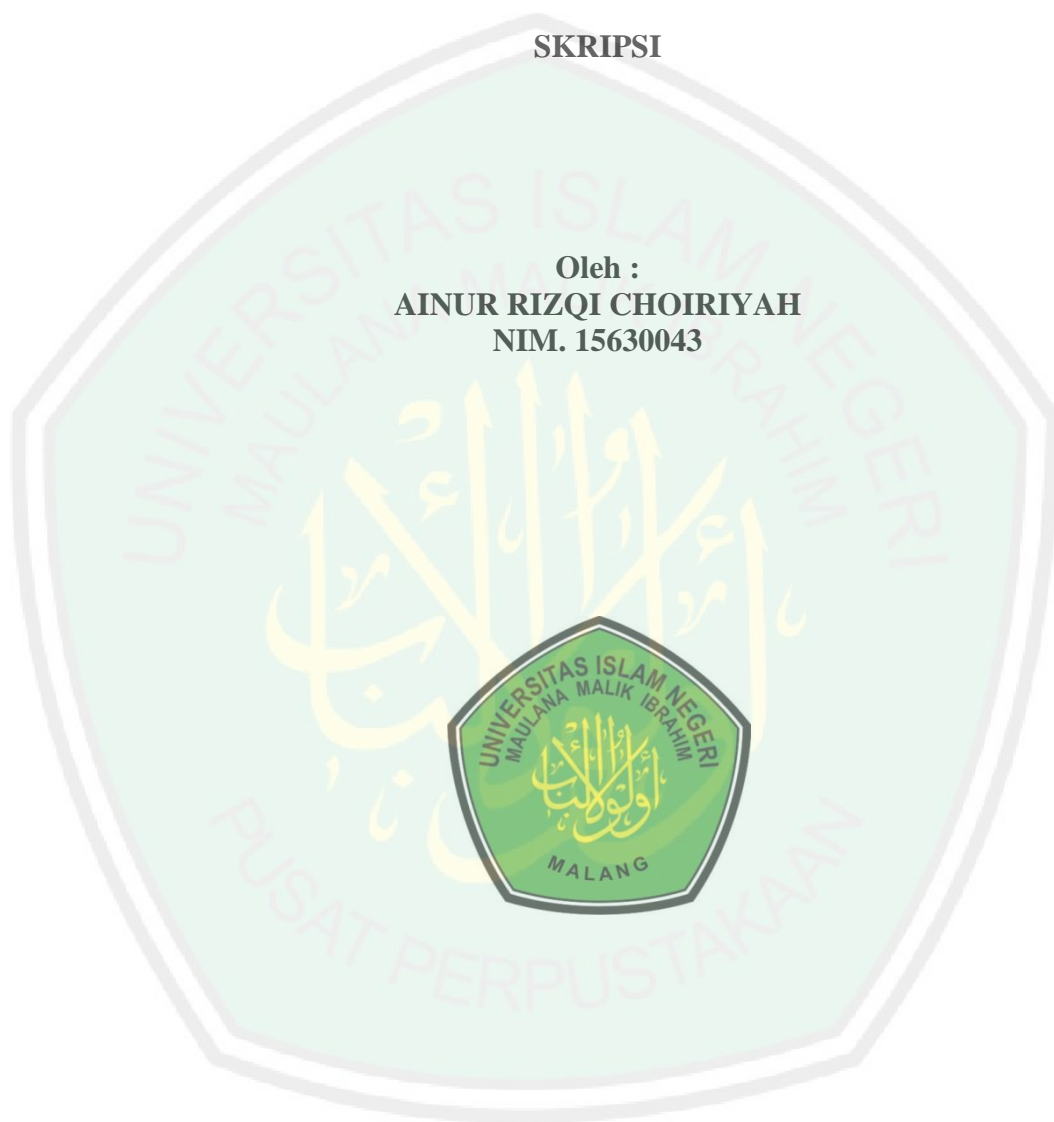


**KINETIKA DAN ISOTERM ADSORPSI ZAT WARNA RHODAMIN B
DENGAN MENGGUNAKAN BUTIRAN KITOSAN TERIKAT SILANG
TRIPOLIFOSFAT DAN EPIKLOROHIDRIN**

SKRIPSI

Oleh :
AINUR RIZQI CHOIRIYAH
NIM. 15630043



**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2019**

**KINETIKA DAN ISOTERM ADSORPSI ZAT WARNA RHODAMIN B
DENGAN MENGGUNAKAN BUTIRAN KITOSAN TERIKAT SILANG
TRIPOLIFOSFAT DAN EPIKLOOROHIDRIN**

SKRIPSI

Oleh :
AINUR RIZQI CHOIRIYAH
NIM. 15630043

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
2019

**KINETIKA DAN ISOTERM ADSORPSI ZAT WARNA RHODAMIN B
DENGAN MENGGUNAKAN BUTIRAN KITOSAN TERIKAT SILANG
TRIPOLIFOSFAT DAN EPIKLOOROHIDRIN**


SKRIPSI

Oleh :
AINUR RIZQI CHOIRIYAH
NIM. 15630043

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal: 03 Desember 2019

Pembimbing I

Pembimbing II


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


Dr. Akyunul Jannah, S.Si, M.P
NIP. 19750410 200501 2 009

**Mengetahui,
Ketua Jurusan**




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

**KINETIKA DAN ISOTERM ADSORPSI ZAT WARNA RHODAMIN B
DENGAN MENGGUNAKAN BUTIRAN KITOSAN TERIKAT SILANG
TRIPOLIFOSFAT DAN EPIKLOROHIDRIN**

SKRIPSI

Oleh:
AINUR RIZQI CHOIRIYAH
NIM. 15630043

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal: 10 Desember 2019

Penguji Utama : Rachmawati Ningsih, M.Si
NIP. 19810811 200801 2 010

(.....)

Ketua Penguji : Febi Yusniyanti, S.Si, M.Sc
NIP. LB 68004

(.....)

Sekretaris Penguji : Eny Yulianti, M.Si
NIP. 19760611 200501 2 006

(.....)

Anggota Penguji : Dr. Akyunul Jannah, S.Si, M.P
NIP. 19750410 200501 2 009

(.....)

Mengesahkan,
Ketua Jurusan



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

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ainur Rizqi Choiriyah

NIM : 15630043

Jurusan : Kimia

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul penelitian : Kinetika dan Isoterm Adsorpsi Zat Warna Rhodamin B
dengan Menggunakan Butiran Kitosan Terikat Silang
Tripolifosfat dan Epiklorohidrin

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 mencampurkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan maka saya bersedia menerima sanksi perbuatan tersebut.

Malang, 19 Desember 2019
Yang membuat pernyataan,



Ainur Rizqi Choiriyah
NIM. 15630043

PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT, Skripsi atau tugas akhir ini saya persembahkan kepada orang-orang penting yang saya sayangi yaitu Ayah H.Syamsul Abdullah, Ibu Hj.Nuri Syamsiah, Kakak Miftahur Rizqiyah, S.Kom, keluarga saya, Bapak-Ibu Dosen serta teman-teman saya. Saya sangat terimakasih kepada kedua orang tua, kakak dan keluarga saya karena mereka telah membesarkan dan mendidik saya hingga saya mencapai pada titik ini. Dan untuk keluarga, Bapak-Ibu dosen dan teman-teman terimakasih telah mengantar saya hingga saya mendapatkan gelar sarjana ini. Jikalau bukan karena dukungan mereka, saya bukanlah siapa-siapa yang dapat menyelesaikan studi, berdiri memakai toga yang sangat membanggakan ini. Syukron Katsir, Jazakumullah Khairan.



KATA PENGANTAR

السَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat taufiq hidayah serta inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan studi di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang sekaligus telah menyelesaikan tugas akhir/skripsi dengan judul “**Adsorpsi Zat Warna Rhodamin B dengan Menggunakan Butiran Kitosan Terikat Tripolifosfat dan Epiklorohidrin**” ini dengan baik.

Shalawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada junjungan nabi besar Nabi Muhammad SAW yang telah membimbing umatnya dari jalan jahiliyah yang gelap gulita menuju jalan yang terang benderang yakni Ad Dinul Islam.

Penyusunan skripsi ini penulis susun dengan harapan semoga bisa memberikan wawasan baru dan menambah khazanah keilmuan yaitu dalam bidang ilmu pengetahuan. Selain hal tersebut, penyusunan skripsi ini penulis susun untuk memenuhi tugas akhir dalam menyelesaikan program Strata Satu (S1) Sarjana Sains Jurusan Kimia Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Selanjutnya penulis sampaikan ucapan terimakasih atas dukungan, bimbingan, dan do'a dari semua pihak yang tidak lepas dari proses penyusunan tugas akhir/skripsi ini. Oleh karena itu, penulis menyampaikan rasa hormat serta ucapan terimakasih kepada :

1. Ayah H. Syamsul Abdullah dan Ibu Hj. Nuri Syamsiah serta kakak Miftahur Rizqiyah, S.Kom tercinta yang telah sabar dan ikhlas merawat, mendidik, dan membesarkan penulis serta senantiasa mendo'akan dan merestui penulis dalam menuntut ilmu hingga mencapai pendidikan sarjana.
2. Bapak Prof. Dr. H. Abdul Haris, M.Ag, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Ibu Dr. Sri Harini, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Ibu Elok Kamilah Hayati, M.Si, selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

5. Ibu Eny Yulianti, M.Si selaku Dosen Pembimbing I, Ibu Dr. Akyunul Jannah, S.Si, M.P selaku Dosen Pembimbing II, Ibu Armeida Dwi R Madjid, M.Si, selaku Dosen Pembimbing awal, Ibu Febi Yusniyanti, S.Si, M.Sc selaku konsultan dan Ibu Rachmawati Ningsih, M.Si selaku penguji utama yang telah banyak memberikan arahan, nasihat dan motivasi dalam penyusunan skripsi ini.
6. Seluruh dosen Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang ikhlas mengajarkan ilmu dan membimbing penulis.
7. Anggi Citra Alfiroh, Nisrina Nur Mahmudha, Nurul Maghfiroh dan Miftahul Jannah Munawwaroh yang telah banyak menyemangati penulis dalam menyusun skripsi.
8. Semua pihak yang ikut membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir/skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, saran dan kritik dari berbagai pihak sangat diharapkan demi terwujudnya karya yang lebih baik dimasa yang akan datang. Penulis juga berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan khususnya bagi penulis secara pribadi. *Amin ya Rabbal Alamin.*

وَالسَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Malang, Desember 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN ORISINILITAS	iv
PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
ABSTRAK	xiii
ABSTRACT	xiv
المستخلص	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian	7
1.4 Manfaat Penelitian	7
1.5 Batasan Masalah	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Kitosan	8
2.2 Modifikasi Kitosan	9
2.2.1 Pengikatan Silang dengan Epiklorohidrin	9
2.2.2 Pengikatan Silang dengan Tripolifosfat	11
2.3 Rhodamin B	13
2.4 Karakterisasi	14
2.4.1 Mikroskop Optik	14
2.4.2 Spektrofotometer UV-Vis	15
2.5 Adsorpsi	16
2.5.1 Pengaruh pH	16
2.5.2 Pengaruh Waktu Kontak	17
2.5.3 Pengaruh Konsentrasi Adsorbat	20
2.5.3.1 Isoterm Adsorpsi Langmuir	20
2.5.3.2 Isoterm Adsorpsi Freundlich	22
2.6 Perspektif Islam dan Sains	24
BAB III METODE PENELITIAN	29
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	29
3.2 Alat dan Bahan	29
3.2.1 Alat	29
3.2.2 Bahan	29
3.3 Rancangan Penelitian	29
3.3.1 Pembuatan Butiran Kitosan	29

	ix
3.3.2 Penentuan Daya Pembang (Swelling)	30
3.3.3 Kemampuan Butiran Kitosan mengadsorpsi rhodamin B	30
3.3.3.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum (λ_{max})	30
3.3.3.2 Pembuatan Kurva Kalibrasi	30
3.3.3.3 Penentuan pH Optimum Adsorpsi Rhodamin B.....	30
3.3.3.4 Penentuan Kinetika Adsorpsi Rhodamin B	31
3.3.3.5 Penentuan Isoterm Adsorpsi Rhodamin B	31
3.4 Analisa Data	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1 Pembuatan Butiran Kitosan	35
4.2 Analisis Rhodamin B Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis	42
4.2.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum (λ_{max})	42
4.2.2 Pembuatan Kurva Kalibrasi	44
4.3 Kemampuan Butiran Kitosan dalam Mengadsorpsi Rhodamin B	45
4.3.1 Penentuan pH Optimum Adsorpsi Rhodamin B	45
4.3.2 Penentuan Kinetika Adsorpsi Rhodamin B	49
4.3.3 Penentuan Isoterm Adsorpsi Rhodamin B	53
4.4 Manfaat Kitosan untuk Kesetimbangan Alam dalam Perspektif Islam	55
BAB V PENUTUP.....	59
5.1 Kesimpulan	59
5.2 Saran	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN	67



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik dari Rhodamin B	13
---	----



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Kitosan	8
Gambar 2.2 Pengikatan Kitosan-Epiklorohidrin (ECH)	10
Gambar 2.3 Pengikatan Kitosan-Tripolifosfat (TPP)	12
Gambar 2.4 Struktur Kimia Rhodamin B	13
Gambar 2.5 Struktur Rhodamin B dalam Suasana Asam dan zwitter ion	14
Gambar 2.6 Panjang Gelombang Maksimum Zat Warna Rhodamin B	15
Gambar 2.7 Kurva Kalibrasi Zat Warna Rhodamin B	16
Gambar 2.8 Ilustrasi Isoterm Adsorpsi Langmuir.....	21
Gambar 2.9 Grafik Pola Isoterm Adsorpsi Langmuir	22
Gambar 2.10 Ilustrasi Isoterm Adsorpsi Freundlich	22
Gambar 2.11 Grafik Pola Isoterm Adsorpsi Freundlich	23
Gambar 4.1 Mekanisme <i>in-liquid curing</i> dari <i>coacervation</i> kitosan-TPP	36
Gambar 4.2 Butiran Kitosan saat a) ditetaskan, b) setelah Berjalannya Waktu	37
Gambar 4.3 Butiran Kitosan-TPP selama Berjalannya Waktu	38
Gambar 4.4 Reaksi pemutusan cincin epiklorohidrin.....	39
Gambar 4.5 Reaksi pengikatan silang kitosan dengan epiklorohidrin	39
Gambar 4.6 Butiran Kitosan a) Sebelum dan b) Sesudah Proses <i>Swelling</i>	41
Gambar 4.7 Panjang Gelombang Maximum (λ_{max}) Rhodamin B.....	42
Gambar 4.8 Kurva tingkat energi transisi elektronik	43
Gambar 4.9 Kurva Kalibrasi Rhodamin B	44
Gambar 4.10 Pengaruh pH terhadap Kapasitas Adsorpsi Rhodamin B	46
Gambar 4.11 Pengaruh pH terhadap Perubahan Warna Butiran Kitosan	47
Gambar 4.12 Perbandingan Butiran Kitosan Kering dan setelah Adsorpsi	49
Gambar 4.13 Pengaruh Waktu Kontak terhadap Kapasitas Adsorpsi	50
Gambar 4.14 Kurva Kinetika Orde Nol	51
Gambar 4.15 Kurva Kinetika Pseudo Orde Pertama	52
Gambar 4.16 Kurva Kinetika Pseudo Orde Kedua	52
Gambar 4.17 Pengaruh Konsentrasi terhadap Kapasitas Adsorpsi	53
Gambar 4.18 Kurva Isoterm Langmuir	54
Gambar 4.19 Kurva Isoterm Freundlich	55

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Kerangka Berfikir	67
Lampiran 2 Diagram Alir	68
1.1 Pembuatan Butiran Kitosan	68
1.2 Kemampuan Butiran Kitosan dalam Adsorpsi Rhodamin B	69
1.2.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum	69
1.2.2 Penentuan Kurva Kalibrasi	69
1.2.3 Penentuan pH Optimum Adsorpsi	70
1.2.4 Penentuan Kinetika Adsorpsi	70
1.2.5 Penentuan Isoterm Adsorpsi	71
Lampiran 3 Perhitungan Reagen	72
3.1 Pembuatan Larutan Asam Asetat 5%	72
3.2 Pembuatan Larutan Tripolifosfat 10%	73
3.3 Pembuatan Larutan Epiklorohidrin 5%	73
3.4 Pembuatan Larutan NaOH 1M	75
3.5 Pembuatan Larutan NaOH 0,1 M	75
3.6 Pembuatan Larutan HCl 1M	76
3.7 Pembuatan Larutan HCl 0,1M	76
3.8 Pembuatan Larutan Rhodamin B 1000 ppm	77
Lampiran 4 Perhitungan Hasil Penelitian	78
4.1 Penentuan Diameter Butiran Kitosan	78
4.2 Penentuan pH Optimum Adsorpsi Rhodamin B	79
4.3 Penentuan Waktu Kontak Optimum dan Kinetika Adsorpsi Rhodamin B	80
4.4 Penentuan Konsentrasi Optimum dan Isoterm Adsorpsi Rhodamin B	84
Lampiran 5 Dokumentasi	87
Lampiran 6 Data Analisis	90

ABSTRAK

Choiriyah, Ainur Rizqi. 2019. **Kinetika dan Isoterm Adsorpsi Zat Warna Rhodamin B dengan Menggunakan Butiran Kitosan Terikat Silang Tripolifosfat dan Epiklorohidrin**. *Skripsi*. Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing I: Armeida D.R. Madjid, M.Si dan Eny Yulianti, M.Si; Pembimbing II: Dr. Akyunul Jannah, S.Si, M.P.

Kata Kunci: Adsorpsi, Butiran Kitosan, Isoterm, Kinetika, pH, Rhodamin B, UV-Vis.

Rhodamin B merupakan zat warna sintesis yang sulit didegradasi oleh mikroorganisme secara alami karena mengandung gugus amino dan inti benzena. Rhodamin B bersifat toksik yang dapat menyebabkan iritasi berupa dermatitis, kulit berlendir, mual, sakit kepala, diare, kerusakan pada ginjal, dan anemia, bahkan Rhodamin B dapat menyebabkan kanker dan kegagalan fungsi hati. Penurunan kadar zat warna Rhodamin B dalam lingkungan dapat melalui proses adsorpsi menggunakan adsorben kitosan. Kitosan memiliki kemampuan adsorpsi zat warna dikarenakan memiliki gugus fungsi amino dan hidroksil. Stabilitas kitosan dalam asam rendah, oleh karena itu, kitosan diikat silang dengan tripolifosfat dan epiklorohidrin. Pengikatan silang akan memaksimalkan proses adsorpsi. Penelitian dilakukan dengan pembuatan butiran kitosan yang diikat silang dengan tripolifosfat dan epiklorohidrin dengan perbandingan kitosan:tripolifosfat:epiklorohidrin sebesar 10:25:25. Karakterisasi butiran kitosan dilakukan dengan menggunakan perubahan diameter dari hasil uji daya pengembang (*swelling*) dan dianalisis menggunakan mikroskop optik dengan perhitungan aplikasi *image-J*. Uji kemampuan adsorpsi butiran kitosan terhadap zat warna Rhodamin B menggunakan parameter: panjang gelombang maksimum, pengaruh variasi pH, waktu kontak dan konsentrasi adsorbat (Rhodamin B). Berdasarkan data waktu kontak, plot ke dalam persamaan orde nol, *pseudo* orde pertama, dan *pseudo* orde kedua untuk menentukan kinetika adsorpsi. Data variasi konsentrasi diplot ke dalam persamaan isoterm adsorpsi Langmuir dan Freundlich untuk menentukan isoterm adsorpsi. Konsentrasi zat warna Rhodamin B sebelum dan sesudah proses adsorpsi dianalisis dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum Rhodamin B yaitu 554,1 nm. Hasil Penelitian menunjukkan persen diameter 0,4866%. Butiran kitosan optimum mengadsorpsi Rhodamin B pada pH 5, waktu kontak 24 jam dan konsentrasi 15 ppm. Adsorpsi secara monolayer terjadi pada proses adsorpsi Rhodamin B dengan butiran kitosan dengan kapasitas adsorpsi 0,0929 mg/g dan konstanta Langmuir (K_L) -0,1155 L/mg. *Pseudo* orde pertama merupakan kinetika adsorpsi dengan konstanta laju (k_1) 0,0413 (jam^{-1}).

