafsir Al-Jalalain*. Surabaya: Nurul Huda.
- Jeyaseelan, C., Chaudhary, N., dan Jugade, R. 2018. Sulphate-Crosslinked Chitosan as an Adsorbent for The Removal of Congo Red Dye Aqueous Solution. *Air, Soil, and Water Research*. 11: 1-8.

- Khambhaty, Y., Mody, K., Basha, S., dan Jha, B. 2009. Kinetics, Equilibrium and Thermodynamic Studies on Biosorption of Hexavalent Chromium by Dead Fungal Biomass of Marine *Aspergillus niger*. *Chemical Engineering Journal*. 145: 489-495.
- Kimura, I. Y., Favere, V. T., Martins, A. O., Spinelli, V. A., dan Josue, A. 2001. Adequacy of Isotherm Adsorption of Black 5 Reactive Dye for Crosslinked Chitosan Microspheres. *Acta Scientiarum*. 23(6): 1313-1317.
- Krim, L., Nacer, S., dan Bilango, G. 2006. Kinetics of Chromium Sorption on Biomass Fungi from Aqueous Solution. *American Journal of Environmental Sciences*. 2(1): 31-36
- Kuntoro, M. G. A. 2011. Uji Kapasitas Adsorpsi Gas Karbon Monoksida (CO) Menggunakan Zeolit Alam Lampung Termodifikasi dengan TiO₂ Melalui Metode Sol Gel. *Skripsi*. Jakarta: Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
- Kurniasih, M., Riapanitra, A., dan Rohadi, A. 2014. Adsorpsi Rhodamin B dengan Adsorben Kitosan Serbuk dan Beads Kitosan. *Sains dan Matematika*. 2(2): 27-33.
- Laus, R., Costa, T. G., Szpoganicz, B., dan Favere, V. T. 2010. Adsorption and Desorption of Cu (II), Cd (II), and Pb (II) Ions Using Chitosan Crosslinked with Epichlorohydrin-Tripolyphosphate as The Adsorben. *Journal of Hazardous Material*. 183: 233-241.
- Lazaridris, N. K., Kyzas, G. Z., Vassiliou, A. A., dan Bikiaris, D. N. 2007. Chitosan Deviratives as Biosorbents for Basic Dyes. *Langmuir*. 23: 7634-7643.
- Lee, D. W., Lim, H., Chong, H. N., dan Shim, W. S. 2009. Advances in Chitosan Material and its Hybrid Deviratives: A Review. *The Open Biomaterials Journal*. 1: 10-20.
- Leksono, V. A. 2012. Pengolahan Zart Warna Tekstil Rhodamin B Menggunakan Bentonit Terpillar Titanium Dioksida (TiO₂). *Skripsi*. Surabaya: Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.
- Li, F., dan Ding, C. 2011. Adsorption of Reactive Black M-2R on Different Deacetylation Degree Chitosan. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*. 6(3): 25-31.
- Lusiana, R. A., dan Pranotoningtyas, W. P. 2018. Membran Kitosan Termodifikasi Tripolifosfat-Heparin dan Aplikasinya pada Permeasi Urea dan Kreatinin. *Analit: Analitical and Environmental Chemistry*. 3(1): 11-21.
- Madjid, A. D. R., Nitsae, M., Atikah., dan Sabarudin, A. 2015. Pengaruh Penambahan Tripolyfosfat pada Kitosan Beads untuk Adsorpsi Methyl Orange. *Jurnal MIPA*. 38(2): 144-149.

- Madjid, A. D. R., Nitsae, M., Atikah., dan Sabarudin, A. 2018. Perbandingan Butiran Kitosan dengan Pengikat Silang Epiklorohidrin (ECH) dan Glutaraldehyd (GLA): Karakterisasi dan Kemampuan Adsorpsi Timbal (Pb). *Alchemy: Journal of Chemistry*. 6(1): 29-37.
- Mahatmanti, F. D., Rengga, W. D. P., Kusumastuti, E., dan Nuryono. 2017. Chitosan/Silica/Polyethylene Dlicol (Ch/Si/P) Composites Membrane as Selective Adsorbent of Rhodamin B from Aqueous Solution. *Asian Journal of Chemistry*. 29(2): 283-286.
- Meriatna. 2008. Penggunaan Membran Kitosan untuk Menurunkan Kadar Logam Krom (Cr) dan Nikel (Ni) dalam Limbah Cair Industri Pelapisan Logam. *Thesis*. Medan: Sekolah Pascasarjana, Universitas Sumatra Utara.
- Miretzky, P., dan Cirelli, A. F. 2009. Hg (II) Removal from Water by Vhitosan and Chi-tosan Derivates : A Review. *Journal pf Hazardous Materials*. 167(1): 10-23.
- Muthoharoh, S. P. 2012. Sintesis Polimer Superabsorben dari Hidrogel Kitosan Terikat Silang. *Skripsi*. Jakarta: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.
- Nur'aini, A. 2012. Sintesis Silika Gel dari Abu Dasar Batubara. *Skripsi*. Yogyakarta: Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Kalijaga.
- Nurmasari, R., Astuti, M. D., Umaningrum, D., dan Khusnaria, D. A. 2014. Kajian Adsorpsi Rhodamin B pada Humin. *Prosiding Seminar Nasional Kimia*. Surabaya: Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Negeri Surabaya.
- P'eres-Mar'in, V., Zapata, M., Ortuno, J. F., Aguilar, M., Saez, J., dan Llorens, M. 2007. Removal of Candium from Aqueous Solutions by Adsorption Onto Orange Waste. *Journal of Hazardous Materials B1*. 39: 122-13
- Piccin, J. S., Vieira, M. L. G., Goncalves, J. O., Dotto, G. L., dan Pinto, L. A. A. 2009. Adsorption of FD and Red No. 40 by Chitosan : Isotermes Analysis. *Journal of Food Engineering*. 95: 16-20.
- Poon, L., Wilson, L. D., dan Headley, J. V. 2014. Chitosan-Glutaraldehyde Copolymers and Their Sorption Properties. *Carbohydrate Polymers*. 109: 92-101.
- Priadi, C. R., Anita., Sari, P. N., dan Moersidik, S. S. 2014. Adsorpsi Logam Seng dan Timbal Limbah Cair Industri Keramik Oleh Limbah Tanah Liat. *Reaktor*. 15(1): 10-19.
- Pujiastuti dan Saputro, A. 2008. Model Matematika Adsorpsi Zeolit Alam terhadap Ion Zn pada Air Limbah Elektroplating. *Jurnal Teknik Kimia*. 2(2): 147-153.