ABSTRACT

Choiriyah, Ainur Rizqi. 2019. **Kinetics and Isotherms Adsorption of Rhodamin B Using Chitosan Beads Crosslinked with Tripolyphosphate and Epichlorohydrin.** *Thesis.* Chemistry Department, Science and Technology Faculty, State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Supervisor I: Armeida D.R. Madjid, M.Si and Eny Yulianti, M.Si. Supervisor II: Dr. Akyunul Jannah, S.Si, M.P.

Keywords: Adsorption, Chitosan beads, Isotherms, Kinetics, pH, Rhodamin B, UV-Vis,

Rhodamine B is a synthetic dye which is difficult to degraded by microorganisms naturally because it contains amino groups and benzene nuclei. Rhodamine B is toxic because can cause irritation such as dermatitis, slimy skin, nausea, headache, diarrhea, kidney damage, and anemia. Rhodamine B also can cause cancer and liver failure. The decrease of Rhodamine B dye in the environment can be through the process of adsorption using chitosan adsorbent. Chitosan has ability to adsorb dyes due to its amino and hydroxyl functional groups. The stability of chitosan in acid is low, therefore, chitosan is cross-linked with tripolyphosphate and epichlorohydrin. Crosslinking will maximize the adsorption process. In this research, chitosan beads is crosslinked with tripolyphosphate and epichlorohydrine using ratio chitosan: tripolyphosphate:epichlorohydrine is 10:25:25. Chitosan beads were characterized using swelling method to determine the change in diameter and analyzed using optical microscope with calculation from image-J application. The adsorption ability of chitosan beads on Rhodamin B was tested using the parameters of maximum wavelength, effect of pH variation, contac time and adsorbate concentration. Based on contac time data, plot them into zero order, pseudo first order, and pseudo second order equations to determine the kinetic adsorption. Plot the variation of concentration into Langmuir and Freundlich equations to determine the isotherm adsorption. The concentration of Rhodamine B before and after adsorption process was analyzed by UV-Vis spectrophotometer at maximum wavelength of 554,1 nm. Tthe result of this research showed that percent of change in diameter is 0.4866%. Chitosan beads adsorb Rhodamine B optimally at pH 5 with contact time of 24 and concentration of 15 ppm. Monolayer adsorption dominates the uptake of Rhodamine B adsorption processes in chitosan beads with adsorption capacities obtained from Langmuir equation is 0.0929 mg/g and Langmuir constant (K_L) is -0.1155 L/mg. Pseudo first order described the kinetics of adsorption processes with rate constant (k_1) of 0.0413 (hour^{-1}).

المستخلص

خيرية , عينور الرزق. ٢٠١٩. الحركية وحظ التحارر من مادة لونية من رودامين ب باستخدام حبيبات الكيتوزان المقيدة المتصلبة بترايوليفوسفيت وإبيكلوروهدرين. بحث جامعي. قسم الكيمياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرفة الأولى: أرميدا د.ر. مجيد، الماجستير و إيني يوليانتى، الماجستير؛ المشرفة الثانية: دكتوراة أعين الجنة

الكلمات الرئيسية: الامتزاز، حبيبات الكيتوزان، حظ التحارر، حركية، الأس الهيدروجيني، رودامين ب، مقياس الطيف فوق البنفسج المرئي

يعتبر رودامين ب بأنه مادة لونية مصطنعة يصعب انحطاطها من قبل المكروب بشكل طبيعي لأنه يحتوي على مجموعة أمينو وعين بنزين. وكان رودامين ب سميًا ويسبب إلى التهيج، التهاب الجلد، الجلد السائل، الغيثان، الصداع، الإسهال، تلف الكلية، فقر الدم بل السرطان وفشل الكبد. تدهور قدر المادة اللونية لرودامين ب في البيئة يحدث في عملية الامتزاز باستخدام امتزاز الكيتوزان. فالكيتوزان له فدرية امتزازية لأن له مجموعة أمينو وهيدروكسيل. فاستقرارية كيتوزان في الحمض يكون منخفضًا، فيحتاج إلى قيده بشكل صليب بترايوليفوسفيت وإبيكلوروهدرين. فالفيد المتصلب سوف يكمل عملية الاعتزاز. يتم البحث بصناعة حبيبات الكيتوزان المقيدة المتصلبة بترايوليفوسفيت وإبيكلوروهدرين بالمقارنة بين كيتوزان:ترايوليفوسفيت:إبيكلوروهدرين قدر ١٥:٢٥:٢٥. ويتم تمكين حبيبات الكيتوزان باستخدام تغير القطري من التورم ويحلل باستخدام المجهر الضوئي بحساب تطبيق *image-J*. وأما اختبار قدرة الامتزاز لحبيبات الكيتوزان نحو المادة اللونية رودامين ب باستخدام معيار: طول الموج الكامل، تأثير نوعية ، الأس الهيدروجيني، وقت الاتصال وتركيز الامتزاز (رودامين ب). استنادا على البيانات، تم التشديد البيانات النوعية لموعد الاتصال، التماثل لترتيب الصفر، زائف الترتيب الأول، وزائف الترتيب الثاني لتعيين حركية الامتزاز نحو معادلة أيسوثرم لامتزاز لانجموير وفريندليش. ويتم تحليل تركيز المادة اللونية رودامين ب قبل عملية الامتزاز وبعدها بمقياس الطيف فوق البنفسج المرئي في امتداد الموج الكامل من رودامين ب وهو ٥٥٤,١ نانومتر. فنتائج البحث تدل على أن نسبة القطري من امتزاز حبيبات الكيتوزان نحو رودامين ب في الأس الهيدروجيني ٥ في مئوية ٤٨٨٦%، وقت الاتصال ٢٤ ساعة بتركيز ١٥ مختصر جزء بالمليون. فتحدث عملية الامتزاز في الطبقة الواحدة في عملية الامتداد بين رودامين ب وحبيبات كيتوزان بمحتويات الامتزازة ٠,٠٩٢٩ ميلليغرام/غرام بثبات لانجموير (K_L) ٠,١١٥٥ - ل/ميلليغرام. فالزائف الأول هو حركية المتزاز بثبات المعدل (K₁) ٠,٠٤١٣ (الساعة⁻¹).

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Rhodamin B merupakan zat warna sintesis yang memiliki struktur rumit yaitu mengandung gugus amino yang bersifat basa dan inti benzena. Oleh karena itu, Rodhamin B termasuk senyawa yang sulit didegradasi oleh mikroorganisme secara alami (Safni dkk, 2009; Setiyanto dkk, 2015). Zat warna Rhodamin B banyak digunakan secara luas dalam proses industri, baik industri tekstil, industri kertas, plastik, cat, tinta bahkan ada beberapa makanan yang mengandung zat pewarna berbahaya ini. Limbah pewarna sintesis, khususnya untuk pewarna tekstil sangat berbahaya bagi kehidupan, terutama kehidupan di air (Mahatmanti dkk, 2017; Purnamawati dkk, 2015; Safni dkk, 2009). Rhodamin B merupakan senyawa toksik karena mengandung senyawa klorin (Cl) yang berbahaya dan reaktif (Hidayah dkk, 2017). Rhodamin B yang apabila terkontaminasi dalam tubuh manusia, dapat menyebabkan iritasi berupa dermatitis, kulit berlendir, mual, sakit kepala, diare, kerusakan pada ginjal, dan anemia, bahkan Rhodamin B dapat menyebabkan kanker dan kegagalan fungsi hati (Gupta dkk, 2000; Mahatmanti dkk, 2017).

Penurunan kadar Rhodamin B dalam lingkungan dapat menggunakan beberapa metode yaitu flotasi, koagulasi, oksidasi, adsorpsi, presipitasi, pembentukan senyawa kompleks, ekstraksi pelarut, pertukaran ion dan pemisahan dengan menggunakan membran (Gupta dkk, 2000; Mahatmanti dkk, 2017). Adsorpsi merupakan metode yang murah, mudah, efisiensi tinggi, bersih karena tidak menimbulkan endapan lumpur seperti proses koagulasi serta dapat di regenerasi (Gupta dkk, 2000; Nisfayati dkk, 2017). Salah satu adsorben yang

digunakan dalam proses adsorpsi yaitu kitosan. Kitosan merupakan senyawa turunan dari kitin yang ada pada kulit udang dan cangkang kepiting. Senyawa tersebut memiliki manfaat karena Allah menciptakan segala sesuatu tanpa ada yang sia-sia seperti yang Allah SWT jelaskan dalam firman-Nya:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمُوتِ وَالْأَرْضِ وَأَخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِأُولِي الْأَلْبَابِ ﴿١٩٠﴾ الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَفُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمُوتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا تُسَبِّحُكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ﴿١٩١﴾

Artinya : “*Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal. (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadaan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): “Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia. Mahasuci Engkau, maka peliharalah kami dari siksa neraka”*. (Q.S Ali Imron : 190-191)

Menurut Al-Jazairi (2007) lafadz *سُبْحَانَكَ* dijelaskan bahwa Allah SWT bersifat Maha Suci. Kesucian Allah dibuktikan dengan menciptakan segala sesuatu tidak ada yang sia-sia. Apa yang Allah ciptakan semuanya memiliki hikmah yang dapat dijadikan pelajaran untuk memuliakan Allah dan mensyukuri nikmat yang Allah berikan. Lalu Allah tempatkan orang-orang yang mengingat dan memuliakan Allah dalam surga-Nya. Allah juga berfirman:

وَمَا خَلَقْنَا السَّمَاءَ وَالْأَرْضَ وَمَا بَيْنَهُمَا بَطْلًا ۚ ذَٰلِكَ 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.*” (Q.S Shaad : 27)

Berdasarkan Surat Shaad ayat 27 diatas, Allah telah menjelaskan bahwa segala sesuatu yang Allah ciptakan itu ada manfaatnya, tidak ada yang sia-sia. Baik itu hewan, tumbuhan dan segala sesuatu yang ada di bumi dan di langit. Oleh karena

itu, sebagai makhluk Allah sudah selayaknya kita berfikir untuk mengambil faedah, hidayah, serta menggambarkan keagungan Allah, dengan memanfaatkan alam yang Allah ciptakan. Salah satunya yaitu limbah kulit udang dan cangkang kepiting yang produksinya sangat besar. Menurut statistik perikanan yaitu 325.000 ton (Basuki dan Sanjaya, 2009) dan 39,433 ton (Arif dkk, 2013). Limbah tersebut, apabila dibiarkan, akan membusuk di alam. Namun, apabila kita meninjau lebih lanjut limbah tersebut, pasti memiliki manfaat. Manfaat tersebut, dapat dilihat dari kandungan pada limbah, salah satunya senyawa kitin. Kitin yang ada pada kulit udang dan cangkang kepiting sangat berlimpah, yaitu sebesar 42-57% dan 50-60% (Basuki dan Sanjaya, 2009). Kitin dapat diturunkan menjadi kitosan dan dapat dimanfaatkan untuk mengelolah limbah perairan.

Pemilihan adsorben kitosan selain memanfaatkan limbah yang ternyata juga dapat bermanfaat, juga dikarenakan murah, mempunyai selektivitas yang tinggi, biodegradabel, dan biokompatibel. Kitosan juga mudah dibentuk menjadi material berbentuk *film*, membran, jaringan, spons, gel, *beads* dan nanopartikel (Crini dan Badot, 2008; Mengatto dkk, 2013). Kitosan merupakan senyawa polimer kationik reaktif yang mengandung gugus amino dan hidroksil, hal ini memberikan muatan pada kitosan agar berpotensi sebagai adsorben untuk zat warna anionik maupun kationik (Lazaridis dkk, 2007; Sheshmani dkk, 2014). Kitosan memiliki stabilitas kimia yang rendah, yang menyebabkan kitosan mudah larut dalam asam, salah satunya dalam HNO_3 , CH_3COOH dan HCl . Stabilitas kimia kitosan dapat ditingkatkan dengan cara memodifikasi kitosan tersebut (Nitsae dkk, 2016). Kitosan dapat dimodifikasi secara fisik maupun kimia untuk memperkecil ukuran partikel dan memperluas permukaan dari kitosan dengan cara *composite*, *grafting*

dan *crosslink*. Proses yang banyak digunakan dan mudah dilakukan yaitu proses *crosslink* (ikat silang). Pengikatan silang dilakukan untuk meningkatkan adsorpsi larutan yang bersifat asam maupun basa (Crini dan Badot, 2008).

Senyawa yang dapat digunakan sebagai pengikat silang secara kimia yaitu glutaraldehid (GLA), epiklorohidrin (ECH) dan etilen glikol diglisidil eter (EGDE). Penelitian ini menggunakan senyawa epiklorohidrin untuk memodifikasi kitosan agar menghasilkan adsorpsi yang lebih tinggi. Penggunaan epiklorohidrin dikarenakan epiklorohidrin tidak menghilangkan gugus fungsi amina kationik dari kitosan yang bertugas mengikat pewarna anionik. Epiklorohidrin juga membentuk pori adsorben menjadi lebih besar, sehingga meningkatkan daya adsorpsi (Crini dan Badot, 2008; Kim dkk, 2012; Madjid dkk, 2015). Selain modifikasi kimia, dapat pula dilakukan modifikasi fisika dengan menambahkan pengikat silang yaitu tripolifosfat (Mengatto dkk, 2013). Tripolifosfat merupakan senyawa anionik non-toksik yang dapat berinteraksi dengan kitosan melalui gaya elektrostatis yaitu interaksi ionik antara gugus amina (NH_2) dari kitosan dan senyawa tripolifosfat. Tripolifosfat membentuk butiran kitosan yang lebih kecil dan kaku (Nga dan Fatinathan, 2010; Nitsae dkk, 2016). Modifikasi kitosan pada penelitian ini menggunakan ikat silang dengan epiklorohidrin dan tripolifosfat karena pada penelitian Laus dkk (2010), kapasitas adsorpsi kitosan yang termodifikasi oleh epiklorohidrin dan tripolifosfat tinggi yaitu 130,72 mg/g untuk logam Cu(II), 83,75 mg/g untuk logam Cd(II) dan 166,94 mg/g untuk logam Pb(II).

Proses adsorpsi rhodamin B dengan metode *batch* dan dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu pH, waktu kontak atau waktu selama proses adsorpsi, dan konsentrasi adsorbat. pH akan mempengaruhi gugus NH_2 pada kitosan dimana

gugus tersebut berperan dalam adsorpsi zat warna anionik maupun kationik. Selain mengubah muatan kitosan, pH juga mengubah muatan dari Rhodamin B dalam melepas Cl dan H pada gugus karboksil. Waktu kontak mempengaruhi difusi dan interaksi adsorbat kedalam adsorben dimana waktu yang optimum akan mengadsorpsi adsorbat secara optimal. Waktu kontak akan mempengaruhi kinetika adsorpsi (kecepatan penyerapan adsorbat oleh adsorben) dan persamaannya yaitu orde nol, *pseudo* orde pertama dan *pseudo* orde kedua. Persamaan tersebut menentukan faktor yang berpengaruh terhadap proses adsorpsi. Penentuan kinetika adsorpsi berdasarkan perbandingan R^2 (Koyuncu dan Kul, 2014; Ngah dan Fatinathan, 2010; Nurmasari dkk, 2014; Sari dkk, 2017; Thahir dkk, 2013).

Konsentrasi adsorbat juga dapat mempengaruhi proses adsorpsi, dimana adsorbat dengan konsentrasi tertentu akan teradsorp sesuai dengan kapasitas adsorben. Kapasitas adsorpsi dapat menentukan persamaan isoterm adsorpsi. Isoterm adsorpsi menggambarkan interaksi anatara adsorbat dan adsorben pada keadaan setimbang. Persamaan isoterm adsorpsi yang umum digunakan yaitu persamaan isoterm Langmuir dan Freundlich. Isoterm Langmuir didasarkan pada asumsi bahwa adsorpsi hanya berlangsung pada satu lapisan (*monolayer*) dimana sisi aktif memiliki energi yang seragam (*homolayer*). Isoterm Freundlich didasarkan pada asumsi bahwa adsorpsi hanya berlangsung pada permukaan *multilayer* yakni adsorpsi bertambah dengan bertambahnya konsentrasi dan berlangsung pada adsorben yang sisi aktif nya memiliki energi yang *heterogen*. Penentuan pola adsorpsi dapat membandingkan nilai R^2 pada grafik antara pola isoterm Langmuir dan Freundlich (Jasmal dkk, 2015; Kim dkk, 2012; Renni dkk, 2018).

Kurniasih dkk (2014) dalam penelitiannya yaitu butiran kitosan mengadsorpsi rhodamin B optimum pada pH 3 dengan waktu kontak 180 menit yaitu dengan mengadsorpsi rhodamin B sejumlah 0,603 mg/g. Penelitian Inyibor dkk (2017), adsorpsi rhodamin B dalam limbah *endocarp* terikat kitosan memiliki pH optimum pada pH 4, waktu kontak optimum 120 menit, dan adsorpsi optimal pada konsentrasi Rhodamin B 300 mg/L, dengan adsorpsi isotherm multilayer Freundlich $R^2 = 0,9292$, kapasitas adsorpsi 217,39 mg/g dan kinetika *pseudo second order*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengadsorpsi zat warna Rhodamin B dalam larutan dengan menggunakan butiran kitosan yang terikat silang tripolifosfat dan epiklorohidrin sebagai adsorben dengan pengaruh beberapa parameter seperti pH, waktu kontak dan konsentrasi zat warna Rhodamin B. Proses adsorpsi menggunakan metode *batch* untuk penentuan kinetika dan isotherm adsorpsi pada kitosan dimana sangat penting hubungannya dalam menentukan kapasitas dan interaksi Rhodamin B dengan kitosan pada keadaan kesetimbangan.

1.1. Rumusan Masalah

Penelitian ini mengkaji rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah pengaruh pH terhadap proses adsorpsi Rhodamin B pada butiran kitosan yang telah dimodifikasi?
2. Bagaimana kinetika adsorpsi Rhodamin B pada butiran kitosan yang telah dimodifikasi?
3. Bagaimana isotherm adsorpsi Rhodamin B pada butiran kitosan yang telah dimodifikasi?

1.2. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui pengaruh pH terhadap proses adsorpsi Rhodamin B pada butiran kitosan yang telah dimodifikasi.
2. Untuk mengetahui kinetika adsorpsi Rhodamin B pada butiran kitosan yang telah dimodifikasi.
3. Untuk mengetahui isoterm adsorpsi Rhodamin B pada butiran kitosan yang telah dimodifikasi.

1.3. Manfaat Penelitian

Dengan mengetahui proses optimasi dalam pembuatan butiran kitosan atau modifikasi kitosan, diharapkan dapat meningkatkan efektifitas dari proses adsorpsi Rhodamin B pada limbah zat warna.

1.4. Batasan Masalah

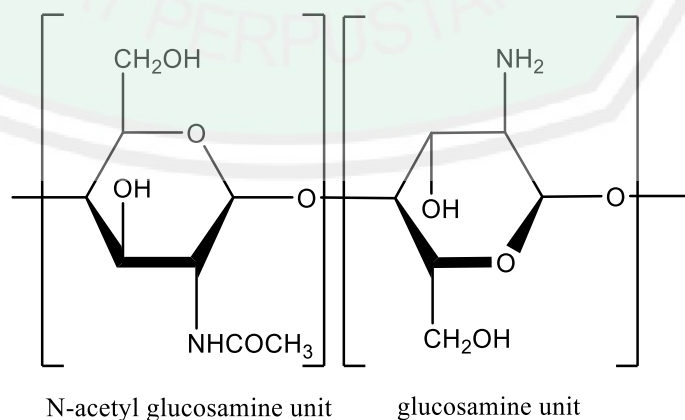
1. Butiran kitosan yang digunakan merupakan kitosan yang terikat silang dengan TPP 10% (v/v) dan ECH 5% (v/v).
2. Adsorpsi zat warna Rhodamin B dengan konsentrasi 10, 15, 20, dan 25 ppm.
3. Variasi pH yang digunakan 2- 9 dan variasi waktu kontak yaitu 0, 3, 6, 24 dan 28 jam.
4. Spektrofotometer UV-Vis yang digunakan yaitu Spektrofotometer Varian Tipe FT 100.
5. Proses adsorpsi menggunakan metode *batch*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kitosan

Kitosan merupakan suatu polimer alam berbentuk padatan amorf berwarna putih kekuningan dan bersifat polielektrolit. Kitosan (poly- β -(1 \rightarrow 4)-2-amino-2-deoxy-D-glucose, atau D-Glukosamina, atau senyawa dengan rumus $(C_6H_{11}NO_4)_n$ merupakan senyawa polimer kationik reaktif dari asam amino yaitu aminopolisakarida, dimana merupakan hasil proses N-deasetilasi dari senyawa kitin. Kitosan mengandung gugus amino dan hidroksil, hal ini memberikan muatan pada kitosan dan berpotensi mengadsorpsi zat warna anionik maupun kationik (Arif dkk, 2013; Dompeipen dkk, 2016; Inyinbor dkk, 2017; Kusumawati dan Tania, 2012; Lazaridis dkk, 2007). Kitosan memiliki berat molekul rata-rata sebesar 120.000 g/mol (Muzzarelli, 1977 dalam Nasution dkk, 2013). Kitosan memiliki pKa sekitar 6-6,5 dan merupakan polikationik dalam larutan asam (Caje dkk, 2017; Kurniasih dkk, 2014). Kitosan umumnya larut dalam asam organik yang memiliki pH 4-6,5 (Minna dkk, 1983 dalam Dompeipen dkk, 2016).



Gambar 2.1 Struktur kitosan (Crini dan Badot, 2008)

2.2. Modifikasi Kitosan

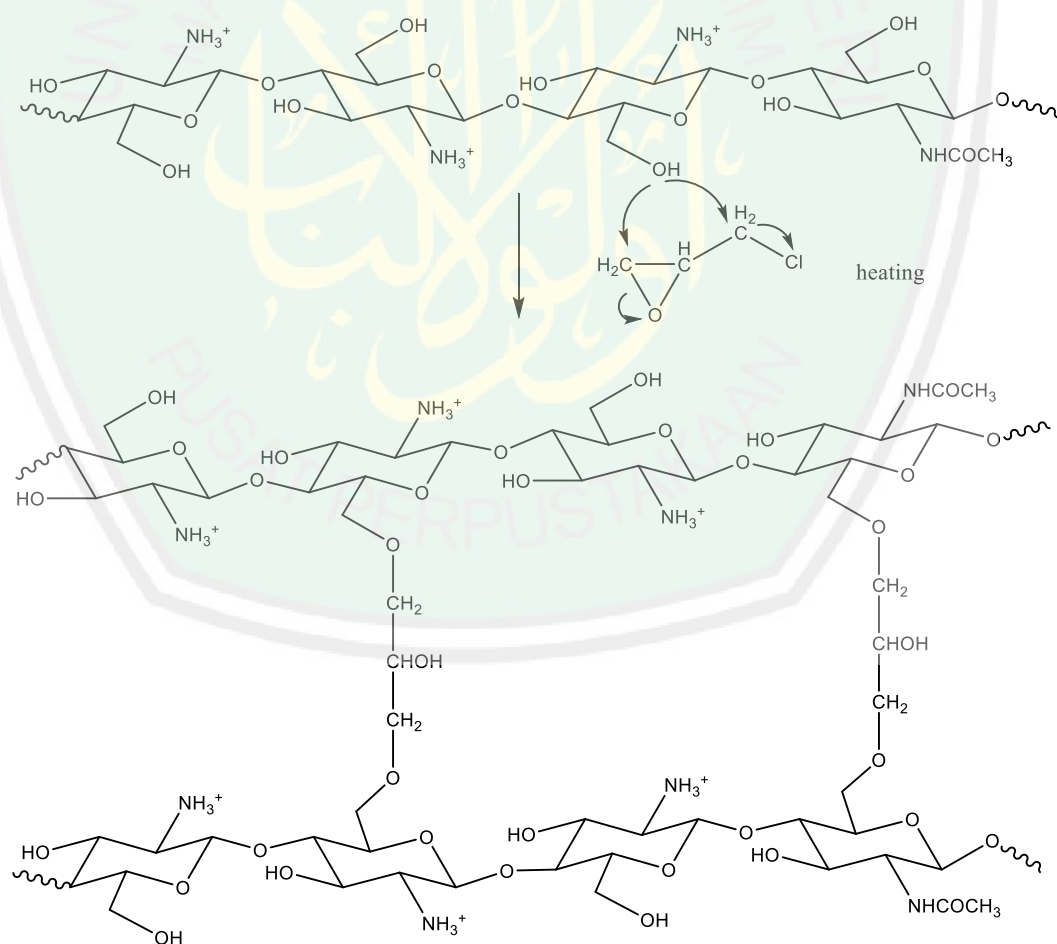
Kitosan memiliki stabilitas kimia yang rendah, hal ini dikarenakan kitosan dapat larut dalam asam, salah satunya dalam HNO_3 , HClO_4 , HCl dan sangat larut dalam CH_3COOH (Hastuti dkk, 2016). Stabilitas kimia kitosan dapat ditingkatkan dengan cara memodifikasi kitosan tersebut. Modifikasi kitosan dapat dilakukan secara fisik maupun kimia untuk memperkecil ukuran partikel dan memperluas permukaan dari kitosan, serta meningkatkan stabilitas kimia, salah satunya yaitu dengan pengikatan silang (Nitsae dkk, 2016).

2.2.1. Pengikatan Silang dengan Epiklorohidrin

Pengikatan silang merupakan suatu metode untuk meningkatkan stabilitas fisika dan kimia kitosan, terutama dalam suasana asam. Pengikatan silang juga dapat meningkatkan kapasitas adsorpsi, sehingga meningkatkan proses adsorpsi. Menurut penelitian Hastuti dkk (2016), kitosan yang diikat silang epiklorohidrin 25% memiliki kapasitas adsorpsi yang lebih tinggi yaitu senilai 89% dari pada kitosan saja dengan kapasitas adsorpsi 74% saat mengadsorp logam Cr(IV) pada limbah batik.

Pengikatan silang dapat menggunakan beberapa agen yaitu glutaraldehid, epiklorohidrin, dan etilen glikol diglisidil eter. Epiklorohidrin membuka cincin epoksi dengan bantuan proses pemanasan dan atom O pada gugus hidroksi (-OH) dari kitosan mendonorkan elektron kepada atom C pada cincin epoksi. Atom C pada cincin epoksi memiliki elektron berlebih, oleh karena itu, elektron akan berpindah dari ikatan antara C dan O ke atom O pada cincin epoksi membentuk O^- sehingga memutus ikatan antara C dan O. Kemudian, H pada gugus hidroksi (-OH) akan membentuk ikatan hidrogen dengan O^- . Atom O pada gugus hidroksi kitosan akan

mendonorkan elektron pada atom C yang berikatan dengan Cl. Atom C yang berikatan dengan Cl memiliki elektron berlebih dan tidak stabil, maka elektron akan berpindah menuju atom Cl dan melepaskan Cl menjadi unsur Cl⁻. Atom C₁ dan C₃ pada epiklorohidrin akan berikatan dengan gugus hidroksi (-OH) pada kitosan dan membentuk ikat silang yaitu ikatan kovalen (Caje dkk, 2017; Laus dkk, 2010). Penambahan pengikat silang epiklorohidrin (ECH) bertujuan untuk meningkatkan ukuran pori butiran agar stabilitas kimia kitosan dalam asam meningkat (Madjid dkk, 2015). Keunggulan penggunaan dari epiklorohidrin yaitu tidak menghilangkan fungsi kationik amina dari kitosan, dimana fungsinya sangat penting dalam mengadsorpsi pewarna anionik (Kim dkk, 2012).

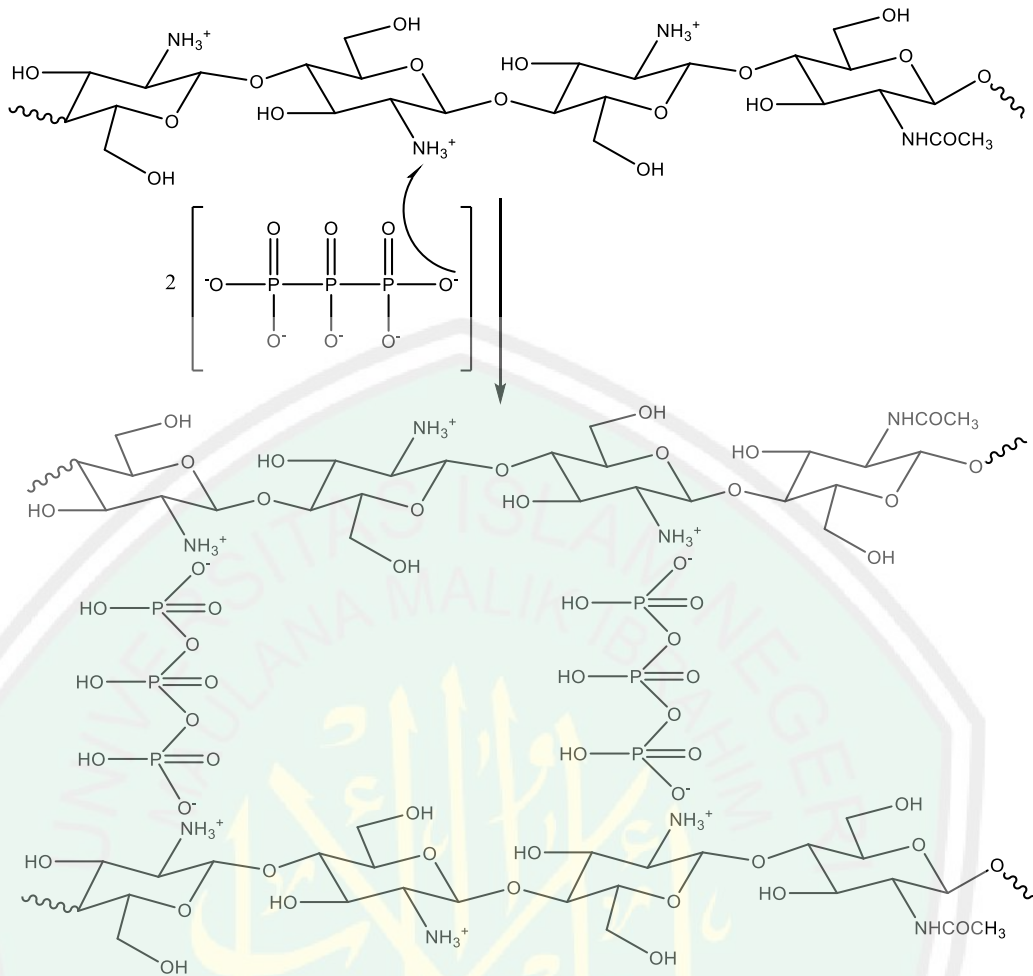


1Gambar 2.2 Pengikatan kitosan-ECH (Caje dkk, 2017; Laus dkk, 2010)

2.2.2. Pengikatan Silang dengan Tripolifosfat

Tripolifosfat merupakan polianion yang bersifat non toksik yang dapat berinteraksi dengan kitosan melalui gaya elektrostatis. Interaksi tersebut terjadi antara muatan positif gugus amina (NH_3^+) dari kitosan dengan muatan negatif tripolifosfat melalui interaksi ionik yaitu secara intermolekular dan intramolekular. Secara intermolekular, TPP akan meningkatkan jumlah pori yang terbentuk. Sedangkan secara intramolekular, TPP akan menyebabkan butiran kitosan semakin *rigid* (kaku) (Laus dkk, 2010; Madjid dkk, 2015; Nitsae dkk, 2016). Keunggulan penggunaan TPP yaitu tidak beracun, harganya murah (ekonomis) (Setiawan dkk, 2015), membentuk butiran yang lebih kaku yang dihasilkan dari reaksi antara gugus amin dengan $\text{P}_3\text{O}_{10}^{5-}$. Selain itu, TPP dapat pula membentuk butiran kitosan yang memiliki kapasitas adsorpsi yang lebih besar karena dapat memperkecil ukuran partikel dari kitosan, meningkatkan jumlah pori pada butiran kitosan, serta reaksi pembentukan butiran lebih cepat dan stabil dari pada NaOH (Madjid dkk, 2015; Rahayu dan Khabibi, 2016).

Proses yang terjadi saat pengikatan silang dengan tripolifosfat yaitu terjadinya transfer proton (H^+) menuju molekul kitosan yang menyebabkan gugus amina ($-\text{NH}_2$) berubah menjadi R-NH_3^+ saat penambahan asam asetat pada kitosan. Kemudian gugus positif R-NH_3^+ yaitu N bermuatan positif akan berinteraksi (menerima elektron) dengan ion negatif O dari $-\text{PO}_4$ dalam larutan tripolifosfat pada suasana asam (Lusiana dan Pranotoningtyas, 2018).



Gambar 2.3 Pengikatan kitosan:TPP (Lusiana dan Pranotoningtyas, 2018).

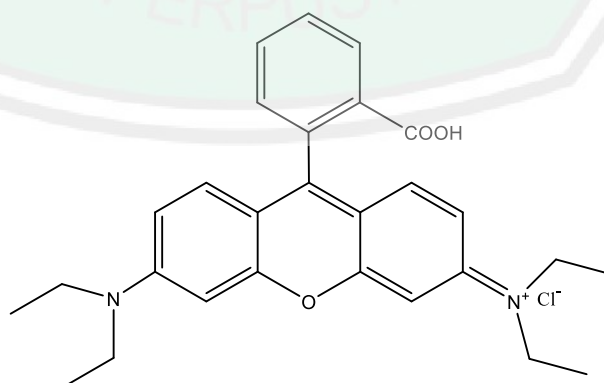
Kitosan yang telah terikat silang dengan epiklorohidrin dan tripolifosfat akan menghasilkan pori yang lebih besar, bentuk butiran (luas permukaan lebih lebar), dan meningkatkan sisi aktif NH_3^+ sehingga proses adsorpsi lebih optimal (Madjid dkk, 2015; Mardila dkk, 2014). Penelitian Madjid dkk, (2015), yaitu adsorpsi *metyl orange* menggunakan butiran kitosan memiliki kapasitas adsorpsi lebih besar dengan adanya penambahan TPP. Proses adsorpsi *metyl orange* optimum pada kitosan yang terikat silang dengan TPP 10% selama 12 jam yaitu sebanyak 12,5 mg/g.

2.3. Rhodamin B

Rhodamin B merupakan zat warna sintetis yang memiliki karakteristik berwujud padatan yaitu serbuk kristal, tidak berbau. Rhodamin B berwarna merah keunguan apabila dalam konsentrasi tinggi, tetapi berwarna merah menyala apabila dalam konsentrasi rendah (Kurniasih dkk, 2014). Rhodamin B memiliki struktur rumit yang memiliki gugus amino yang bersifat basa dan inti benzena. Oleh karena itu, rodhamin B termasuk senyawa yang sulit didegradasi oleh mikroorganisme secara alami (Setiyanto dkk, 2015). Rhodamin B merupakan senyawa toksik karena mengandung alkilating. Alkilating merupakan senyawa yang mengandung residu logam berat yang apabila terkontaminasi dalam tubuh manusia dapat menyebabkan iritasi berupa dermatitis, kulit berlendir, mual, sakit kepala, diare, kerusakan pada ginjal, dan anemia, bahkan rhodamin B dapat menyebabkan kanker dan kegagalan fungsi hati (Gupta dkk, 2000; Mahatmanti dkk, 2017).

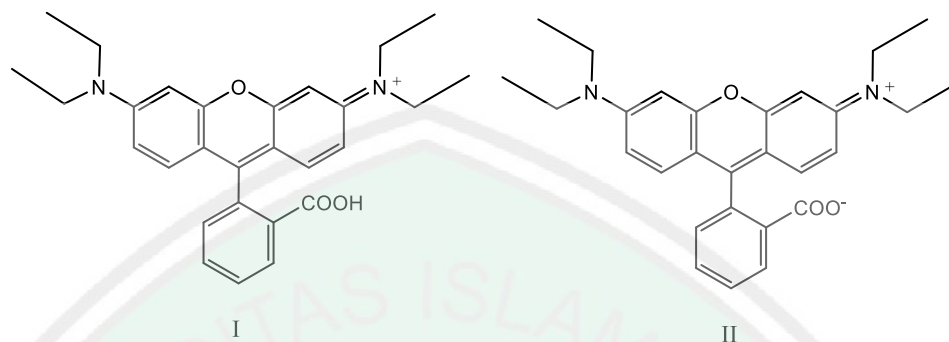
Tabel 2.1 Karakteristik dari Rhodamin B (Inyinbor dkk, 2017; Sadkowski dan Fleming, 1978)

Parameter	Nilai
Nama Senyawa	Rhodamin B
λ_{max}	554 nm
Rumus Molekul	$C_{28}H_{31}N_2O_3Cl$
Berat Molekul	479,02 g/mol



Gambar 2.4 Struktur kimia Rhodamin B (Akarsu dkk, 2006)

Rhodamin B bersifat zwitter ion pada pH 3,7 (Inyinbor dkk, 2017). Rhodamin B pada suasana asam, akan bermuatan positif atau kationik, tetapi pada suasana basa, akan membentuk anionik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.5



Gambar 2.5 Struktur Rhodamin B dalam suasana asam (I), zwitter ion (II) (Inyinbor dkk, 2015; Sadkowsi dan Fleming, 1978)

2.4. Karakterisasi

2.4.1. Analisis Mikroskop Optik pada Butiran Kitosan

Penentuan daya serap adsorben dapat menggunakan uji *swelling*, dimana secara umum dapat digunakan untuk mengidentifikasi kemampuan permukaan kitosan dalam mengikat air (sifat hidrofil) pada kurun waktu tertentu (Szymańska dan Winnicka, 2015). Penentuan besar pengembangan menggunakan mikroskop optik, dimana merupakan alat yang digunakan untuk pengambilan gambar dimana gambar tersebut digunakan dalam analisis (Chang dan Hartel, 2002). Gambar yang telah diambil menggunakan mikroskop optik, menunjukkan piksel gambar yang terlalu rumit sehingga sulit untuk dianalisis. Oleh karena itu, dilakukan pendekatan penentuan luas area sehingga dapat digunakan untuk penentuan diameter menggunakan aplikasi *image-J* (Priyadi dkk, 2015). *Software image-J* umumnya digunakan untuk menganalisa ukuran partikel baik secara homogen maupun tidak (Desiati dkk, 2018). Penentuan diameter menggunakan persamaan 2.2:

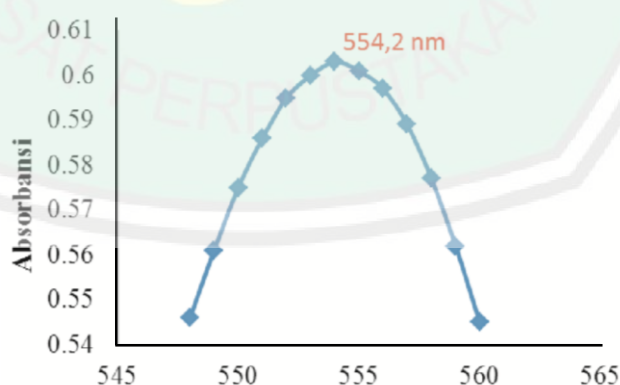
$$\text{Luas Lingkaran} = \frac{1}{4} \pi d^2$$

$$d = \frac{2 \sqrt{(\text{Luas lingkaran} \times 4)}}{3,14} \quad (2.1)$$

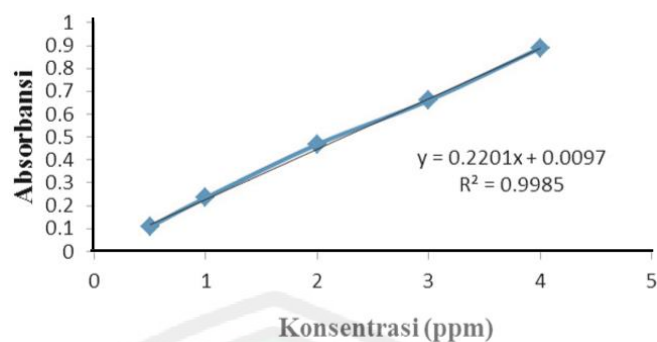
2.4.2. Analisis Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometer UV-Vis merupakan suatu alat yang digunakan dalam analisis suatu bahan dimana berprinsip pada interaksi antara materi (bahan) dan radiasi elektromagnetik (sumber sinar). Materi yang terkena sinar radiasi elektromagnetik akan mengalami transisi elektron (Mulyono, 2005). Elektron akan kembali ke keadaan dasar dengan melepas energi atau sinar yang kemudian dianalisis oleh spektrofotometer UV-Vis. Pengukuran Spektrofotometer UV-Vis berada pada panjang gelombang 380-780 nm untuk cahaya tampak (*Visible*) dan 10-200 nm untuk UV (*Ultraviolet*) (Suhartati, 2017).