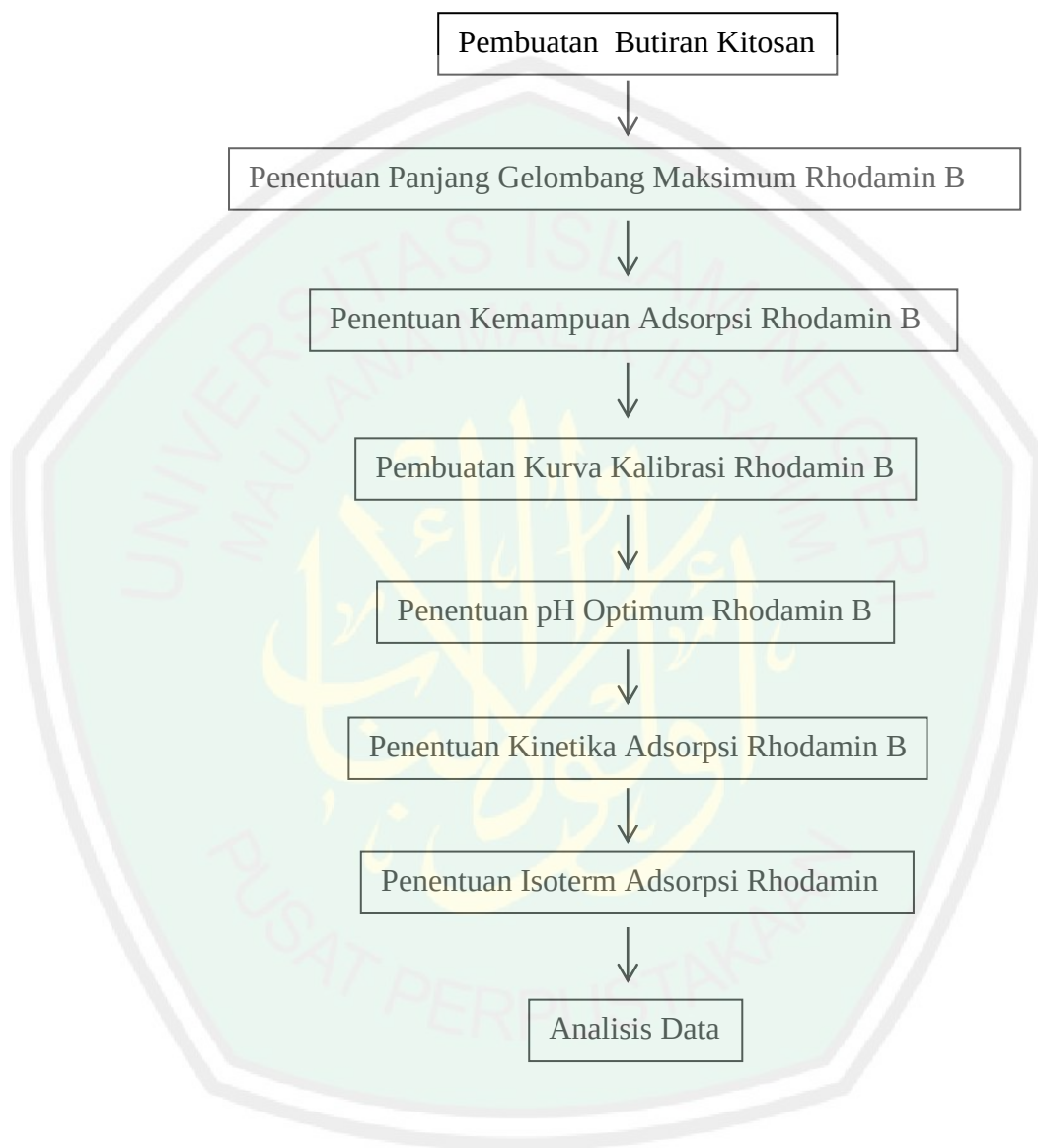
- Rahayu, P., dan Khabibi. 2016. Adsorpsi Ion Logam Nikel (II) oleh Kitosan Termodifikasi Tripolifosfat. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*. 19(1): 21-26.
- Sa'adah, N., Hastuti, R., dan Prasetya, N. B. A. 2013. Pengaruh Asam Formiat pada Bulu Ayam Sebagai Adsorben Terhadap Penurunan Kadar Larutan Zat Warna Tekstil Remazol Golden Yellow RNI. *Jurnal Penelitian UNDIP Semarang*. 1(1): 202-209.
- Sahara, E., Gayatri, P. S., dan Suarya, P. 2018. Adsorpsi Zat Warna Rhodamin B Dalam Larutan oleh Arang Aktif Batang Tanaman Gunitir Teraktivasi Asam Fosfat. *Cakra Kimia [Indonesian E-Journal of Applied Chemistry]*. 6(1): 37-45.
- Sheshmani, S., Ashori, A., dan Hasanzadeh, S. 2014. Removal of Acid Orange 7 from Aqueous Solution Using Magnetic Graphene/Chitosan: A Promising Nano-Adsorbent. *International Journal of Biological Macromolecules*. 68: 218-224.
- Shihab, M. Q. 2002. *Tafsir Al-Misbah*. Jakarta: Lentera Hati.
- Stevens, M. P. 2001. *Kimia Polimer*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Tan, K. L., dan Hameed, B. H. 2017. Insight Into the Adsorption Kinetics Models for The Removal of Contaminants from Aqueous Solution. *Journal of The Taiwan Institute of Chemical Engineers*. 000: 21-47.
- Vanamudan, A., dan Pamidimukkala, P. 2014. Chitosan, Nanoclay and Chitosan-Nanoclay Composite as Adsorbents for Rhodamin-6G and the Resulting Optimal Properties. *International Journal of Biological Macromolecules*.
- Nugraheni, N. T., Kusuma, K. N., Sari, R. Y., Sugiharto, A., Janah, H. R., Nisa, K., dan Humam, A. Z. 2012. Penentuan Berat Molekul (Mn) Polimer dengan Metode Viskositas. *Laboratorium Fisika Material, Departemen Fisika*. Surabaya: Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.
- Wahyono, D. 2010. Ciri Nanopartikel Kitosan dan Pengaruhnya pada Ukuran Partikel dan Efisien Penyalutan Ketopren. *Thesis*. Bogor: Program Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Wang, L., dan Wang, A. 2008. Adsorption Behaviors of Chongo red on the N-O-Carboxymethyl-Chitosan/Montmorillonite Nanocomposite. *Chemical Engineering Journal*. 143: 43-50.
- Widayatno, T., Yuliawati, T., dan Susilo, A. A. 2017. Adsorpsi Logam Berat (Pb) dari Limbah Cair dengan Adsorben Arang Bambu Aktif. *Jurnal Teknologi Bahan Alam*. 1(1): 17-23.
- Winiati, W., Wahyudi, T., Kurniawan, I., dan Yulina, R. 2012. Peningkatan Sifat Mekanik Serat Kitosan Melalui Proses Pllastisasi dengan Gliserol