Penelitian Kurniasih dkk (2014), analisis zat warna Rhodamin B 5 mg/L menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada rentang 700-400 nm dan menghasilkan panjang gelombang maksimum 554,2 nm seperti pada Gambar 2.6. Penentuan kurva kalibrasi menggunakan konsentrasi Rhodamin B 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; dan 4,0 ppm (mg/L) seperti pada Gambar 2.7



Gambar 2.6 Panjang gelombang maksimum zat warna Rhodamin B (Kurniasih dkk, 2014)



Gambar 2.7 Kurva kalibrasi zat warna Rhodamin B (Kurniasih dkk, 2014)

2.5. Adsorpsi

Adsorpsi merupakan suatu proses penyerapan atau penggumpalan suatu bahan (adsorbat) pada benda yang berlangsung hanya pada permukaan benda itu (adsorben) (Mulyono, 2005). Adsorpsi merupakan teknik yang banyak digunakan dalam penghilangan zat warna pada limbah. Hal tersebut dikarenakan metode adsorpsi merupakan metode yang cukup efektif, mudah dilakukan dan relatif murah (Mardila dkk, 2014). Adsorpsi dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu pH, waktu kontak atau waktu selama proses adsorpsi, dan konsentrasi adsorbat (Anggrenistia dkk, 2015).

2.5.1. Pengaruh pH

Derajat keasaman (pH) berpengaruh terhadap kemampuan kitosan dalam mengadsorpsi adsorbat. Hal ini dikarenakan pH yang terlalu rendah atau bersifat asam ($\text{pH larutan} < \text{pKa kitosan } 6,5$) akan meningkatkan perubahan gugus amina (R-NH_2) menjadi R-NH_3^+ . Sedangkan pada pH yang terlalu tinggi atau bersifat basa ($\text{pH larutan} > \text{pKa kitosan } 6,5$), akan meningkatkan perubahan gugus amina (R-NH_2) menjadi $\text{R-NH}_2\text{-OH}$ (Kurniasih dkk, 2014). pH juga mempengaruhi muatan dari Rhodamin B karena pada suasana asam, Rhodamin B bersifat elektropositif

dengan gugus R-COOH. Sedangkan pada suasana basa, Rhodamin B bersifat elektronegatif dengan gugus R-COO⁻ (Sadkowsky dan Fleming, 1978).

Penelitian Kurniasih dkk (2014), adsorpsi zat warna Rhodamin B menggunakan kitosan dan butiran kitosan dengan menggunakan variasi pH 2, 4, 7, 9, dan 11 serta waktu kontak 1 jam. Proses adsorpsi optimum pada pH 3-4, serbuk kitosan pada pH 3 (penurunan Rhodamin 4,5%) dan untuk butiran yaitu pH 4 (penurunan Rhodamin B 3%). Penelitian Inyibor dkk (2017) juga mengadsorpsi zat warna Rhodamin B 100 ppm menggunakan biji mangga liar atau mangga afrika (*Irvingia gabonensis*) yang dilapisi oleh kitosan dengan variasi pH 2-9 selama 60 menit. Proses adsorpsi optimum pada pH 4 yaitu mengadsorpsi sebanyak 76,72%.

2.5.2. Pengaruh Waktu Kontak

Waktu kontak yang optimum merupakan waktu saat adsorpsi adsorbat terjadi secara maksimum. Waktu kontak optimum ditunjukkan dengan konsentrasi adsorbat konstan selama proses adsorpsi pada waktu tertentu. Prinsip dari waktu kontak optimum yaitu semakin lama waktu kontak yang dilakukan, maka akan mengakibatkan meningkatnya adsorbat yang teradsorpsi. Hal ini dikarenakan waktu kontak yang lama akan memungkinkan proses difusi dan penyerapan adsorbat secara maksimal hingga mencapai keadaan kesetimbangan yaitu saat sisi aktif kitosan telah mengikat adsorbat (jenuh) (Kurniasih dkk, 2014).

Penelitian Kurniasih dkk (2014) menghasilkan waktu optimum adsorpsi zat warna Rhodamin B menggunakan serbuk kitosan yaitu 120 menit dan mampu mengadsorpsi 0,655 mg/g Rhodamin B. Adsorpsi Rhodamin B juga menggunakan butiran kitosan dengan waktu optimum 180 menit dan mampu mengadsorpsi 0,603 mg/g Rhodamin B. Waktu kontak digunakan untuk menentukan kinetika adsorpsi.

Kinetika adsorpsi yang digunakan yaitu persamaan kinetika *pseudo* orde pertama dan persamaan kinetika *pseudo* orde kedua (Estiaty, 2013; Chan dkk, 2011 dalam Koyuncu dan Kul, 2014).

a. Kinetika orde nol

Kinetika orde nol mengasumsikan bahwa kinetika adsorpsi tidak dipengaruhi oleh perubahan dari konsentrasi pereaksinya (Sanjaya dan Agustine, 2015). Persamaan kinetika orde nol sebagai berikut (Estiaty, 2013):

$$C_e = -k_0t + C_0 \quad (2.2)$$

Dimana C_e merupakan konsentrasi zat warna setelah proses adsorpsi (mg/L), k_0 merupakan konstanta laju (menit⁻¹), C_0 merupakan konsentrasi zat warna sebelum proses adsorpsi (mg/L).

b. Kinetika *pseudo* orde pertama

Kinetika *pseudo* orde pertama mengasumsikan bahwa kinetika adsorpsi dipengaruhi oleh salah satu dari reaktan yaitu adsorbat, dimana konsentrasi adsorbat melebihi jumlah sisi aktif dari adsorben (Yahya dkk, 2011 dalam Maihendra dkk, 2016). Persamaan kinetika *pseudo* orde pertama sebagai berikut (Inyinbor dkk, 2017):

$$\log(q_e - q_t) = \log q_e - \frac{k_1 t}{2.303} \quad (2.3)$$

Dimana q_e merupakan jumlah zat warna yang teradsorpsi dalam keadaan setimbang (mg/g), q_t merupakan jumlah zat warna yang teradsorpsi pada variasi waktu (mg/g), t merupakan waktu selama adsorpsi, dan k_1 merupakan konstanta laju (menit⁻¹).

c. Kinetika *pseudo* orde kedua

Kinetika *pseudo* orde kedua mengasumsikan bahwa proses adsorpsi dipengaruhi oleh adsorbat dan sisi aktif dari adsorben dimana kapasitas adsorpsi

proporsional atau berbanding lurus dengan jumlah sisi aktif dari adsorben (Ho dan McKay, 2000 dalam Maihendra dkk, 2016). Kinetika *pseudo* orde kedua cocok digunakan untuk adsorpsi adsorbat yang memiliki berat molekul rendah pada adsorben yang berukuran kecil (Rengga dan Handayani, 2016). Persamaan kinetika *pseudo* orde kedua sebagai berikut (Zhang dkk, 2012):

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{k_2 q_e^2} + \frac{1}{q_e} t \quad (2.4)$$

Dimana q_e merupakan jumlah zat warna yang teradsorpsi dalam keadaan setimbang (mg/g), q_t merupakan jumlah zat warna yang teradsorpsi pada variasi waktu (mg/g), t merupakan waktu selama proses adsorpsi, dan k_2 merupakan konstanta laju ($\text{g} \cdot \text{mg}^{-1} \cdot \text{menit}^{-1}$).

Penelitian Inyinbor dkk (2017), Kitosan yang terikat pada *Irvingia gabonensis* mengadsorpsi Rhodamin B dengan konsentrasi 50 ppm pada pH 4 menghasilkan model kinetika *pseudo second order* dengan kapasitas adsorpsi 243,9 mg/g yang optimum pada suhu 300K. Hal ini dikarenakan pada *pseudo second order*, menghasilkan regresi (R^2) mendekati 1 yaitu 0,9999, sedangkan *pseudo first order*, menghasilkan regresi (R^2) senilai 0,9832. Serupa dengan penelitian Koyuncu dan Kul (2014), bahwasanya adsorpsi Rhodamin B dengan diatomit alami menghasilkan model kinetika *pseudo second order* dengan regresi (R^2) 0,998 pada konsentrasi zat warna Rhodamin B senilai 20000 ppm. Penelitian Mahatmanti dkk, (2017) juga meneliti tentang adsorpsi zat warna Rhodamin B 100 ppm menggunakan adsorben membran komposit kitosan/silika/polyethylene Glycol pada pH 7 menghasilkan kinetika *pseudo second order* dengan nilai regresi (R^2) yaitu 0,996 dengan kapasitas adsorpsi (q_e) 0,054 mmol/g.

2.5.3. Pengaruh Konsentrasi Adsorbat

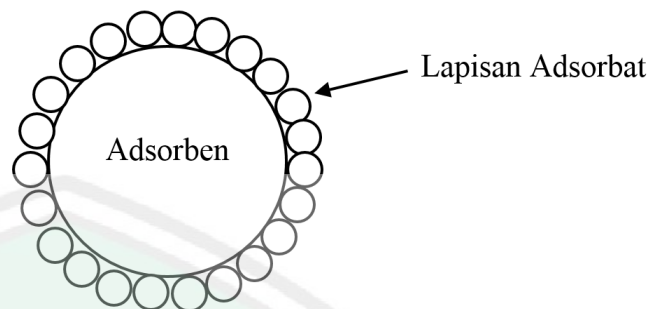
Konsentrasi adsorbat akan mempengaruhi proses adsorpsi, semakin tinggi konsentrasi dari adsorbat, maka semakin tinggi pula proses adsorpsi. Penelitian Koyuncu dan Kul (2014), menghasilkan bahwa konsentrasi Rhodamin B semakin meningkat, maka akan meningkatkan prosentase pembersihan zat warna Rhodamin B.

Konsentrasi adsorbat juga mempengaruhi kapasitas adsorpsi, yaitu menentukan banyaknya interaksi antara adsorbat dan adsorben yang dikenal dengan isoterm adsorpsi (Piccin dkk, 2011). Isoterm adsorpsi dapat berupa adsorpsi secara fisika (fisisorpsi) dan adsorpsi kimia (kemisorpsi). Adsorpsi fisisorpsi merupakan adsorpsi yang terjadi fisik yaitu di permukaan adsorben dengan gaya-gaya fisika. Proses adsorpsi fisisorpsi, terjadi secara reversible. Hal ini dikarenakan adsorbat tidak terikat kuat pada adsorben, adsorbat hanya berinteraksi dengan ikatan Van Der Waals. Proses adsorpsi fisisorpsi berlangsung pada pola isoterm Freundlich. Adsorpsi kemisorpsi merupakan adsorpsi yang terjadi disertai dengan adanya reaksi kimia dengan membentuk ikatan yang kuat antara adsorbat dan adsorben. Ikatan yang terjadi yaitu ikatan kovalen dan ikatan hidrogen, proses adsorpsi kemisorpsi berlangsung pada pola isoterm Langmuir (Apriyanti dkk, 2018; Renni dkk, 2018).

2.5.3.1 Isoterm Adsorpsi Langmuir

Isoterm adsorpsi Langmuir diasumsikan bahwa adsorpsi hanya berlangsung dalam satu lapisan (*homogen/monolayer*) pada adsorben (Atkins, 1994 dalam Jasmal dkk, 2015). Isoterm adsorpsi Langmuir bergantung pada turunya gaya intermolekul secara cepat dengan jarak dan dapat memprediksi keberadaan

monolayer dari adsorbat pada permukaan adsorben (Wong dkk, 2003). Ilustrasi proses adsorpsi dengan model isoterm adsorpsi Langmuir seperti pada Gambar 2.8.



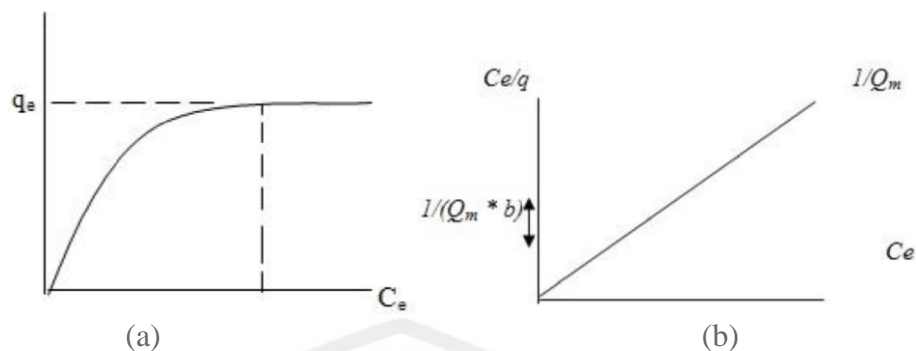
Gambar 2.8 Ilustrasi isoterm adsorpsi Langmuir (Handayani dan Sulistiyono, 2009)

Persamaan isoterm diasumsikan bahwa proses adsorpsi berlangsung secara spesifik antara sisi yang homogen pada adsorben. Hal ini dapat diasumsikan bahwa satu molekul adsorbat teradsorpsi pada satu sisi dimana pada sisi tersebut tidak terjadi proses adsorpsi lain atau tidak ada interaksi antar adsorbat (Wong dkk, 2003; Zhang dkk, 2012). Persamaan Langmuir berdasarkan asumsi sebagai berikut (Jasmal dkk, 2015; Zhang dkk, 2012):

$$q_e = \frac{Q_m \times K_L \times C_e}{1 + K_L \times C_e} \quad (2.5)$$

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{Q_m K_L} + \frac{C_e}{Q_m} \quad (2.6)$$

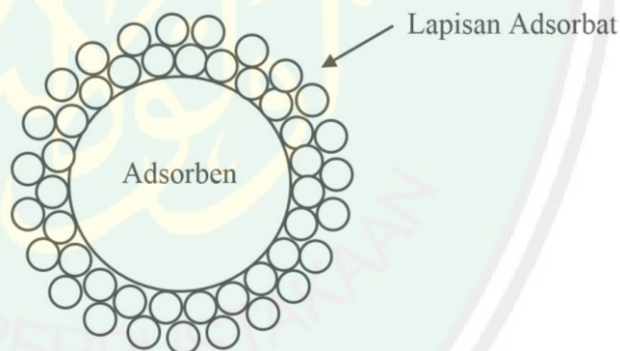
Dimana q_e merupakan kesetimbangan adsorbat yang teradsorpsi (mg adsorbat/g adsorben), C_e merupakan konsentrasi adsorbat pada kesetimbangan (mg adsorbat/Liter), Q_m merupakan kapasitas adsorpsi maksimum (mg adsorbat/g adsorben) dan K_L merupakan konstanta Isoterm adsorpsi Langmuir dengan satuan L/mg. Berdasarkan persamaan 2.6, hubungan antara q_e dengan C_e dapat diplotkan pada grafik pola isoterm Langmuir seperti pada Gambar 2.9 (a). Berdasarkan persamaan 2.7, hubungan antara C_e/q_e dengan C_e akan membentuk garis lurus seperti pada Gambar 2.9 (b).



Gambar 2.9 Grafik pola isoterm Langmuir (Jasmal dkk, 2015)

2.5.3.2 Isoterm Adsorpsi Freundlich

Isoterm adsorpsi Freundlich diaplikasikan pada proses adsorpsi yang bersifat fisorpsi yaitu pada permukaan adsorben yang heterogen secara *multilayer* dengan adsorpsi akan bertambah dengan bertambahnya konsentrasi adsorbat (Inyinbor dkk, 2017; Atkins, 1994 dalam Jasmal dkk, 2015; Mahatmanti dkk, 2017). Ilustrasi proses adsorpsi dengan model isoterm adsorpsi Freundlich seperti pada Gambar 2.10 sebagai berikut:

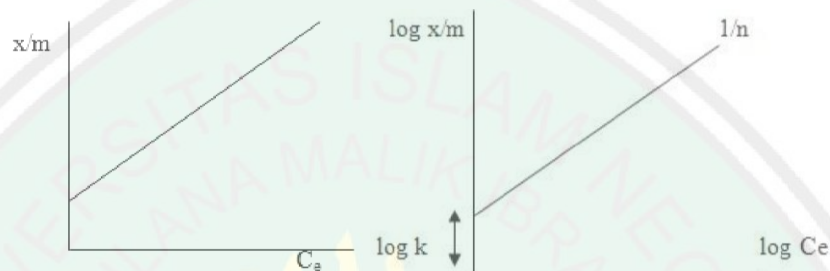


Gambar 2.10 Ilustrasi isoterm adsorpsi Freundlich (Zhou, 2009)

Isoterm Freundlich juga mengasumsikan bahwa pada adsorben, setiap sisi aktif memiliki energi yang berbeda (*heterogenous*) (Crini dan Badot, 2008). Persamaan isoterm Freundlich dirumuskan dengan persamaan berikut (Jasmal dkk, 2015; Zhang dkk, 2012):

$$\log q_e \left(\frac{x}{m} \right) = \frac{1}{n} \log C_e + \log K_f \quad (2.7)$$

Dimana q_e merupakan jumlah adsorbat yang teradsorpsi dalam adsorben (mg/g), C_e merupakan konsentrasi adsorbat dalam kesetimbangan (mg/L), K_f merupakan konstanta isoterm Freundlich atau koefisien distribusi yang berbanding lurus dengan energi ikatan dengan satuan L/g. n merupakan intensitas adsorpsi atau faktor heterogenitas. Grafik isoterm Freundlich dapat diplotkan seperti Gambar 2.11.



Gambar 2.11 Grafik pola isoterm Freundlich (Jasmal dkk, 2015).

Penelitian Inyibor dkk (2017), menghasilkan model isoterm adsorpsi zat warna Rhodamin B (50 ppm) dengan menggunakan adsorben kitosan yang terikat pada *Irvingia gabonensis* yaitu isoterm adsorpsi Langmuir dengan kapasitas adsorpsi (q_e) senilai 217,39 mg/g. Penelitian Mahatmanti dkk (2017) juga meneliti tentang adsorpsi zat warna Rhodamin B menggunakan adsorben membran komposit kitosan/silika/polyethylene Glycol dan menghasilkan isoterm adsorpsi Langmuir dengan nilai regresi (R^2) yaitu 0,995 dengan kapasitas adsorpsi (q_e) 0,052 mmol/g.

Berdasarkan hasil penelitian Inyibor dkk (2017) dan Mahatmanti dkk (2017), adsorpsi zat warna Rhodamin B menggunakan kitosan menghasilkan isoterm adsorpsi Langmuir. Model isoterm adsorpsi Langmuir diasumsikan bahwa interaksi antara adsorbat Rhodamin B dengan adsorben Kitosan terjadi secara kimia yaitu terjadinya interaksi dan membentuk ikatan kimia antara sisi aktif kitosan dengan Rhodamin B. Interaksi yang terjadi membentuk satu lapisan (*monolayer*)

Rhodamin B pada permukaan adsorben yang memiliki energi permukaan yang sama (*homogen*) sehingga satu molekul Rhodamin B akan teradsorpsi pada satu sisi kitosan.