Setelah Proses Dehidrasi dengan Metanol. *Jurnal Ilmiah Arena Tekstil*.
27(2): 55-101.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Rancangan Penelitian



Lampiran 2. Diagram Alir

L.2.1 Pembuatan Kitosan Terikat Silang Tripolifosfat dan Glutaraldehid



L.2.2 Uji Kelarutan Butiran Kitosan

Larutan HCl 0,1 M

- dikondisikan pada pH 2
- dimasukkan butiran kitosan dan diamkan selama 1 jam
- disaring larutan
- dihitung viskositas larutan HCl menggunakan viskosimeter *Otswald*
- dihitung densitas larutan HCl
- dilakukan perlakuan yang sama pada pH 3, 4, 5 dan 6

Hasil

L.2.3 Penentuan Daya Pengembang (swelling)

Butiran Kitosan

- direndam di dalam akuademin selama 2 jam
- disaring
- ditimbang
- diuji menggunakan mikroskop optik

Hasil

L.2.4 Analisis Rhodamin B

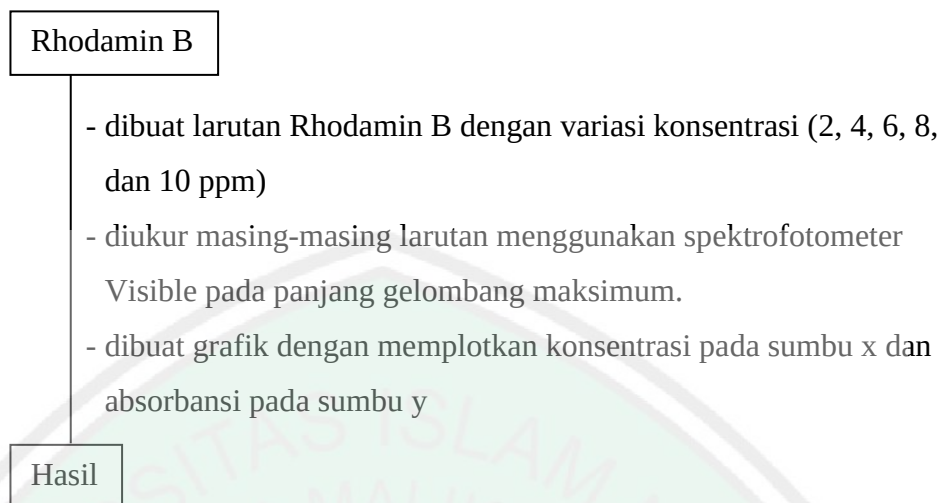
L.2.4.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Rhodamin B

Rhodamin B

- dibuat larutan Rhodamin B konsentrasi 10 ppm
- diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer Visible