2.6. Perspektif Islam dan Sains

Sesungguhnya, kita sebagai umat manusia diciptakan oleh Allah SWT sebagai khalifah di muka bumi ini sebagaimana telah dijelaskan oleh Allah SWT:

وَإِذْ قَالَ رَبُّكَ لِلْمَلَائِكَةِ إِنِّي جَاعِلٌ فِي الْأَرْضِ خَلِيفَةً ۗ قَالُوا أَتَجْعَلُ فِيهَا مَنْ يُفْسِدُ فِيهَا وَيَسْفِكُ الدِّمَاءَ وَنَحْنُ

نُصَبِّحُ بِحَمْدِكَ وَنُقَدِّسُ لَكَ ۗ قَالَ إِنِّي أَعْلَمُ مَا لَا تَعْلَمُونَ ﴿٣٠﴾

Artinya : “Ingatlah ketika Tuhanmu berfirman kepada para Malaikat: “*Sesungguhnya Aku hendak menjadikan seorang khalifah di muka bumi*”. Mereka berkata: “*Mengapa Engkau hendak menjadikan (khalifah) di bumi itu orang yang akan membuat kerusakan padanya dan menumpahkan darah, padahal kami senantiasa bertasbih dengan memuji Engkau dan mensucikan Engkau?*” Tuhan berfirman: “*Sesungguhnya Aku mengetahui apa yang tidak kamu ketahui*”. (Q.S Al-Baqarah : 30)

Dipilihnya kita sebagai khalifah karena kita berikan akal paling sempurna dari pada makhluk ciptaan Allah SWT yang lainnya. Anugerah itulah yang harus kita pergunakan dengan bijaksana dalam mengelola alam yang telah Allah ciptakan agar menghasilkan banyak kebaikan, kemakmuran, manfaat untuk sesama serta dapat mengelola lingkungan agar kehidupan terpelihara (Al-Qarni, 2007). Pencapaian tersebut, tentu akan berhasil apabila kita menggunakan akal kita layaknya kalangan orang-orang berfikir atau Ulul Albab. Allah SWT berfirman:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمُوتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَلْبَابِ ﴿١٩٠﴾ الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَفِعْوَودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمُوتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ

﴿١٩١﴾

Artinya : “*Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal. (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadaan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): “Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia. Mahasuci Engkau, maka peliharalah kami dari siksa neraka”*. (Q.S Ali Imron : 190-191)

Lafadz (أُولُو الْأَلْبَابِ) yang artinya “*bagi orang-orang yang berakal*” dimana orang-orang yang menggunakan akalnyanya dan mampu untuk menangkap serta memahami tanda-tanda yang membuktikan kebesaran Allah SWT pada ciptaan-Nya. Lafadz tersebut menyatakan bahwa sifat yang ada pada diri ulul albab yaitu selalu berfikir dalam segala kondisi. Hadits shahih riwayat dari Aisyah, yang mengatakan “Bahwa Rasulullah Shallallahu Alaihi wa Sallam selalu berdzikir kepada Allah di semua waktu beliau.” Ulul Albab merupakan orang-orang yang senantiasa berdzikir baik dengan hati, lisan maupun anggota tubuh yang lain dalam segala kondisi dan kesempatan, baik berdiri, duduk, berkumpul dengan orang banyak, maupun berjalan. Bahkan, dengan kecintaan yang amat besar kepada Allah SWT, mereka bahkan berdzikir sambil berbaring menjelang tidur dan istirahat disela-sela kesibukan. Mereka beranggapan bahwa setiap yang Allah ciptakan merupakan salah satu bukti kekuasaan Allah. Pemikiran tersebut membantu mereka mendapatkan petunjuk untuk mengenal Allah SWT. Mereka juga akan memohon, akan berdoa agar dapat menjalankan amanah dan meminta perlindungan dari api neraka dengan perasaan yang dipenuhi oleh rasa takut dan *ibrah* (pelajaran) (Al-Qarni, 2007; Az-Zuhaili, 2012; Faqih, 2006; Al-Jazairi, 2007).

Sebagai khalifah yang berkarakter Ulul Albab, kita mengemban tugas untuk menjaga bumi dan seisinya. Salah satu upaya untuk mewujudkannya yaitu dengan memikirkan memanfaatkan alam yang Allah ciptakan tanpa sia-sia untuk menjaga

keseimbangan lingkungan. Keseimbangan tercapai dengan memperbaiki kerusakan yang ada di muka bumi ini, salah satunya yaitu kerusakan yang terjadi pada perairan akibat adanya zat pencemar Rhodamin B karena aktivitas industri yang dilakukan manusia. Allah jelaskan kerusakan yang terjadi akibat ulah manusia dalam firman-Nya:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴿٤١﴾

Artinya : “Telah tampak kerusakan di darat dan dilaut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar) (Q.S Ar Rum : 41).

Lafadz ﴿ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ﴾ menjelaskan bahwa kerusakan tersebut yaitu kekurangan tanam-tanaman dan buah-buahan disebabkan oleh kemaksiatan dan perbuatan dosa. Abdul ‘Aliyah berkata: “Barangsiapa yang berlaku maksiat kepada Allah dimuka bumi, maka berarti dia telah berbuat kerusakan di dalamnya. Karena kebaikan bumi dan langit adalah dengan sebab ketaatan.”. (Abdullah, 2004). Menurut Mujahid, jika ada seseorang yang berkuasa, maka ia akan berbuat jahat dengan kezhaliman lalu menciptakan kerusakan. Kerusakan tersebut menyebabkan tidak turunnya hujan sehingga tumbuhan dan hewan kekurangan air kemudian menjadi rusak bahkan mati. Hal ini sudah sangat jelas bahwa Allah SWT sangat tidak menyukai perbuatan kerusakan terhadap lingkungan (Al-Jauziyyah, 2000). Kerusakan di dunia salah satunya kerusakan yang terjadi pada perairan dimana perairan yang semula suci tercemar dengan masuknya suatu zat yang dapat mengubah wujud air tersebut. Salah satunya yaitu zat warna Rhodamin B dari proses produksi pada industri yang tidak diolah terlebih dahulu sebelum dibuang pada lingkungan.

Menurut Zaid dalam Al-Jauziyyah (2000), kerusakan yang ada di darat dan di laut artinya dosa. Oleh karena itu, dengan merusak lingkungan, maka kita akan berdosa. Apabila kerusakan itu memiliki arti dosa, maka huruf ل pada lafadz لِيَذِيْبَهُمْ merupakan ل akibat dan pemberian alasan. Maksud dari akibat atau pemberi alasan, bahwa kejahatan, kedurhakaan dan kerusakan yang dilakukan manusia akan berakibat terhadap penderitaan yang Allah turunkan di muka bumi. Hal ini seperti yang dikatakan oleh beberapa salaf yaitu “Setiap kalian melakukan dosa, maka Allah menampakkan kekuasaan-Nya, berupa hukuman.” Dan ini sesuai dengan firman Allah “*Supaya Allah merasakan kepada mereka sebagian dari (akibat) perbuatan mereka*”. hanya sebagian kecil dari perbuatan kita yang Allah beri hukuman. Apabila seluruh perbuatan dosa kita diberikan hukuman oleh Allah SWT, maka tidak akan ada makhluk hidup di bumi ini, bahkan binatang melata. Hal ini terlihat dari dampak yang ditimbulkan oleh adanya Rhodamin B dalam perairan. Selain mengubah wujud air yang semula suci, juga menyebabkan penderitaan terhadap makhluk hidup lain. Hal ini dikarenakan Rhodamin B merupakan senyawa toksik karena mengandung alkilating. Alkilating merupakan senyawa yang mengandung residu logam berat yang apabila terkontaminasi dalam tubuh manusia dapat menyebabkan iritasi berupa dermatitis, kulit berlendir, mual, sakit kepala, diare, kerusakan pada ginjal, dan anemia, bahkan rhodamin B dapat menyebabkan kanker dan kegagalan fungsi hati (Aryani, 2015; Gupta dkk, 2000; Mahatmanti dkk, 2017). Adanya kerusakan tersebut, Allah menyerukan kepada hamba-Nya untuk tidak melakukan kerusakan, melainkan menyerukan untuk melakukan perbaikan dan permakmuran (Al-Qarni, 2007).

Salah satu upaya untuk mengadakan perbaikan pada perairan yang tercemar oleh limbah Rhodamin B dari proses industri yaitu dengan menggunakan metode adsorpsi. Adsorpsi merupakan suatu proses penyerapan atau penggumpalan suatu bahan (adsorbat) pada benda yang berlangsung hanya pada permukaan benda itu (adsorben) (Mulyono, 2005). Metode adsorpsi tentu akan membantu menyerap dan menurunkan kadar zat warna Rhodamin B dalam air.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Pelaksanaan Penelitian

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 20 Februari – 6 September 2019 yang berlokasi di Laboratorium Analitik Jurusan Kimia Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.2. Alat dan Bahan

3.3.1. Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi *Spectrophotometer* UV-Vis (Varian Cary 50), Oven (Ohaus), pH meter (Pestestr 35), Neraca Analitik (Ohaus), Mikroskop Optik Nikon SMZ 1500, cawan petri, spatula dan seperangkat alat gelas laboratorium.

3.3.2. Bahan

Adapun bahan-bahan yang digunakan diantaranya kitosan, CH_3COOH , NaOH , HCl , epiklorohidrin (ECH), tripolifosfat (TPP), rhodamin B ($\text{C}_{28}\text{H}_{31}\text{N}_2\text{O}_3\text{Cl}$), dan akuades.

3.3. Rancangan Penelitian

3.3.1. Pembuatan Butiran Kitosan.

Butiran kitosan dibuat dengan melarutkan 1,0 gram kitosan dalam 100 mL asam asetat (CH_3COOH) 5% (v/v) dan larutan tersebut didiamkan selama semalam. Sebanyak larutan kitosan 10 mL diteteskan menggunakan *syringe* ke dalam 25 mL larutan TPP 10% (b/v) dan didiamkan selama 3 jam. Setelah itu, larutan disaring

untuk memisahkan butiran kitosan. Butiran kitosan yang dihasilkan ditambahkan ke dalam 25 mL larutan ECH 5% (v/v) dan dioven selama 2 jam pada suhu 50-60°C. Kitosan yang telah berikatan dengan ECH dikondisikan pada $\text{pH} \geq 10$ dan didiamkan selama 1 jam. Setelah itu, disaring, dicuci dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 105°C.

3.3.2. Penentuan Daya Pngembang (*Swelling*)

Kitosan yang telah diikatsilang menjadi butiran kitosan kemudian dianalisis menggunakan mikroskop optik untuk mengetahui luas area dari butiran kitosan sebelum proses *swelling*. Kemudian butiran kitosan direndam dalam akuademin selama 24 jam. Lalu disaring dan dianalisis kembali menggunakan mikroskop optik untuk mengetahui luas area dari butiran kitosan setelah proses *swelling*.

3.3.3. Kemampuan Butiran Kitosan dalam Mengadsorpsi Rhodamin B

3.3.3.1. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum (λ_{max})

Larutan Rhodamin B 1000 ppm dibuat dengan melarutkan 100 mg dalam 100 mL akuades, kemudian diencerkan menjadi 10 ppm dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang 400-700 nm dengan spektrofotometer UV-Vis. Absorbansi maksimum yang dihasilkan merupakan panjang gelombang (λ_{max}) Rhodamin B.

3.3.3.2. Pembuatan Kurva Standar Rhodamin B

Pembuatan kurva standar dengan membuat larutan Rhodamin B dengan variasi konsentrasi 2,0; 4,0; 6,0; 8,0; 10 ppm. Setiap larutan diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis. pada λ_{max} . Kurva kalibrasi dibuat dengan memplotkan konsentrasi pada sumbu x dan absorbansi pada sumbu y.

3.3.3.3. Penentuan pH Optimum Adsorpsi Zat Warna Rhodamin B

Penentuan pH optimum Rhodamin B dapat dilakukan dengan menambahkan 0,02 gram butiran kitosan dalam 25 mL larutan sampel Rhodamin B 20 ppm dengan variasi pH 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 dan 9. Campuran tersebut *dishaker* dengan kecepatan 100 rpm selama 24 jam. Setelah itu, dianalisis absorbansinya pada λ_{max} . Berdasarkan hasil absorbansi, dihitung kapasitas adsorpsi (Q_e) Rhodamin B.

3.3.3.4. Penentuan Kinetika Adsorpsi Zat Warna Rhodamin B

Penentuan waktu kontak optimum Rhodamin B dilakukan dengan menambahkan 0,02 gram butiran kitosan dalam 25 mL sampel Rhodamin B 20 ppm pada pH optimum. Kemudian campuran tersebut *dishaker* dengan kecepatan 100 rpm dan variasi waktu 0, 3, 6, 24, dan 28 jam. Setelah itu, campuran disaring dan filtrat yang dihasilkan diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada λ_{max} (554,1 nm). Berdasarkan hasil absorbansi, dihitung kapasitas adsorpsi (Q_e) Rhodamin B.

3.3.3.5. Penentuan Isoterm Adsorpsi Zat Warna Rhodamin B

Sebanyak 0,02 gram butiran kitosan digunakan untuk mengadsorpsi 25 mL larutan Rhodamin B (10, 15, 20, dan 25 ppm) dengan metode *batch* pada kondisi pH dan waktu kontak optimum. Kemudian diaduk menggunakan *shaker* dengan kecepatan 100 rpm. Setelah itu, dipisahkan campuran. Larutan Rhodamin B sebelum dan sesudah diadsorpsi dipipet sebanyak 1 mL dan diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada λ_{max} (554,1 nm). Berdasarkan hasil absorbansi, dihitung kapasitas adsorpsi (Q_e) Rhodamin B.

3.4. Analisis Data

Berdasarkan hasil penelitian, penentuan diameter butiran kitosan menggunakan persamaan 3.4.1 berikut:

$$d = \sqrt{\frac{2 \times (\text{Luas lingkaran} \times 4)}{3,14}} \quad (3.4.1)$$

Penentuan persen penurunan konsentrasi adsorbat atau persen teradsorpsi dan kapasitas adsorpsi dapat menggunakan persamaan 3.4.2 dan 3.4.3 sebagai berikut:

$$\% \text{Teradsorpsi} = \frac{(C_o - C_e)}{C_o} \times 100\% \quad (3.4.2)$$

Dimana %T merupakan persen penurunan konsentrasi adsorbat atau persen teradsorpsi, C_o merupakan konsentrasi awal adsorbat dan C_e merupakan konsentrasi akhir adsorbat (setelah proses adsorpsi) (Caje dkk, 2017).

$$Q_e = \frac{(C_o - C_e) \times V}{m} \quad (3.4.3)$$

Dimana Q_e merupakan kapasitas adsorpsi (mg/g), C_o merupakan konsentrasi awal adsorbat (mg/L), C_e merupakan konsentrasi adsorbat akhir (setelah proses adsorpsi) (mg/L), V merupakan volume adsorbat (L), dan m merupakan massa dari adsorben (g) (Estiaty, 2013; Madjid dkk, 2015). Kapasitas adsorpsi digunakan untuk menentukan kinetika dan isoterm adsorpsi. Kinetika adsorpsi dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

- a. Kinetika orde nol

$$C_e = -k_o t + C_o \quad (3.4.4)$$

Dimana C_e merupakan konsentrasi zat warna setelah proses adsorpsi (mg/L), k_o merupakan konstanta laju (menit^{-1}), C_o merupakan konsentrasi zat warna sebelum proses adsorpsi (mg/L) (Estiaty, 2013).

- b. Kinetika *pseudo* orde pertama

$$\log (q_e - q_t) = \log q_e - \frac{k_1 t}{2.303} \quad (3.4.5)$$

Dimana q_e merupakan jumlah zat warna yang teradsorpsi dalam keadaan setimbang (mg/g), q_t merupakan jumlah zat warna yang teradsorpsi pada variasi waktu, t merupakan waktu selama proses adsorpsi, dan k_1 merupakan konstanta laju (menit^{-1}) (Inyinbor dkk, 2017).

c. Kinetika *pseudo* orde kedua

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{k_2 q^2} + \frac{1}{q_e} t \quad (3.4.6)$$

Dimana q_e merupakan jumlah zat warna yang teradsorpsi dalam keadaan setimbang (mg/g), q_t merupakan jumlah zat warna yang teradsorpsi pada variasi waktu, t merupakan waktu selama proses adsorpsi, dan k_1 merupakan konstanta laju (menit^{-1}) (Inyinbor dkk, 2017).

Penentuan kapasitas adsorpsi dapat menggunakan persamaan isoterm adsorpsi Langmuir dan isoterm adsorpsi Freundlich seperti berikut ini:

a. Isoterm Adsorpsi Langmuir

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{Q_m K_L} + \frac{C_e}{Q_m} \quad (3.4.7)$$

Dimana q_e merupakan kesetimbangan adsorbat yang teradsorpsi (mg adsorbat/g adsorben), C_e merupakan konsentrasi adsorbat pada kesetimbangan (mg adsorbat/Liter), Q_m merupakan kapasitas adsorpsi (mg adsorbat/g adsorben) dan K_L merupakan konstanta adsorpsi Langmuir (L/mg) (Jasmal dkk, 2015).

b. Isoterm Adsorpsi Freundlich

$$\log q_e \left(\frac{x}{m} \right) = \frac{1}{n} \log C_e + \log K_f \quad (3.4.8)$$

Dimana q_e merupakan jumlah adsorbat yang teradsorp dalam adsorben (mg/g), C_e merupakan konsentrasi adsorbat dalam kesetimbangan (mg/L), K_f dan n merupakan konstanta isoterm Freundlich dan konstanta yang menghubungkan seluruh faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi seperti kapasitas dan intensitas adsorpsi (Jasmal dkk, 2015).



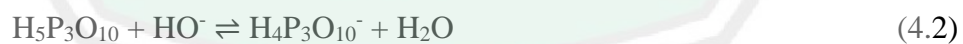
BAB IV

PEMBAHASAN

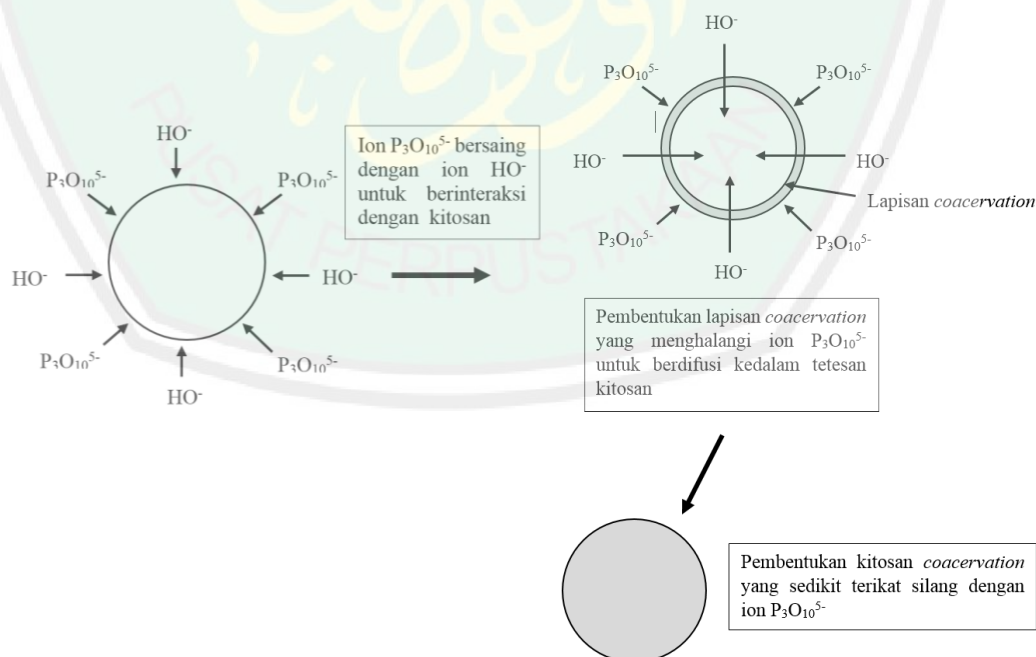
Adsorpsi Rhodamin B pada penelitian ini menggunakan adsorben kitosan yang telah diikat silang menggunakan tripolifosfat (TPP) dan epiklorohidrin (ECH). Metode adsorpsi yang digunakan yaitu metode *batch* dengan variasi pH, waktu kontak dan konsentrasi adsorbat Rhodamin B. Metode analisis yang digunakan yaitu metode spektroskopi dengan menggunakan instrumen spektrofotometer UV-Vis. Berdasarkan data waktu kontak dan konsentrasi adsorbat Rhodamin B, ditentukan kinetika dan isoterm adsorpsi untuk mengetahui karakteristik proses adsorpsi yang terjadi.

4.1. Pembuatan Butiran Kitosan

Tahap pertama dalam pembuatan butiran kitosan yaitu dengan mengikat silang kitosan dengan TPP. Larutan kitosan diteteskan ke dalam larutan TPP seperti Gambar 4.2 a). Larutan TPP terdiri dari ion hidroksi (HO^-) dan ion tripolifosfat ($\text{P}_3\text{O}_{10}^{5-}$). Ion tripolifosfat berasal dari ionisasi asam polifosfat ($\text{H}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$) seperti pada reaksi berikut (Laus dkk, 2010) :

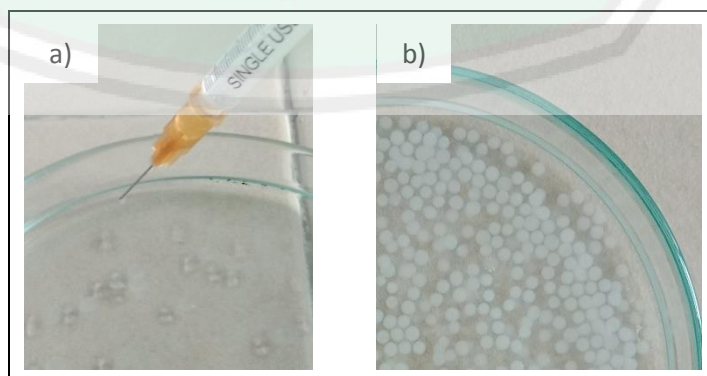


TPP yang dilarutkan ke dalam air memiliki pH basa (pH 8,6). Kondisi pH basa memiliki jumlah ion HO^- yang tinggi. Selain ion HO^- , larutan TPP juga memiliki jumlah ion $\text{P}_3\text{O}_{10}^{5-}$ yang tinggi. Ion HO^- dan $\text{P}_3\text{O}_{10}^{5-}$ akan bersaing secara ionik untuk berikatan dengan gugus amina (NH_3^+) pada kitosan (Lusiana dan Pranotoningtyas, 2018; Mi dkk, 1999). Gugus NH_3^+ merupakan asam keras karena atom N pada gugus amina memiliki jari-jari ion yang kecil yaitu 0,168 nm. Atom O pada ion HO^- dan $\text{P}_3\text{O}_{10}^{5-}$ memiliki sifat basa yang berbeda. Atom O pada HO^- merupakan basa keras dikarenakan memiliki jari-jari ion yang kecil yaitu 0,152 nm, sedangkan ion $\text{P}_3\text{O}_{10}^{5-}$ merupakan basa lunak dikarenakan memiliki jari-jari ion PO_4^{3-} yaitu 0,230 nm (Roobottom dan Jenkins, 1999). Asam keras akan berinteraksi dengan basa keras. Oleh karena itu, jumlah ion TPP yang berikatan silang dengan kitosan hanya sedikit (seperti Gambar 4.1) dari pada pengikatan silang TPP dengan kitosan dalam larutan TPP yang telah dikondisikan dalam pH asam (hanya ada ion $\text{P}_3\text{O}_{10}^{5-}$).



Gambar 4.1 Mekanisme *in-liquid curing* dari *coacervation* kitosan-TPP (Mi *et al*, 1999)

Berdasarkan Gambar 4.1, ion $P_3O_{10}^{5-}$ bersaing dengan ion HO^- dimana ion HO^- lebih terdifusi kedalam tetesan kitosan karena ukuran ion yang lebih kecil dari pada ion $P_3O_{10}^{5-}$. Ion $P_3O_{10}^{5-}$ tertahan di luar tetesan kitosan dan berinteraksi dengan gugus NH_3^+ kitosan, sehingga akan terbentuk lapisan *coacervation* atau lapisan gelasi ionik. Lapisan gelasi ionik atau *coacervation* ini merupakan lapisan yang terbentuk akibat adanya interaksi ionik yaitu ikat silang antara NH_3^+ dan TPP (Mohanraj dan Chen, 2006). Seiring berjalannya waktu, ion $P_3O_{10}^{5-}$ akan berdifusi kedalam tetesan kitosan dan membentuk butiran kitosan *coacervation* (Midd, 1999). Pengaruh pH larutan TPP terhadap proses ikat silang dijelaskan pada penelitian Bhumkar dan Pokharkar (2006) bahwa ion $P_3O_{10}^{5-}$ akan lebih banyak berinteraksi dengan gugus NH_2 kitosan pada larutan TPP asam (pH 3). Hal ini ditunjukkan dengan nilai konsentrasi ion TPP yang berikatan silang dengan kitosan yaitu 1,145 ppm. Namun, interaksi ion $P_3O_{10}^{5-}$ dengan gugus NH_2 kitosan menurun pada larutan TPP basa (pH 9). Turunnya interaksi tersebut dibuktikan dengan nilai konsentrasi ion TPP yang berikatan silang dengan kitosan pada pH 9 lebih kecil yaitu 0,473 ppm dari pada larutan TPP pH asam. Ion TPP yang telah berikatan silang dengan kitosan, akan mengubah larutan gel kitosan menjadi butiran seperti pada Gambar 4.1 b).



Gambar 4.2 Butiran kitosan saat a) ditetaskan, b) setelah berjalannya waktu

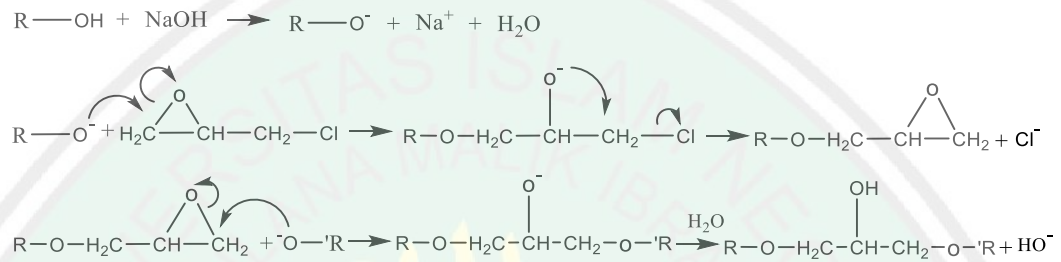
Pengikatan silang kitosan dengan TPP karena adanya interaksi ionik antara muatan positif amina pada kitosan dan negatif pada TPP. TPP berinteraksi dengan kitosan secara intramolekul dan intermolekul (Lusiana dan Pranotoningtyas, 2018). TPP berfungsi untuk meningkatkan sifat kaku pada kitosan. TPP dapat pula meningkatkan jumlah pori yang terbentuk, serta menghasilkan butiran kitosan yang tidak mudah rusak saat diaplikasikan dalam waktu tertentu dalam lingkungan berair (Lusiana dan Pranotoningtyas, 2018; Madjid dkk, 2015; Nitsae dkk, 2016). Semakin tinggi proses ikat silang butiran kitosan dengan ion TPP, maka butiran yang dihasilkan semakin kaku dan membentuk kumpulan polimer (*aggregation*) pada permukaan butiran. Oleh karena itu, ikat silang dengan ion TPP yang juga memiliki berat molekul besar akan meningkatkan berat jenis butiran kitosan dan butiran kitosan turun kedasar larutan TPP (Bangun dkk, 2018; Latifah dkk, 2019) seperti pada Gambar 4.3.



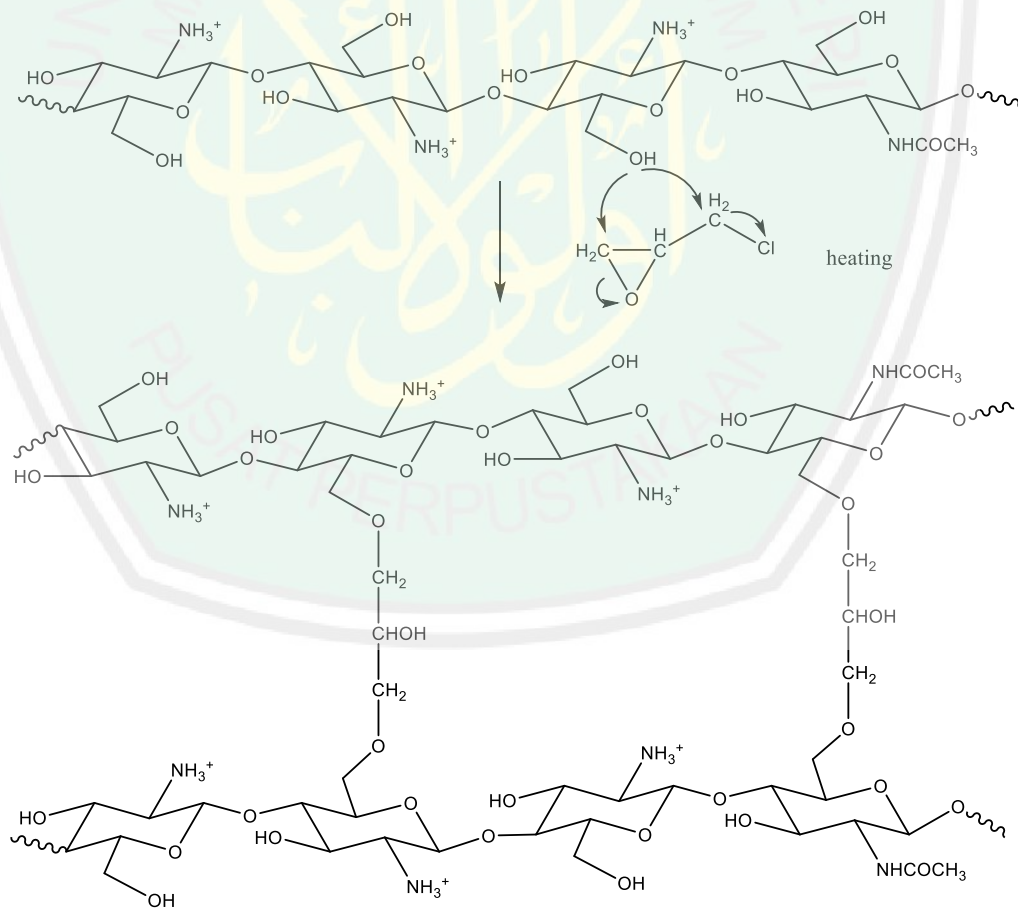
Gambar 4.3 Butiran kitosan-TPP selama berjalannya waktu

Setelah pengikatan silang dengan TPP, butiran kitosan-TPP yang dihasilkan kemudian dimodifikasi secara kimia dengan diikat silang epiklorohidrin (ECH). Pengikatan silang kitosan-TPP dengan agen pengikat silang ECH dilakukan pada kondisi $\text{pH} \geq 10$. Hal ini dikarenakan pada pH tersebut, gugus $-\text{OH}$ pada kitosan lebih reaktif dari pada gugus NH_2 (Brilliantari dkk, 2017). Gugus NH_2 pada kitosan kurang reaktif dikarenakan gugus NH_2 berinteraksi dengan ion HO^- dalam larutan basa. Interaksi tersebut mengubah NH_2 yang semula netral menjadi NH_2OH

(Kurniasih dkk, 2014). Oleh karena itu, pengikatan silang kitosan dengan ECH dilakukan pada pH basa agar ECH berikatan dengan gugus -OH pada kitosan. Proses pengikatan silang ECH dengan butiran kitosan-TPP pertama melalui proses pembukaan cincin epoksi pada ECH (Gambar 4.4). Atom C pada cincin epoksi ECH akan berikatan kovalen dengan gugus hidroksil (-OH) pada kitosan (Laus dkk, 2010) seperti Gambar 4.5.



Gambar 4.4 Reaksi pemutusan cincin epiklorohidrin (Li dkk, 2019)



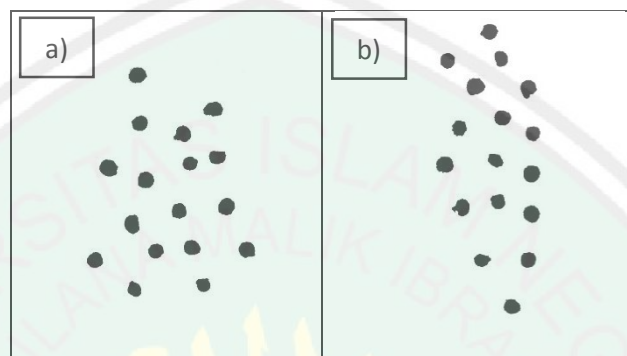
Gambar 4.5 Reaksi pengikatan silang kitosan dengan epiklorohidrin (Caje dkk, 2017)

Berdasarkan Gambar 4.4 dan Gambar 4.5, pemutusan cincin epoksi dikarenakan atom O pada kitosan mendonorkan elektron kepada atom C₃ pada cincin epoksi. Elektron pada atom C₃ berlebih, oleh karena itu elektron pada ikatan C₃ dan O akan terputus dan atom O memiliki elektron berlebih karena atom O lebih elektronegatif dari pada atom C₃. Atom O yang memiliki elektron berlebih tidak stabil, oleh karena itu, elektron akan didonorkan kepada atom C₁ cincin epoksi dan ikatan antara atom C₁ dan Cl akan terputus. Kemudian, atom O pada gugus -OH senyawa kitosan yang lain mendonorkan elektron pada atom C₃ pada cincin epoksi baru (setelah pelepasan ion Cl) sehingga membentuk ikatan dengan C₃ dan memutus ikatan antara atom O pada epoksi dengan C₃. Atom O pada cincin epoksi memiliki elektron berlebih, sehingga bermuatan negatif dan tidak stabil. Oleh karena itu, H pada gugus -OH kitosan membentuk ikatan hidrogen dengan atom O pada cincin epoksi yang telah terbuka untuk menstabilkan muatan pada atom O.

Epiklorohidrin (ECH) berfungsi untuk meningkatkan stabilitas kimia kitosan dalam larutan adsorbat yang bersifat asam. Hal ini dikarenakan ikatan kovalen yang terbentuk antara gugus -OH pada kitosan dan C pada ECH merupakan ikatan yang kuat (Ariyani dkk, 2018). Penggunaan epiklorohidrin juga dapat meningkatkan kapasitas adsorpsi dari kitosan seperti pada penelitian Hastuti dkk (2016) bahwa kitosan terikat silang dengan epiklorohidrin menghasilkan kapasitas adsorpsi 8,9 mg/g dengan %teradsorpsi 89%, sedangkan kitosan saja menghasilkan kapasitas adsorpsi 7,4 mg/g dengan %teradsorpsi 74%.

Kitosan yang telah dimodifikasi, kemudian dianalisis daya serapnya menggunakan uji *swelling*. Kitosan memiliki persen *swelling* yang besar dikarenakan rantai utama kitosan yang terdiri dari amina primer. Amina primer

pada kitosan mudah terprotonasi (mengikat H^+). Kitosan juga memiliki gugus hidroksil (HO^-) yang mudah mengikat H pada molekul air. Gugus amina dan hidroksil ini memberikan sifat hidrofilik atau kemampuan untuk menyerap air pada kitosan (Brilliantari dkk, 2017; Gunawan dkk, 2017). Hasil *swelling* lalu dianalisis menggunakan mikroskop optik seperti Gambar 4.6



Gambar 4.6 Hasil karakterisasi mikroskop optik perbesaran 0,75 x 10 kali a) butiran kitosan sebelum dan b) sesudah proses *swelling*

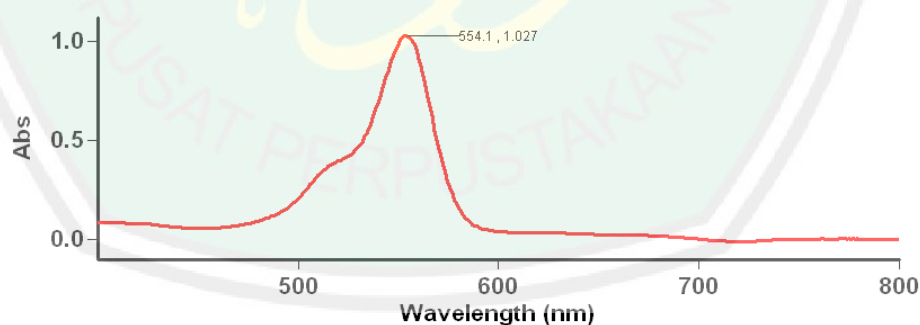
Berdasarkan Gambar 4.6, yaitu data yang dihasilkan dari analisis butiran kitosan menggunakan mikroskop optik, kemudian dihitung luas areanya menggunakan aplikasi *image-J*. Data luas area butiran kitosan lalu diolah kembali untuk menentukan diameter dari butiran kitosan. Diameter butiran kitosan sebelum dan sesudah proses *swelling* yaitu 0,6619 mm dan 0,6652 mm. Perubahan diameter butiran kitosan tidak terlalu signifikan. Hal ini dikarenakan adanya agen pengikat silang TPP. Agen pengikat silang TPP meningkatkan kerapatan molekul dengan mengikat gugus amina dan menghasilkan butiran yang kaku. Selain itu, gugus -OH pada kitosan juga telah berikatan silang dengan ECH. Hal inilah yang akan menurunkan sifat hidrofilik pada kitosan dan menyulitkan air untuk masuk ke dalam struktur butiran kitosan. Oleh karena itu, butiran kitosan tidak mengalami pelebaran luas area yang signifikan (Alauhdin dan Widiarti, 2014; Kurniasih dkk, 2014; Kurniyati dkk, 2015). Agen pengikat silang akan mengurangi sifat hidrofilik pada

adsorben seperti pada penelitian Gunawan dkk (2017) bahwa % *swelling* membran komposit kitosan-karbon aktif dengan adanya ikat silang yaitu 75,10%. % *swelling* pada komposit kitosan-karbon tanpa adanya ikat silang yaitu 85,01%.

4.2. Analisis Rhodamin B Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis.

4.2.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum (λ_{max})

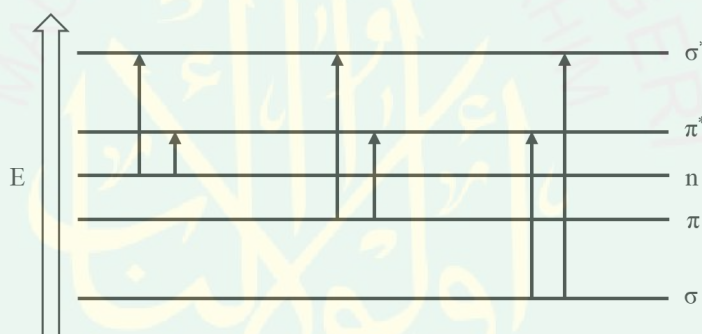
Penentuan panjang gelombang maksimum bertujuan untuk mengetahui daerah serapan Rhodamin B yang sensitif dan ditandai dengan nilai absorbansi terbesar dan eror atau galat yang kecil. Larutan Rhodamin B dianalisis panjang gelombang maksimumnya dengan menggunakan instrumen spektrofotometer UV-Vis. Berdasarkan hasil penelitian, panjang gelombang maksimum Rhodamin B yaitu 554,1 nm (Gambar 4.7), dimana panjang gelombang tersebut berada pada daerah tampak atau *visible* (400-800 nm). Panjang gelombang maksimum Rhodamin B sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Inyinbor dkk (2017) yaitu 554 nm dan Kurniasih dkk (2014) yaitu 554,2 nm.