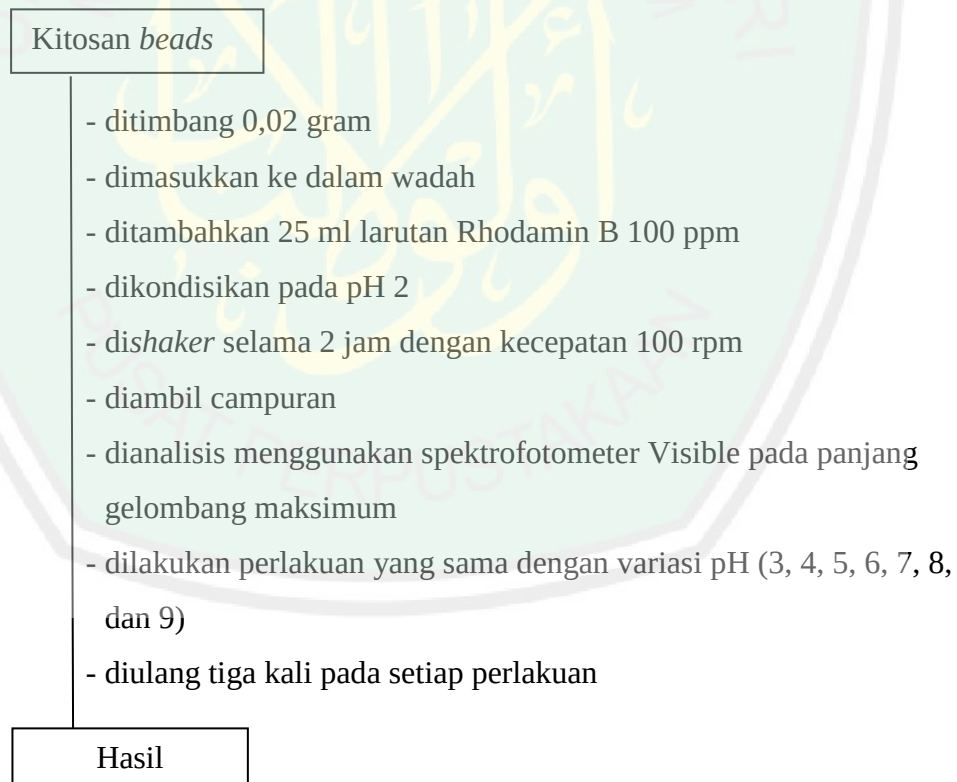
$\lambda_{\max}$ Rhodamin B

L.2.4.2 Pembuatan Kurva Kalibrasi Rhodamin B



L.2.5 Penentuan Kemampuan Adsorpsi Rhodamin B

L.2.5.1 Penentuan pH Optimum Rhodamin B



L.2.5.2 Penentuan Kinetika Adsorpsi Rhodamin B

Kitosan *beads*

- ditimbang 0,02 gram
- dimasukkan ke dalam wadah
- ditambahkan 25 ml larutan Rhodamin B 100 ppm
- dikondisikan pada pH optimum
- *dishaker* selama 120 menit dengan kecepatan 100 rpm
- diambil larutan
- dianalisis menggunakan spektrofotometer Visible pada panjang gelombang maksimum
- dilakukan perlakuan yang sama dengan waktu 240, 1440, dan 1560 menit
- diulang tiga kali pada setiap perlakuan

Hasil

L.2.5.3 Penentuan Isoterm Adsorpsi

Kitosan *beads*

- ditimbang 0,02 gram
- dimasukkan ke dalam wadah
- ditambahkan 25 ml larutan rhodamin dengan konsentrasi 10 ppm
- dikondisikan pada pH optimum
- *dishaker* selama waktu optimum dengan kecepatan 100 rpm
- diambil larutan
- dianalisis menggunakan spektrofotometer Visible pada panjang gelombang maksimum
- dilakukan perlakuan yang sama pada konsentrasi (15, 20, dan 25 ppm)
- diulang tiga kali pada setiap perlakuan

Hasil

Lampiran 3. Data dan Perhitungan**L.3.1 Pembuatan Larutan Asam Asetat 5% (v/v)**

Konsentrasi Asam Asetat = 99%

Volume larutan yang akan dibuat = 100

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$99\% V_1 = 5\% \cdot 100 \text{ ml}$$

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

L.3.2 Pembuatan Larutan Tripolifosfat (TPP) 10%

Konsentrasi TPP = 10%

Volume akuades = 100 mL

$$\% \text{ b/v} = \frac{\text{massa Tripolifosfat (g)}}{\text{volume larutan}} \times 100\%$$

$$10\% = \frac{\text{massa Tripolifosfat (g)}}{100 \text{ mL}} \times 100\%$$

$$\text{massa Tripolifosfat (g)} = 10 \text{ gram}$$

L.3.3 Pembuatan Larutan Glutaraldehid (GLA) 2,5%

Konsentrasi GLA = 25%

Konsentrasi GLA yang dibutuhkan = 2,5%

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$25\% \times V_1 = 2,5\% \times 100 \text{ mL}$$

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

L.3.4 Pembuatan Larutan HCl 1 M

Berat molekul HCl (M_r) = 36,5 g/mol

Massa jenis HCl (ρ) = 1,18 g/mL

Konsentrasi HCl = 37%

$$\% v/v = \frac{\text{volume HCl}}{\text{volume larutan}}$$

$$37\% = \frac{\text{volume HCl}}{100 \text{ mL}}$$

$$\text{Volume HCl} = 37 \text{ mL}$$

$$\rho = \frac{\text{massa HCl (g)}}{\text{volume HCl (mL)}}$$

$$1,18 \text{ g/mL} = \frac{\text{massa HCl (g)}}{37 \text{ mL}}$$

$$\text{massa HCl (g)} = 43,66 \text{ gram}$$

$$M \text{ HCl} = \frac{\text{massa HCl (g)}}{M_r \text{ HCl (g/mol)}} \times \frac{1000}{\text{volume larutan (mL)}}$$

$$M \text{ HCl} = \frac{43,66 \text{ (g)}}{36,5 \text{ (g/mol)}} \times \frac{1000}{100 \text{ mL}}$$

$$M \text{ HCl} = 11,9616 \text{ M}$$

L.3.5 Pembuatan Larutan HCl 0,1 M

Konsentrasi larutan HCl = 1 M

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$1\text{M} \times V_1 = 0,1\text{M} \times 100 \text{ mL}$$

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

L.3.6 Pembuatan larutan NaOH 1 M

Konsentrasi NaOH = 99,9%

Massa molekul NaOH = 40 g/mol

Volume larutan yang dibuat = 100 mL

$$M_{NaOH} = \frac{n_{NaOH} \text{ (mol)}}{\text{Volume larutan (L)}}$$

$$\frac{\text{mol}}{\text{Volume (L)}} = \frac{n_{NaOH} \text{ (mol)}}{0,1 \text{ L}}$$

$$n_{NaOH} \text{ (mol)} = \frac{\text{mol}}{V} \times 0,1 \text{ L}$$

$$n_{NaOH} = 0,1 \text{ mol}$$

$$n_{NaOH} = \frac{\text{massa NaOH (g)}}{Mr_{NaOH} \text{ (g/mol)}}$$

$$0,1 \text{ mol} = \frac{\text{massa NaOH (G)}}{40 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}$$

$$M_{NaOH} = 4 \text{ gram (1 M NaOH dalam 100 mL)}$$

L.3.7 Pembuatan Larutan NaOH 0,1 M

Konsentrasi NaOH = 1 M

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$1M \times V_1 = 0,1M \times 100 \text{ mL}$$

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

L.3.8 Pembuatan Larutan Induk Rhodamin B 1000 mg/L

Volume larutan yang dibutuhkan = 1000 mL

Massa Rhodamin B yang dibutuhkan = Konsentrasi (mg/L) x volume (L)

$$= 1000 \text{ mg/L} \times 1 \text{ L}$$

$$= 1000 \text{ mg}$$

$$= 1 \text{ gram}$$

L.3.9 Pengenceran Larutan Rhodamin B 1000 mg/L menjadi 100 mg/L

Perhitungan pengenceran menggunakan persamaan :

$$C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$$

Dengan C_1 adalah konsentrasi larutan pengenceran, C_2 adalah konsentrasi larutan yang diencerkan, V_1 adalah volume larutan pengenceran, dan V_2 adalah volume larutan induk yang diencerkan.