Gambar 4.7 Panjang gelombang maksimum (λ_{max}) Rhodamin B

Selain menentukan daerah serapan khas Rhodamin B, panjang gelombang maksimum dapat pula digunakan untuk menentukan gugus kromofor yang ada pada Rhodamin B. Panjang gelombang maksimum Rhodamin B berada pada daerah

tampak (*visible*), oleh karena itu salah satu gugus kromofor pada Rhodamin B memiliki ikatan rangkap terkonjugasi atau aromatik (Suhartati, 2017). Gugus kromofor pada Rhodamin B yaitu gugus karboksil (COOH) dan karbon ikatan rangkap (C=C) terkonjugasi pada senyawa aromatik (Purwati dkk, 2018). Elektron pada gugus kromofor Rhodamin B akan berinteraksi dengan sinar ultraviolet atau sinar tampak (*visible*). Interaksi tersebut mengakibatkan elektron mengalami transisi elektronik. Transisi elektronik merupakan perpindahan elektron pada keadaan dasar (*ground state*) ke orbital molekul yang memiliki energi lebih tinggi (*excitation state*) (Suhartati, 2017). Kurva tingkat energi untuk transisi elektronik yaitu Gambar 4.8:



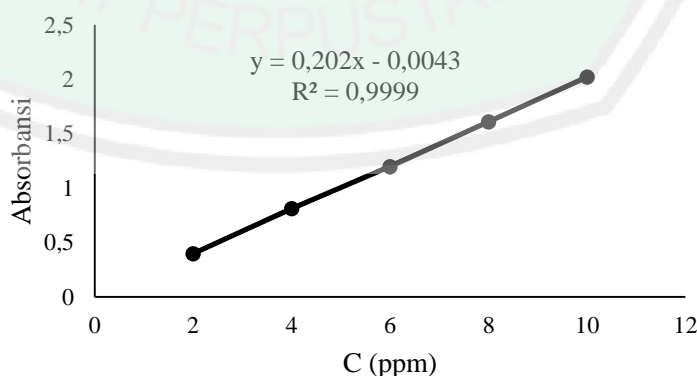
Gambar 4.8 Kurva tingkat energi transisi elektronik (Suhartati, 2017)

Kromofor karboksil memiliki ikatan rangkap (π dan σ) dan elektron bebas (n). Kromofor karboksil memiliki transisi elektronik $\sigma \rightarrow \sigma^*$, $\sigma \rightarrow \pi^*$, $\pi \rightarrow \pi^*$, $\pi \rightarrow \sigma^*$, $n \rightarrow \sigma^*$, dan $n \rightarrow \pi^*$. Kromofor karbon ikatan rangkap terkonjugasi hanya memiliki ikatan rangkap yang terdiri dari ikatan π dan σ . Kromofor ikatan rangkap terkonjugasi pada senyawa aromatik memiliki transisi elektronik $\sigma \rightarrow \sigma^*$, $\sigma \rightarrow \pi^*$, $\pi \rightarrow \pi^*$, dan $\pi \rightarrow \sigma^*$. Berdasarkan kurva tingkat energi transisi elektronik (Gambar 4.8), perubahan energi untuk eksitasi (ΔE) paling kecil yaitu $n \rightarrow \pi^*$. Semakin kecil ΔE , maka akan lebih mudah mengalami transisi elektronik. Oleh karena itu, transisi

elektronik pada gugus kromofor karboksil dan ikatan rangkap terkonjugasi pada senyawa aromatik yaitu $n \rightarrow \pi^*$ dan $\pi \rightarrow \pi^*$ (Madan, 2012).

4.2.2 Pembuatan Kurva Kalibrasi

Pembuatan kurva standar atau kurva kalibrasi menggunakan larutan standar Rhodamin B dengan variasi konsentrasi 2, 4, 6, 8, dan 10 ppm. Variasi konsentrasi dari Rhodamin B tersebut diukur masing-masing absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum Rhodamin B yang telah diperoleh dari tahapan sebelumnya. Panjang gelombang maksimum Rhodamin B yaitu 554,1 nm. Absorbansi yang dihasilkan dari masing-masing variasi konsentrasi, kemudian diplotkan pada kurva seperti Gambar 4.9 dan dihasilkan persamaan regresi dari kurva kalibrasi Rhodamin B yaitu $y = 0,202x - 0,0043$ dengan koefisien determinan (R^2) sebesar 0,9999. Persamaan regresi yang dihasilkan kemudian digunakan untuk menentukan konsentrasi dari Rhodamin B sebelum dan sesudah proses adsorpsi pada tahap selanjutnya. Proses adsorpsi yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan variasi pH, waktu kontak dan konsentrasi dari adsorbat yaitu Rhodamin B.



Gambar 4.9 Kurva kalibrasi Rhodamin B

4.3. Kemampuan Butiran Kitosan dalam Mengadsorpsi Rhodamin B

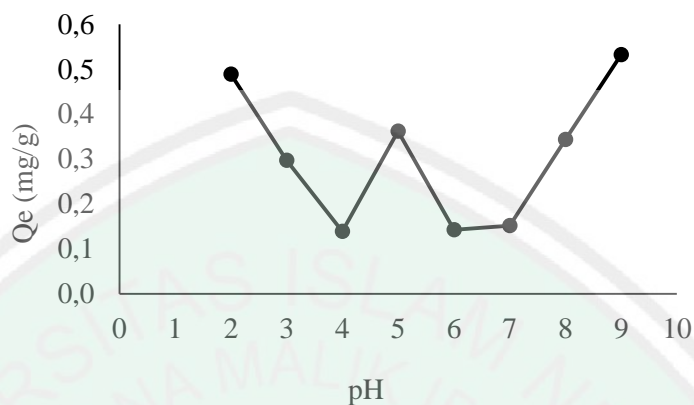
4.3.1 Penentuan pH Optimum Adsorpsi Rhodamin B

Penentuan pH optimum dilakukan dengan mengkondisikan pH awal larutan Rhodamin B dengan variasi pH 2-9. Variasi pH tersebut diperoleh dengan menambahkan HCl dan NaOH ke dalam larutan Rhodamin B. pH sangat mempengaruhi proses adsorpsi karena pH dapat mengubah muatan pada adsorbat dan adsorben. pH mengubah muatan pada gugus amina (NH_2) adsorben yaitu butiran kitosan dengan (Kurniasih dkk, 2014), mengubah muatan dari gugus karboksil (COOH) dan mempengaruhi pelepasan Cl^- pada adsorbat Rhodamin B (Nurmasari dkk, 2014; Thahir dkk, 2013).

pH asam yaitu pH dibawah pKa dari kitosan 6-6,5 akan mengubah muatan gugus NH_2 pada kitosan. Gugus NH_2 yang semula bersifat netral, berubah menjadi NH_3^+ karena gugus NH_2 mengalami protonasi (mengikat H^+), dan kitosan menjadi senyawa polikationik. Gugus NH_3^+ pada kitosan akan berinteraksi secara elektrostatik dengan senyawa anionik. (Caje dkk, 2017; Crini dan Badot, 2008; Kurniasih dkk, 2014). Selain mengubah muatan kitosan, pH asam juga mengubah muatan dari Rhodamin B. Rhodamin B akan lebih mudah melepas Cl^- , sehingga Rhodamin B bermuatan positif atau bersifat kationik (Nurmasari dkk, 2014).

Kondisi basa mengubah muatan kitosan, yaitu gugus NH_2 . Gugus NH_2 akan cenderung mengikat ion HO^- menjadi NH_2OH (Kurniasih dkk, 2014). pH basa juga mempengaruhi muatan dari Rhodamin B yaitu menghambat pelepasan Cl^- yang berikatan dengan gugus N pada struktur Rhodamin B (Nurmasari dkk, 2014). Selain itu, pH basa dapat mengubah gugus karboksil (COOH) dari Rhodamin B. Gugus COOH dalam suasana basa akan melepas H^+ dan berubah menjadi anionik

karboksilat (COO^-). Gugus COO^- akan berkompetisi dengan ion HO^- dalam berinteraksi dengan kitosan (Thahir dkk, 2013). Pengaruh pH terhadap adsorpsi Rhodamin B menggunakan butiran kitosan seperti pada Gambar 4.10:



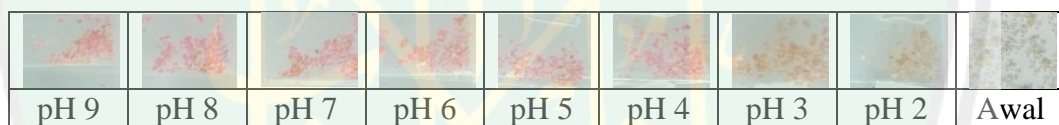
Gambar 4.10 Pengaruh pH terhadap kapasitas adsorpsi Rhodamin B

Berdasarkan Gambar 4.10, pH adsorpsi Rhodamin B yang dapat digunakan yaitu pH 2, 5, dan 9 dengan kapasitas adsorpsi 0,4889 mg/g, 0,3620 mg/g, dan 0,5322 mg/g. pH yang digunakan dalam proses adsorpsi pada penelitian ini yaitu pH 5. Hal tersebut dikarenakan pH 5 akan mengubah gugus NH_2 menjadi NH_3^+ dengan mengikat H^+ (protonasi) dari larutan. Gugus NH_3^+ akan berinteraksi secara elektrostatik dengan Rhodamin B yang telah melepas ion H^+ menjadi anion karboksilat (COO^-). Selain itu, pH 5 juga merupakan pH netral (5-7) (Sari dkk, 2016). Kondisi pH netral memiliki kelebihan dalam pengolahan dikarenakan pH netral baik untuk pemeliharaan instrumen. Instrumen akan mudah mengalami eror, korosi, bahkan rusak apabila digunakan untuk menganalisis larutan yang terlalu asam atau terlalu basa dalam skala besar dan jangka waktu yang lama (Kancono, 2010).

Kondisi pH netral pada larutan juga tidak membahayakan lingkungan dan makhluk hidup yang ada di dalamnya. Larutan yang telah di adsorpsi lalu dibuang ke lingkungan, akan membahayakan apabila dibuang dalam kondisi pH terlalu asam

atau terlalu basa. pH yang terlalu asam atau terlalu basa pada lingkungan, akan mengganggu sistem metabolisme dan respirasi makhluk hidup (Hamuna dkk, 2018). Selain itu, pH terlalu asam atau terlalu basa pada perairan juga mempengaruhi degradasi limbah secara alami oleh mikroorganisme. Hal ini dikarenakan mikroorganisme hidup dan memiliki enzim yang akan bekerja untuk mendegradasi limbah pada pH netral (Amalina dkk, 2015; Maulana dkk, 2017).

Kapasitas adsorpsi pada pH 2 dan 3 seharusnya memiliki nilai yang kecil. Hal ini dikarenakan pada pH tersebut, kitosan bersifat kationik akibat terjadinya protonasi pada gugus NH_2 menjadi NH_3^+ . Kitosan akan menolak Rhodamin B yang merupakan zat warna kationik karena telah melepas ion Cl^- . Hal ini dapat dilihat dari warna butiran kitosan yang berwarna merah muda pucat hingga mendekati warna awal butiran kitosan sebelum diadsorpsi (Gambar 4.11).



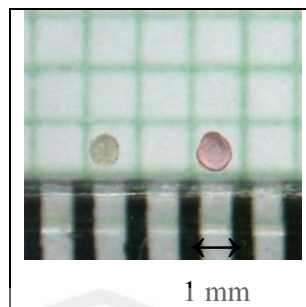
Gambar 4.11 Pengaruh pH terhadap perubahan warna Butiran Kitosan

Namun, kapasitas adsorpsi pada pH 2 dan 3 memiliki nilai yang besar, hal ini dimungkinkan adanya interaksi antara ion Cl^- bebas dalam larutan asam dengan gugus NH_3^+ pada kitosan (Anwar dkk, 2019). Cl^- bersifat lebih elektronegatif dari pada Rhodamin B. Oleh karena itu ion Cl^- akan lebih mudah berinteraksi dengan adsorben kitosan yang bersifat elektropositif. Menurut Crini dan Badot (2008), adanya ion lain yang berinteraksi dengan adsorben akan meningkatkan nilai kapasitas adsorpsi. pH 4 mendekati keadaan zwitter ion Rhodamin B. Keadaan zwitter ion pada struktur Rhodamin B memiliki dua muatan yaitu positif pada gugus N dan negatif pada gugus karboksil (COO^-) seperti Gambar 2.5. Keadaan zwitter ion pada Rhodamin B menyebabkan terjadinya daya tarik antara gugus karboksil

dan gugus xanthene pada monomer Rhodamin B sehingga membentuk molekul yang lebih besar yaitu membentuk dimer Rhodamin B (Inyinbor dkk, 2017). Dimer Rhodamin B akan menurunkan nilai kapasitas adsorpsi karena molekul Rhodamin B lebih besar dan lebih sulit untuk diadsorpsi.

pH basa seharusnya juga memiliki nilai kapasitas adsorpsi yang kecil. Hal ini dikarenakan menurunnya interaksi antara gugus NH_2 kitosan dengan gugus COO^- Rhodamin B akibat adanya persaingan antara ion HO^- dari penambahan NaOH pada larutan dengan gugus COO^- dari Rhodamin B. Namun, pada penelitian ini nilai kapasitas adsorpsi besar karena adanya interaksi adsorben kitosan dengan ion selain adsorbat. ion tersebut yaitu ion HO^- yang merupakan basa keras dan akan berinteraksi dengan gugus NH_2 kitosan yang merupakan asam keras. Oleh karena itu, interaksi yang terjadi cenderung membentuk NH_2OH dari pada berinteraksi dengan COO^- pada Rhodamin B karena gugus CO merupakan basa lunak.

Berdasarkan hasil penelitian, kapasitas adsorpsi kitosan dalam mengadsorpsi Rhodamin B sangat kecil, hal ini diasumsikan karena adanya pengaruh agen pengikat silang, agen tersebut berikatan dengan sisi aktif dari kitosan, sehingga hanya ada beberapa sisi aktif yang berinteraksi dengan Rhodamin B. Kapasitas adsorpsi yang kecil juga dapat dilihat berdasarkan perubahan diameter butiran kitosan. Butiran kitosan memiliki perubahan diameter *swelling* yang kecil akibat adanya interaksi dengan agen pengikat silang TPP yang menyebabkan butiran kitosan kaku. Oleh karena itu, dapat diasumsikan bahwa butiran kitosan terikat dilang TPP dan ECH mengadsorpsi Rhodamin B juga kecil, hal ini juga dapat dilihat dari perubahan ukuran dan warna butiran kitosan pada saat sebelum dan sesudah proses adsorpsi seperti Gambar 4.12



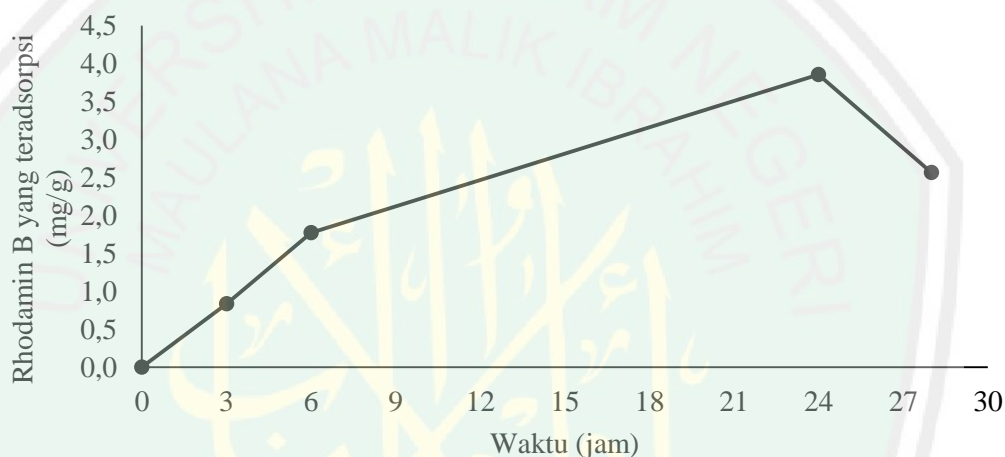
Gambar 4.12 Perbandingan butiran kitosan kering (kiri) dan butiran kitosan setelah proses adsorpsi (kanan)

Penelitian Kurniasih dkk (2014) yaitu adsorpsi rhodamin B dengan menggunakan butiran kitosan-NaOH optimum pada pH 3 dengan waktu kontak 180 menit yaitu dengan mengadsorpsi rhodamin B sejumlah 0,603 mg/g. Karena adsorpsi Rhodamin B memiliki kapasitas adsorpsi yang kecil, kemudian kitosan diikat silang dengan TPP dan ECH untuk meningkatkan kapasitas adsorpsi. Pengikatan silang tersebut berdasarkan pada penelitian Laus dkk (2010) bahwasanya kapasitas adsorpsi kitosan yang termodifikasi oleh epiklorohidrin dan tripolifosfat tinggi yaitu 130,72 mg/g untuk logam Cu(II), 83,75 mg/g untuk logam Cd(II) dan 166,94 mg/g untuk logam Pb(II). Berdasarkan pada penelitian Hastuti dkk (2016) bahwa kitosan terikat silang dengan epiklorohidrin menghasilkan kapasitas adsorpsi 8,9 mg/g dengan %teradsorpsi 89%. Sedangkan kitosan saja menghasilkan kapasitas adsorpsi 7,4 mg/g dengan %teradsorpsi 74%. Namun, kapasitas adsorpsi yang dihasilkan dari penelitian ini tidak terlalu besar, dimana hal ini dapat diasumsikan bahwa pengikatan silang dengan TPP dan ECH tidak meningkatkan kapasitas adsorpsi Rhodamin B secara signifikan.

4.3.2 Penentuan Kinetika Adsorpsi Rhodamin B

Adsorpsi Rhodamin B dengan variasi waktu kontak dilakukan pada pH optimum yaitu pH 5. Prinsip dari waktu kontak yaitu semakin lama waktu kontak

yang dilakukan, maka akan meningkatkan jumlah adsorbat yang teradsorpsi. Penentuan waktu optimum berdasarkan perhitungan Rhodamin B yang teradsorpsi pada setiap waktu. Penentuan waktu optimum bertujuan untuk mengetahui waktu difusi Rhodamin B dalam butiran kitosan secara maksimum atau setimbang dengan tidak adanya perubahan konsentrasi Rhodamin B yang signifikan (Kurniasih dkk, 2014). Berdasarkan hasil penelitian, pengaruh waktu kontak pada proses adsorpsi Rhodamin B dan dapat dilihat pada Gambar 4.13

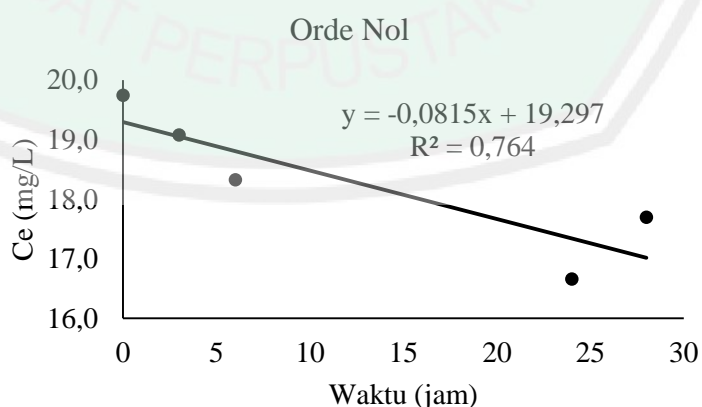


Gambar 4.13 Pengaruh waktu kontak terhadap kapasitas adsorpsi Rhodamin B

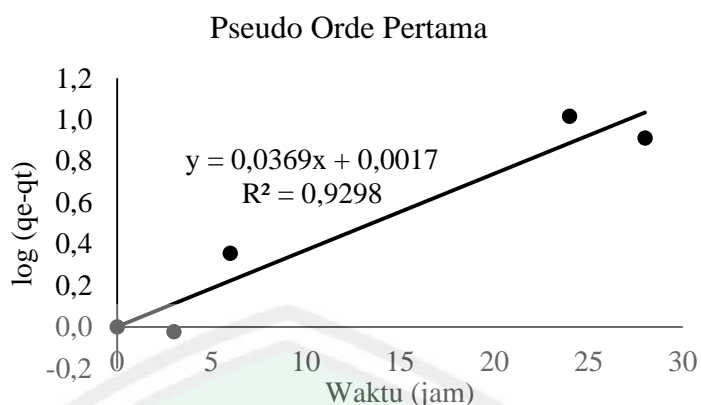
Berdasarkan Gambar 4.13, pada waktu ke-0 jam, kapasitas adsorpsi dari Rhodamin B yaitu 0,0000 mg/g, dimana belum terjadi peningkatan daya serap atau kapasitas adsorpsi dari Rhodamin B oleh butiran kitosan. Hal ini dikarenakan sisi aktif pada butiran kitosan belum berinteraksi dengan Rhodamin B. Waktu ke-0 hingga 24 jam terjadi peningkatan daya serap atau kapasitas adsorpsi dari Rhodamin B. Peningkatan kapasitas adsorpsi dikarenakan sisi aktif dari butiran kitosan berinteraksi dengan Rhodamin B, sehingga dengan seiring berjalannya waktu, konsentrasi Rhodamin B akan semakin banyak terikat pada butiran kitosan (Astuti dkk, 2018). Waktu ke-28 jam, terjadi penurunan kapasitas adsorpsi. Hal ini

menandakan bahwa waktu kontak optimum dari butiran kitosan dalam mengadsorpsi Rhodamin B dicapai pada waktu ke-24 jam dengan kapasitas adsorpsi 3,8552 mg/g dengan %teradsorpsi 15,56%.