Perhitungan larutan 1000 mg/L menjadi 100 mg/L

$$C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$$

$$1000 \text{ mg/L} \cdot V_1 = 100 \text{ mg/L} \cdot 100 \text{ mL}$$

$$V_1 = 10.000 \text{ mg/L} / 1000 \text{ mg/L}$$

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

Contoh perhitungan pembuatan larutan menjadi 2 mg/L adalah

$$C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$$

$$100 \text{ mg/L} \cdot V_1 = 2 \text{ mg/L} \cdot 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = 2 \text{ mg/L} \cdot 50 \text{ mL} / 100 \text{ mg/L}$$

$$V_1 = 1 \text{ mL}$$

Cara yang sama digunakan untuk perhitungan pengenceran menjadi 4, 6, 8, dan 10 mg/L.

L.3.10 Hasil panjang gelombang maksimum

Tabel L.3.10 Penentuan panjang gelombang maksimum rhodamin B

λ (nm)	Absorbansi
550	1.852
551	1.855
552	1.858
553	1.861
554	1.862
555	1.859
556	1.856
557	1.853
558	1.851

L.3.11 Hasil uji densitas larutan kitosan

Tabel L.3.11.1 Uji densitas

No	Sampel	Massa sampel (gram)	Densitas (g/ml)
1	Akuades	25,65	1,026
2	Asam Asetat	24,03	0,96
3	Larutan Kitosan	24,29	0,972
4	Larutan HCl	24,05	0,962

Tabel L.3.11.2 Uji densitas variasi pH

No	pH	Massa sampel (gram)	Densitas (g/ml)
1	2	23,939	0,957
2	3	23,629	0,945
3	4	23,624	0,945
4	5	23,606	0,944
5	6	23,583	0,943

Contoh perhitungan densitas larutan kitosan :Tabel L.3.11 Uji densitas

Diketahui : V piknometer = 25 ml

m larutan = 24,29 gram

Rumus : $\rho = \frac{m}{v}$

$$\rho = \frac{24,29 \text{ g}}{25 \text{ ml}}$$

$$\rho = 0,972 \text{ g/ml}$$

L.3.12 Hasil uji viskositas

Tabel L.3.12.1 Waktu mengalir larutan

Sampel	U1 (detik)	U2 (detik)	U3 (detik)	t _{rata} (detik)
Akuades	64,8	55,8	52,8	57,8
Asam Asetat	65,2	55,2	54,4	58,26
Larutan Kitosan	247,2	209,4	199,2	218,6
Larutan HCl	65,6	63,7	57,5	62,3

Tabel L.3.12.2 Uji viskositas variasi pH

No	pH	t (detik)	Viskositas (detik)
1	2	63,6	0,1
2	3	62,3	0,078
3	4	58,7	0,016
4	5	64,9	0,123
5	6	59,3	0,026

Contoh perhitungan viskositas larutan kitosan :

Diketahui : t_{solven} = 58,26 detik

t_{sampel} = 218,6 detik

Rumus : $\eta_{sp} = \frac{t_{sampel} - t_{solven}}{t_{solven}}$

$$\eta_{sp} = \frac{218,6 - 58,26}{58,26}$$

$$\eta_{sp} = 2,752 \text{ detik}$$

Tabel L.3.12.3 Hasil viskositas

Sampel	Viskositas (sekon)
Asam Asetat	0,0079
Larutan Kitosan	2,752
Larutan HCl	0,078

L.3.13 Hasil uji swelling

L.3.13.1 Penentuan %swelling

Perhitungan *swelling* butiran kitosan :

Rumus :
$$E_{sw} = \frac{W_e - W_o}{W_o} \times 100\%$$

$$E_{sw} = \frac{0,0244 - 0,02}{0,02} \times 100\%$$

$$E_{sw} = 22\%$$

Table L.3.13.1 Penentuan %swelling

Kitosan	Massa sebelum (Wo)	Massa Sesudah (We)	%Swelling
Serbuk kitosan	0,02	0,0244	22%
Butiran kitosan	0,02	0,0342	71%

L.3.13.2 Penentuan Diameter Butiran Kitosan

Tabel L.3.13.2 Penentuan diameter butiran kitosan

Butiran Kitosan	Luas Area (mm)	Diameter (mm)
Sebelum	0,45365	0,7601
Sesudah	0,47961	0,7816

$$\begin{aligned} \text{Diameter} &= \sqrt{\frac{LA \times 4}{3,14}} \\ &= \sqrt{\frac{0,45365 \times 4}{3,14}} \\ &= 0,7601 \text{ mm} \end{aligned}$$

L.3.14 Pengaruh pH terhadap hasil jumlah rhodamin B yang teradsorpsi

Diketahui persamaan linier kurva kalibrasi : $y = 0,1893x + 0,0247$

$$\text{Konsentrasi Kontrol (Co)} = \frac{(\text{Absorbansi}) - 0,0247}{1,1893} \times fp$$

$$= \frac{0,385 - 0,0247}{1,1893} \times 10$$

$$= 19,0333 \text{ mg/L}$$

$$\text{Konsentrasi Akhir (Ce)} = \frac{0,385 - 0,0247}{1,1893} \times 10$$

$$= \frac{0,382 - 0,0247}{1,1893} \times 10$$

$$= 18,8748 \text{ mg/L}$$

$$\text{Jumlah zat teradsorpsi (Qe)} = \frac{C_o - C_e}{m} \times v$$

$$= \frac{19,0333 - 18,87}{0,02} \times 0,25$$

$$= 0,1981 \text{ mg/g}$$

$$\% \text{ Teradsorpsi} = \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100$$

$$= \frac{19,0333 - 18,87}{19,0333} \times 100$$

$$= 0,832 \%$$

Cara yang sama digunakan untuk perhitungan jumlah rhodamin B yang teradsorpsi pada pH 3, 4, 5, 6, 7, 8, dan 9.

Tabel L.3.14 Penentuan pH optimum adsorpsi rhodamin B

pH	Abs Kontrol	Abs Rb	Abs rata	Co (mg/L)	Ce (mg/L)	Qe (mg/g)	% A
2	0.385	0.382 0.381 0.383 0.387	0.382	19.033	18.875	0.198	0.832
3	0.402	0.395 0.402 0.388	0.395	19.931	19.562	0.462	1.855
4	0.406	0.394 0.401 0.396	0.394	20.143	19.509	0.792	3.147
5	0.405	0.399 0.401 0.390	0.399	20.090	19.773	0.396	1.577
6	0.398	0.393 0.397 0.386	0.393	19.720	19.456	0.330	1.339
7	0.389	0.385 0.388 0.397	0.386	19.245	19.086	0.198	0.823
8	0.405	0.410 0.403 0.404	0.403	20.090	19.984	0.132	0.525
9	0.408	0.402 0.406	0.404	20.248	20.037	0.264	1.043

L.3.15 Pengaruh waktu kontak terhadap hasil jumlah zat rhodamin B yang teradsorpsi

Diketahui persamaan linier kurva kalibrasi : $y = 0,1893x + 0,0247$

$$\text{Konsentrasi Kontrol (Co)} = \frac{(\text{Absorbansi}) - 0,0247}{1,1893} \times fp$$

$$= \frac{0,384 - 0,0247}{1,1893} \times 10$$

$$= 198,9805 \text{ mg/L}$$

$$\text{Konsentrasi Akhir (Ce)} = \frac{0,384 - 0,0247}{1,1893} \times 10$$

$$= \frac{0,382-0,0247}{1,1893} \times 10$$

$$= 18,9805 \text{ mg/L}$$

$$\text{Jumlah zat teradsorpsi (Qe)} = \frac{C_o - C_e}{m} \times v$$

$$= \frac{18,9805 - 18,9805}{0,02} \times 0,25 = 0 \text{ mg/g}$$

$$\% \text{ Teradsorpsi} = \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100$$

$$= \frac{18,9805 - 18,9805}{18,9805} \times 100 = 0 \%$$

Cara yang sama digunakan untuk perhitungan jumlah rhodamin B yang teradsorpsi pada waktu kontak 120, 240, 1440, dan 1560 menit.

Tabel L.3.15 Pengaruh waktu kontak adsorpsi rhodamin B

Waktu (menit)	Abs Kontrol	Abs Rb	Abs rata	Co (mg/L)	Ce (mg/L)	Qe (mg/g)	% A
0	0.384	0.384	0.384	18.980	18.980	0.000	0
120	0.396	0.381	0.378	19.614	18.663	1.189	4.848
240	0.406	0.391	0.394	20.143	19.509	0.792	3.147
1440	0.404	0.398	0.397	20.037	19.667	0.462	1.846
1560	0.406	0.397	0.403	20.143	19.984	0.198	0.787

L.3.16 Pengaruh konsentrasi terhadap hasil jumlah rhodamin B yang teradsorpsi

Diketahui persamaan linier kurva kalibrasi : $y = 0,1893x + 0,0247$

$$\text{Konsentrasi Kontrol (Co)} = \frac{(\text{Absorbansi}) - 0,0247}{1,1893} \times fp$$

$$= \frac{0,765 - 0,0247}{1,1893} \times 10$$

$$= 9,777 \text{ mg/L}$$

$$\text{Konsentrasi Akhir (Ce)} = \frac{0,734 - 0,0247}{1,1893} \times 10$$

$$= \frac{0,382 - 0,0247}{1,1893} \times 10$$

$$= 9,367 \text{ mg/L}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah zat teradsorpsi (Qe)} &= \frac{C_o - C_e}{m} \times v \\ &= \frac{9,777 - 9,367}{0,02} \times 0,25 \end{aligned}$$

$$= 0,512 \text{ mg/g}$$

$$\% \text{ Teradsorpsi} = \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100$$

$$= \frac{9,777 - 9,367}{9,777} \times 100$$

$$= 4,187 \%$$

Cara yang sama digunakan untuk perhitungan jumlah rhodamin B yang teradsorpsi pada konsentrasi 15, 20, dan 25 ppm.

Tabel L.3.16 Konsentrasi optimum adsorpsi rhodamin B

C (ppm)	Abs Kontrol	Abs Rb	Abs rata	Co (mg/L)	Ce (mg/L)	Qe (mg/g)	% A
10	0.765	0.734 0.736 0.732	0.734	9.777	9.367	0.512	4.187
15	0.296	0.239 0.238 0.24	0.239	14.332	11.321	3.764	21.010
20	0.396	0.378 0.381 0.374	0.378	19.614	18.663	1.189	4.848
25	0.492	0.475 0.472 0.479	0.475	24.686	23.788	1.123	3.638

L.3.17 Hasil kinetika adsorpsi rhodamin B

Diketahui : $V = 0,025 \text{ L}$ $m = 0,02 \text{ gram}$

Tabel L.3.17.1 Pengaruh waktu kontak terhadap kinetika adsorpsi rhodamin B

Waktu (menit)	Absorbansi	FP	Co (mg/L)	Ce (mg/L)	Qe (mg/g)
0	1.152	10	14.888	14.888	0.000
15	1.151	10	14.888	14.875	0.017
30	1.151	10	14.901	14.875	0.033
45	1.15	10	14.901	14.861	0.050
60	1.147	10	14.914	14.822	0.116
120	1.121	10	14.742	14.478	0.330
180	1.142	10	14.914	14.756	0.198
240	1.151	10	15.059	14.875	0.231

Tabel L.3.17.2 Kinetika adsorpsi rhodamin B

Waktu (menit)	Qt (mg/g)	Qe (mg/g)	Qe-Qt (mg/g)	ln (Qe-Qt)	t/Qt
0	0.000	0.512	0.512	-0.669	0
15	0.017	0.512	0.496	-0.702	908.640
30	0.033	0.529	0.496	-0.702	908.640
45	0.050	0.529	0.479	-0.736	908.640
60	0.116	0.545	0.430	-0.845	519.223
120	0.330	0.331	0.000	-7.760	363.456
180	0.198	0.545	0.347	-1.058	908.640
240	0.231	0.727	0.496	-0.702	1038.446

Keterangan :

$$q_e = \frac{(\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi kesetimbangan})}{\text{massa adsorben}} \times \text{volume}$$

$$q_t = \frac{(\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi pada saat } t)}{\text{massa adsorben}} \times \text{volume}$$

Persamaan Orde Nol

$$C_e = C_0 - k_0 t$$

$$y = -0,0005x - 14,843$$

Dimana : $y = C_e$

$$-k_0 t = -0,0005$$

$$k_0 = 0,0005 \text{ menit}^{-1}$$

$$x = t$$

$$C_0 = -14,843$$

Persamaan Pseudo Orde Satu

$$\ln(q_e - q_t) = \ln q_e - kt$$

$$y = -0,0052x - 1,1968$$

Dimana : $y = \ln(q_e - q_t)$

$$-kt = -0,0052$$

$$k = 0,0052 \text{ menit}^{-1}$$

$$x = t$$

$$\ln q_e = -1,1968$$

$$q_e = 0,30216 \text{ mg/g}$$

Persamaan Pseudo Orde Dua

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{k_2 q_e^2} + \frac{t}{q_e}$$

$$y = 1,7457x - 543,88$$

Dimana : $y = \frac{t}{q_t}$

$$\frac{1}{q_e} = 1,7458$$

$$q_e = 0,573 \text{ mg/g}$$

$$x = t$$

$$\frac{1}{q_e^2} \times \frac{1}{k} = 543,88$$

$$\frac{1}{(0,573)^2} \times \frac{1}{k} = 543,88$$

$$\frac{1}{0,328329k} = 543,88$$

$$k = 0,00559 \text{ g/mgmin}$$

L.3.18 Hasil isoterm adsorpsi rhodamin B

Diketahui : $V = 0,025 \text{ L}$

$$m = 0,02 \text{ gram}$$

Tabel L.3.18 Isoterm adsorpsi rhodamin B

Konsentrasi (mg/L)	Ce/Qe (g/L)	log Ce	log Qe
10	8.856	0.972	-0.29094
15	7.557	1.054	0.575634
20	17.475	1.271	0.075032
25	22.665	1.376	0.050208

Persamaan Isoterm *Langmuir*

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{K_L q_m} + \frac{C_e}{q_m}$$

$$y = 1,0576x - 2,5553$$

$$\text{slope (a)} = \frac{1}{q_m}$$

$$-2,5553 = \frac{1}{q_m}$$

$$q_m = -0,391 \text{ mg/g}$$

$$\text{intersep (b)} = \frac{1}{K_L q_m}$$

$$1,0576 = \frac{1}{K_L q_m}$$

$$K_L = 2,416 \text{ L/mg}$$

Persamaan Isoterm *Freundlich*

$$\log q_e = \log K_F + \frac{1}{n} \log C_e$$

$$y = 0,0903x - 0,0031$$

$$\text{slope (a)} = \frac{1}{n}$$

$$0,0903 = \frac{1}{n}$$

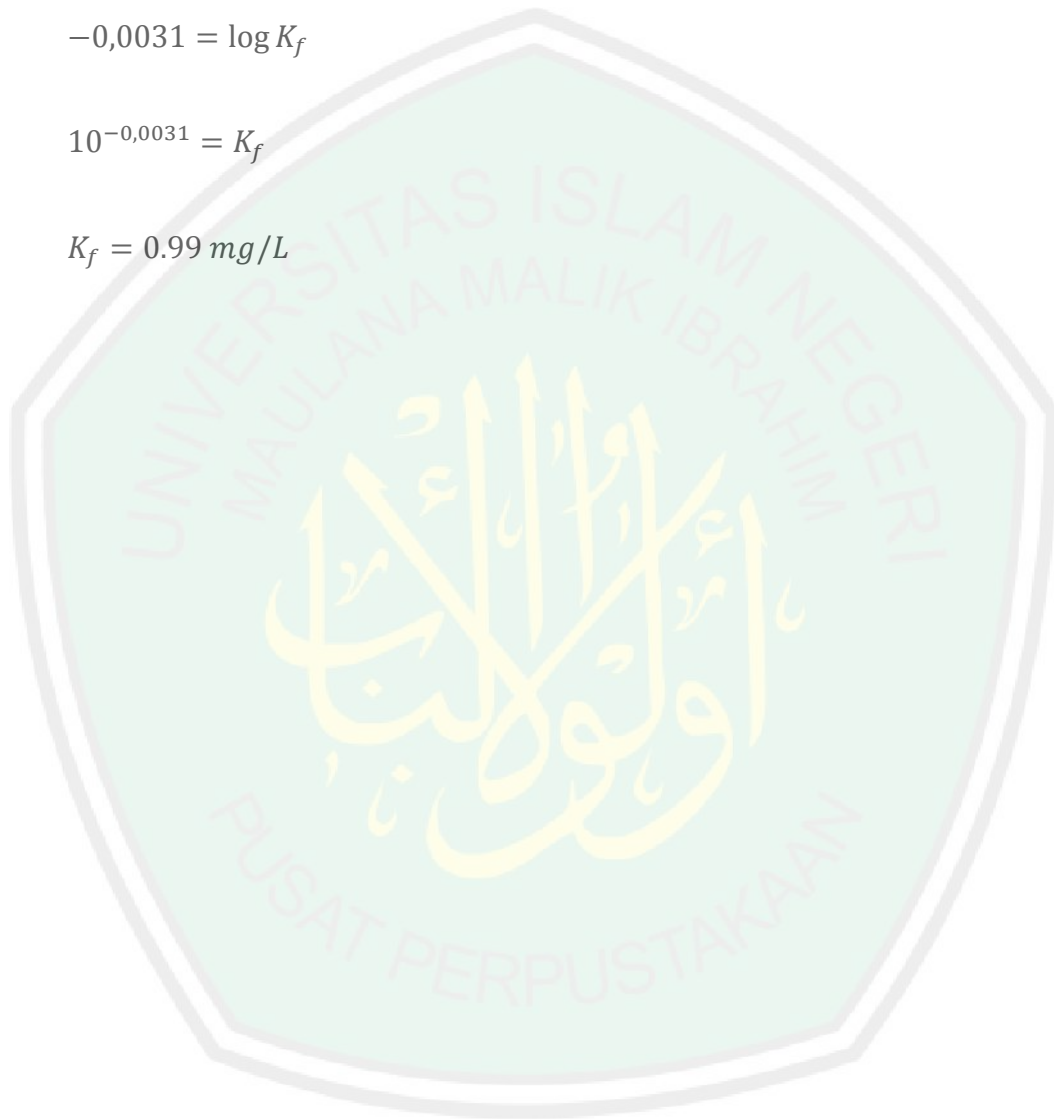
$$n = 11,0742 \text{ mg/g}$$

$$\text{intersep } (b) = \log K_f$$

$$-0,0031 = \log K_f$$

$$10^{-0,0031} = K_f$$

$$K_f = 0.99 \text{ mg/L}$$



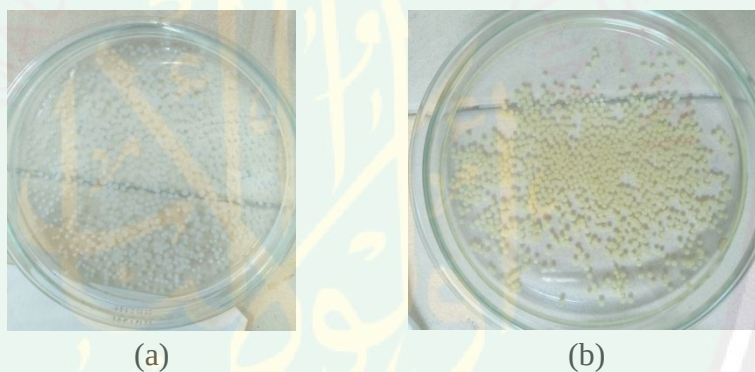
Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian

L.4.1 Pembuatan larutan kitosan



Gambar L.4.1 Larutan kitosan

L.4.2 Pembuatan butiran kitosan terikatsilang TPP dan GLA



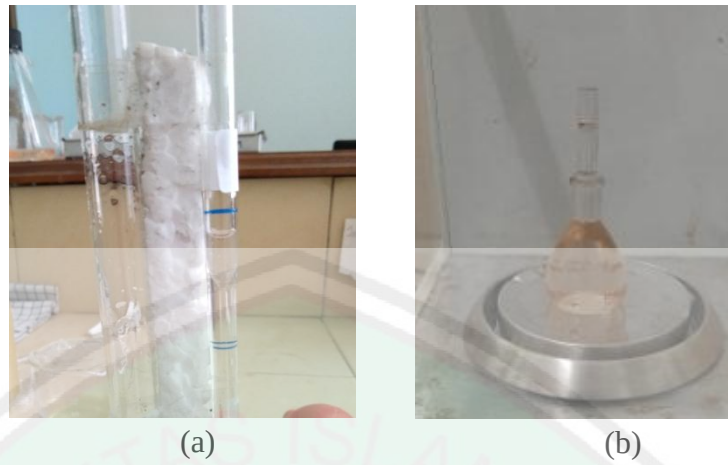
Gambar L.4.2 Larutan kitosan dalam TPP (a) dan butiran kitosan terikatsilang TPP dalam larutan GLA (b)

L.4.3 Butiran kitosan terikatsilang tripolifosfat dan glutaraldehid



Gambar L.4.3 Butiran kitosan kering

L.4.4 Uji viskositas dan densitas larutan kitosan



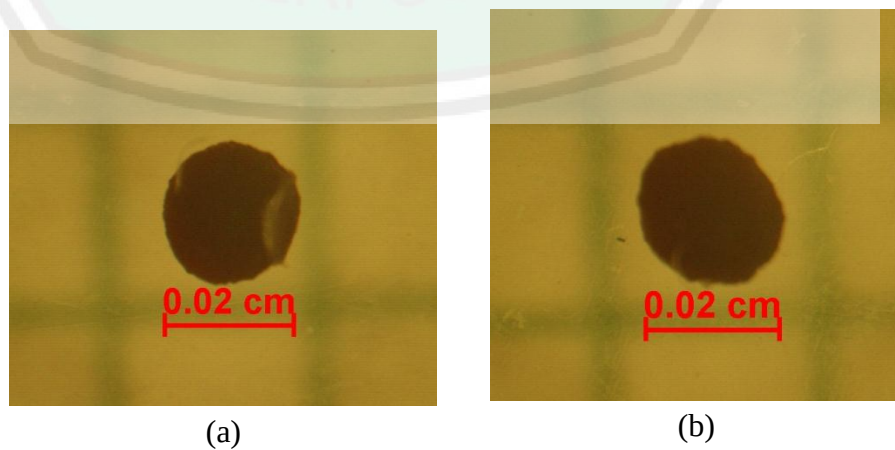
Gambar L.4.4 Uji viskositas (a) dan uji densitas (b)

L.4.5 Uji kelarutan butiran kitosan menggunakan larutan HCl 0,1 M



Gambar L.4.5 Uji kelarutan butiran kitosan

L.4.6 Uji swelling butiran kitosan menggunakan mikroskop optik



Gambar L.4.6 Uji *swelling* butiran kitosan sebelum perendaman (a) dan sesudah perendaman (b)

L.4.7 Penentuan kurva kalibrasi rhodamin B



Gambar L.4.7 Penentuan kurva kalibrasi rhodamin B

L.4.8 Adsorpsi rhodamin B menggunakan butiran kitosan



(a)

(b)

Gambar L.4.8 Rhodamin B sebelum adsorpsi (a) dan setelah adsorpsi (b)