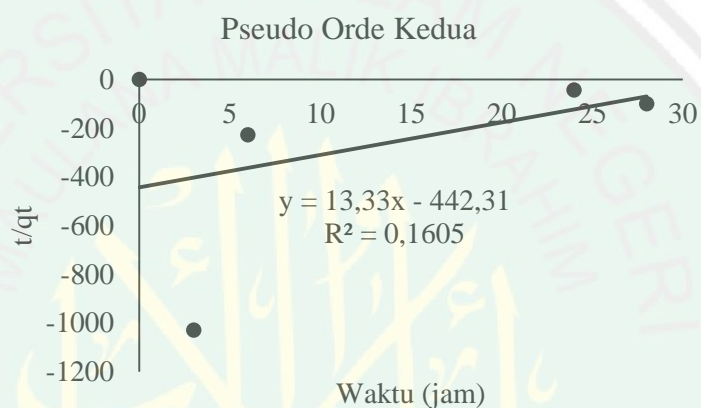
Setelah 24 jam, yaitu pada waktu ke-28 jam, kapasitas adsorpsi Rhodamin B menurun. Penurunan kapasitas adsorpsi dikarenakan sisi aktif pada butiran kitosan yang terikat silang TPP dan ECH sudah terisi penuh oleh Rhodamin B. Oleh karena itu, dengan penambahan waktu kontak tidak akan meningkatkan kapasitas adsorpsi dan %teradsorpsi. Menurut Ayuni dan Kristinayanti (2015), penurunan %teradsorpsi dapat disebabkan karena kemungkinan Rhodamin B tidak semuanya terikat secara elektrostatis pada adsorben (adsorpsi kimia) melainkan ada kemungkinan terjadi adsorpsi fisika. Adsorpsi fisika yaitu terjadinya pelepasan kembali Rhodamin B dari adsorben yang telah jenuh. Berdasarkan data waktu kontak, kemudian diplotkan dalam persamaan kinetika untuk mengetahui kinetika adsorpsi dari Rhodamin B. Persamaan kinetika adsorpsi yang digunakan yaitu kinetika adsorpsi orde nol, *pseudo* orde pertama dan *pseudo* orde kedua yang ditunjukkan pada Gambar 4.14, 4.15 dan 4.16.



Gambar 4.14 Kurva kinetika orde nol



Gambar 4.15 Kurva kinetika *pseudo* orde pertama

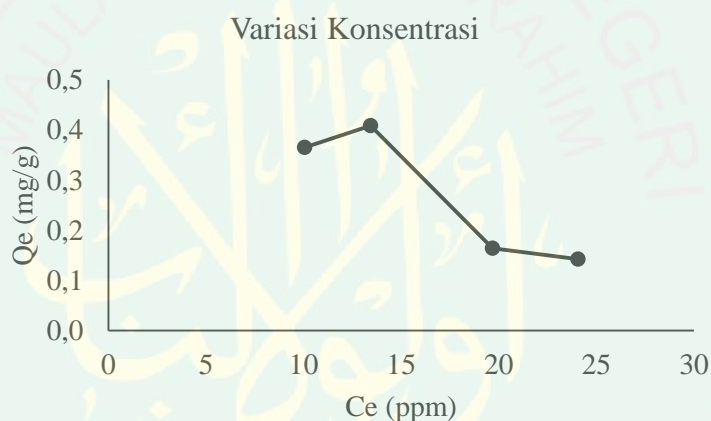


Gambar 4.16 Kurva kinetika *pseudo* orde kedua

Berdasarkan kurva kinetika adsorpsi pada Gambar 4.14, 4.15, dan 4.16, kinetika adsorpsi Rhodamin B oleh butiran kitosan terikat silang TPP dan ECH cenderung mengikuti kinetika *pseudo* orde pertama. Hal ini berdasarkan nilai dari koefisien determinan (R^2) yang paling mendekati 1 dari ketiga kurva persamaan kinetika adsorpsi. Koefisien determinan (R^2) *pseudo* orde pertama yaitu 0,9298 dengan nilai k_1 sebesar $0,0413 \text{ jam}^{-1}$. Kinetika *pseudo* orde pertama mengasumsikan bahwa kinetika dipengaruhi oleh salah satu reaktan yaitu konsentrasi adsorbat. Oleh karena itu, adsorpsi Rhodamin B oleh butiran kitosan terikat silang TPP dan ECH dipengaruhi oleh konsentrasi adsorbat Rhodamin B.

4.3.3 Penentuan Isoterm Adsorpsi Rhodamin B

Proses adsorpsi Rhodamin B dengan variasi konsentrasi dilakukan pada pH dan waktu kontak yang optimum yaitu pH 5 dan waktu kontak 24 jam. Menurut Zhang dkk (2012), konsentrasi awal adsorbat sebelum adsorpsi mempengaruhi proses adsorpsi, yaitu pada difusi adsorbat. Difusi adsorbat mengatasi perlawanan transfer massa dari fase cair menuju fase padatan. Transfer massa semakin kuat pada konsentrasi yang semakin tinggi karena gaya dorong (*driving force*) juga semakin besar (Astuti dkk, 2018). Pengaruh variasi konsentrasi Rhodamin B terhadap proses adsorpsi dapat dilihat pada Gambar 4.17

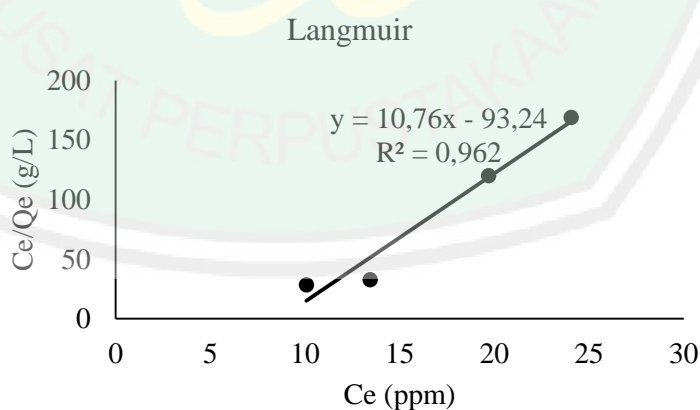


Gambar 4.17 Pengaruh konsentrasi terhadap kapasitas adsorpsi Rhodamin B

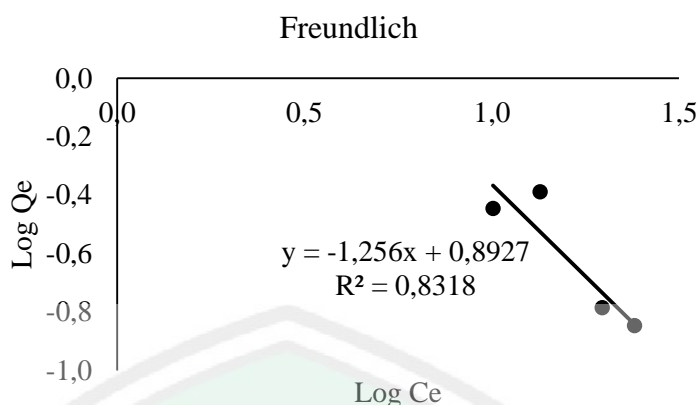
Berdasarkan Gambar 4.17 konsentrasi zat warna Rhodamin B pada konsentrasi 10 dan 15 ppm, terjadi peningkatan kapasitas adsorpsi. Hal ini dikarenakan dengan bertambahnya konsentrasi awal adsorbat Rhodamin B, akan meningkatkan difusi adsorbat ke dalam adsorben. Oleh karena itu jumlah Rhodamin B yang diadsorpsi mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya konsentrasi dari Rhodamin B. Namun, pada konsentrasi 20 ppm, terjadi penurunan kapasitas adsorpsi dengan kapasitas adsorpsi 0,1640 mg/g. Penurunan kapasitas adsorpsi menandakan bahwa sisi aktif dan pori dari adsorben yaitu butiran kitosan

telah mencapai batas maksimum untuk adsorpsi larutan Rhodamin B, sehingga butiran kitosan tidak mampu lagi mengikat molekul Rhodamin B (Kurniasih dkk, 2014).

Berdasarkan data adsorpsi variasi konsentrasi Rhodamin B yang diperoleh, lalu data tersebut diplotkan ke dalam kurva persamaan isoterm adsorpsi. Isoterm adsorpsi yang digunakan yaitu isoterm adsorpsi Langmuir dan Freundlich. Data yang digunakan pada persamaan isoterm adsorpsi bertujuan untuk menentukan pola isoterm adsorpsi yang sesuai pada proses adsorpsi Rhodamin B menggunakan butiran kitosan terikat silang TPP dan ECH. Menurut Zhang dkk (2012), Isoterm adsorpsi sangat penting untuk menentukan sistem adsorpsi yang optimum. Isoterm adsorpsi juga menjelaskan mengenai kesetimbangan distribusi adsorbat pada adsorben (antara fase cair dan fase padat) dengan mengetahui kapasitas adsorpsinya dan mengetahui jumlah adsorbat yang diadsorpsi oleh adsorben (Astuti dkk, 2018; Crini dan Badot, 2008; Ngah dan Fatinathan, 2010). Isoterm adsorpsi ditunjukkan pada Gambar 4.18 dan Gambar 4.19



Gambar 4.18 Kurva isoterm Langmuir



Gambar 4.19 Kurva isoterm Freundlich

Berdasarkan Gambar 4.18 dan Gambar 4.19, pola isoterm adsorpsi Rhodamin B oleh butiran kitosan lebih cenderung mengikuti persamaan isoterm Langmuir, hal ini dikarenakan nilai R^2 dari kurva persamaan isoterm Langmuir mendekati 1 yaitu 0,962 dengan kapasitas adsorpsi sebesar 0,0929 mg/g dan K_L sebesar -0,1155 L/mg. Proses adsorpsi Rhodamin B menggunakan butiran kitosan yang terikat silang TPP dan ECH dapat diasumsikan terjadi secara *monolayer* pada permukaan adsorben dengan sisi aktif *homogen* (memiliki energi yang sama). Satu sisi aktif atau pori dari butiran kitosan akan berinteraksi dengan satu molekul Rhodamin B dan tidak ada interaksi antar molekul Rhodamin B.

4.4. Manfaat Kitosan untuk Keseimbangan Alam dalam Perspektif Islam

Sebagai Khalifah yang memiliki karakter Ulul Albab, Allah SWT telah memberikan amanah kepada kita untuk menjaga keseimbangan alam. Perintah Allah tersebut, tentunya memiliki tujuan untuk kebaikan makhluk hidup di bumi. Apabila perintah Allah tidak kita laksanakan, akan berdampak buruk terhadap kehidupan di muka bumi ini. Dampak buruk tersebut dapat berupa bencana alam yang mana disebabkan ada salah satu komponen alam yang tidak seimbang akibat aktivitas manusia. Oleh karena itu, untuk menjaga keseimbangan alam dapat

menggunakan berbagai cara, salah satunya dengan mengendalikan limbah yang ada di alam dan memanfaatkannya untuk menangani limbah perairan yang pada saat ini semakin meningkat akibat aktivitas industri yang saat ini semakin banyak.

Penelitian ini memanfaatkan kitosan yang merupakan turunan senyawa kitin pada limbah kulit udang untuk digunakan sebagai adsorben limbah perairan yang mengandung Rhodamin B. Pemilihan kitosan pada kulit udang dikarenakan jumlahnya yang melimpah dan tentunya memiliki manfaat. Hal ini dikarenakan kulit udang termasuk kedalam hewan laut, dimana hewan laut merupakan halal, suci, dan pastinya memiliki manfaat yang besar. Sebagaimana Allah berfirman:

أَحِلَّ لَكُمْ صَيْدُ الْبَحْرِ وَطَعَامُهُ مَتَّعًا لَكُمْ وَلِسْيَارَةً ۖ وَحَرَّمَ عَلَيْكُمْ صَيْدَ الْبَرِّ مَا دُمْتُمْ حُرْمًا ۗ وَاتَّقُوا اللَّهَ الَّذِي إِلَيْهِ تُحْشُرُونَ ﴿٩٦﴾

Artinya: “Dihalalkan bagimu binatang buruan laut dan makanan (yang berasal) dari laut sebagai makanan yang lezat bagimu, dan bagi orang-orang yang dalam perjalanan; dan diharamkan atasmu (menangkap) binatang buruan darat, selama kamu dalam ihram. Dan bertaqwalah kepada Allah yang kepada-Nyalah kamu dikumpulkan.” (Q.S Al-Maidah : 96)

Berdasarkan ayat diatas, Allah SWT menghalalkan atau memperbolehkan kita berburu atau menangkap hewan laut, baik yang masih hidup, atau ikan yang dihempaskan oleh ombak ke pinggir (mati) (Al-Jazairi, 2007; al-Qarni, 2007). Rasulullah juga menjelaskan mengenai halalnya hewan laut dalam hadits:

عَنْ أَبِي هُرَيْرَةَ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ قَالَ: سَأَلَ رَجُلٌ رَسُولَ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ فَقَالَ: يَا رَسُولَ اللَّهِ إِنَّا نَرْكَبُ الْبَحْرَ وَنَحْمِلُ مَعَنَا الْقَلِيلَ مِنَ الْمَاءِ فَإِنْ تَوَضَّأْنَا بِهِ عَطِشْنَا أَفَتَوَضَّأُ مِنْ مَاءِ الْبَحْرِ؟ فَقَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ: هُوَ الطَّهُورُ مَاؤُهُ الْحِلُّ مَيْتَتُهُ.

Dari Abu Hurairah RA, ia berkata, “Seorang laki-laki bertanya kepada Rasulullah SAW, ‘Wahai Rasulullah, sesungguhnya kami sering melaut dan membawa persediaan air yang sedikit. Jika kami menggunakannya untuk berwudhu, maka

kami akan kehausan. Apakah kami boleh berwudhu dengan air laut?’ Rasulullah SAW bersabda, ‘*Dia (laut) itu suci airnya dan halal bangkainya*’.” (Abu Daud no 83, Nasa’i no 331, Tirmidzi no 69 dan Ibnu Majah no 386-387). Seperti ayat sebelumnya, bahwa Allah menciptakan air dalam keadaan suci, bahkan air laut sekalipun. Semua binatang laut halal untuk dikonsumsi baik yang masih hidup, maupun yang telah mati atau mengapung di permukaan laut. Seperti dikemukakan oleh Malik Syafi’i dan Ahmad (As-Suyuthi, 2006)

Oleh karena itu, pemanfaatan limbah kulit udang yang halal dan penuh manfaat serta keberkahan di dalamnya, tentu akan membantu menyeimbangkan kerusakan alam. Sebagaimana perintah Allah untuk manusia menjaga keseimbangan yang telah Allah ciptakan. Segala sesuatu yang Allah ciptakan sempurna dan seimbang sebagaimana dijelaskan dalam firman-Nya:

الَّذِي خَلَقَ سَبْعَ سَمَاوَاتٍ طِبَاقًا ۚ مَا تَرَىٰ فِي خَلْقِ الرَّحْمَنِ مِن تَفَؤُوتٍ ۚ فَآرَ جَعِ الْبَصَرَ ۚ هَلْ تَرَىٰ مِن فُطُورٍ ﴿٣﴾ ثُمَّ
 اَرْجِعِ الْبَصَرَ كَرَّتَيْنِ يَنقَلِبْ إِلَيْكَ الْبَصَرُ خَاسِئًا وَهُوَ حَسِيرٌ ﴿٤﴾

Artinya : “*Yang menciptakan tujuh langit berlapis-lapis. Kamu sekali-kali tidak melihat pada ciptaan Rabb Yang Maha pemurah sesuatu yang tidak seimbang. Maka lihatlah berulang-ulang, adakah kamu lihat sesuatu yang tidak seimbang? Kemudian pandanglah sekali lagi, niscaya pandanganmu akan kembali kepadamu dengan tidak menemukan suatu cacat dan penglihatanmu itupun dalam keadaan letih.*” (Q.S. Al-Mulk : 3-4)

Tafsir Ibnu Katsir, pada kalimat ﴿ مَا تَرَىٰ فِي خَلْقِ الرَّحْمَنِ مِن تَفَؤُوتٍ ﴾ menjelaskan bahwasanya semua yang Allah ciptakan saling bersesuaian dan seimbang. Keseimbangan tersebut membuktikan bahwasanya Allah Maha Besar. Allah menciptakan segala sesuatu dengan sempurna tanpa adanya pertentangan, benturan, ketidakcocokan, kekurangan, aib, dan kerusakan (Abdullah, 2004). Keseimbangan

juga dibuktikan dengan penciptaan manusia yang seimbang seperti yang Allah jelaskan dalam firman-Nya:

يَا أَيُّهَا الْإِنْسَانُ مَا غَرَّبَكَ بِرَبِّكَ الْكَرِيمِ ﴿٦﴾ الَّذِي خَلَقَكَ فَسَوَّاكَ فَعَدَلَكَ ﴿٧﴾ فِي أَيِّ صُورَةٍ مَّا شَاءَ رَكَّبَكَ ﴿٨﴾

Artinya: “*Hai manusia, apakah yang telah memperdayakan kamu (berbuat durhaka) terhadap Rabb-mu Yang Maha Pemurah. Yang telah menciptakanmu lalu menyempurnakan kejadianmu dan menjadikan (susunan tubuh)mu seimbang, dalam bentuk apa saja yang Dia kehendaki, Dia Menyusun tubuhmu.*” (Q.S. Al-Infithar : 6-8)

Tafsir Ibnu Katsir, menjelaskan bahwa Allah SWT menciptakan manusia dalam keadaan yang setimbang, yaitu normal, tegak, memiliki tampilan dan bentuk yang sangat baik. (Abdullah, 2004). Keseimbangan pada lingkungan dan pada manusia, tentunya merupakan tanda kebesaran Allah. Tanda tersebut menjelaskan bahwa Allah Maha Kuasa menciptakan segala sesuatu secara seimbang dan sempurna. Bahkan keseimbangan tersebut dapat dilihat dari hal yang kecil sekalipun, contohnya proses isoterm adsorpsi. Isoterm adsorpsi menjelaskan mengenai interaksi adsorbat pada permukaan adsorben pada keadaan setimbang. Mempelajari isoterm adsorpsi akan meningkatkan ketakwaan kita karena kita telah jelas secara nyata melihat kebesaran Allah bahkan dalam ruang lingkup yang sangat kecil sekalipun.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan:

1. Proses adsorpsi Rhodamin B menggunakan butiran kitosan termodifikasi dilakukan pada kondisi pH 5 dengan kapasitas adsorpsi 0,2630 mg/g dan persen adsorpsi 1,37%.
2. Model kinetika adsorpsi Rhodamin B yaitu *pseudo* orde pertama dengan koefisien determinan 0,9298 dan konstanta kinetika 0,0413. Proses adsorpsi optimum pada waktu kontak 24 jam dengan kapasitas adsorpsi 3,8552 mg/g dan persen adsorpsi 15,5564%.
3. Isoterm adsorpsi Rhodamin B dominan kepada isoterm adsorpsi Langmuir dengan koefisien determinan 0,962, konstanta Langmuir -0,1155 L/mg, dan kapasitas adsorpsi 0,0929 mg/g. Proses adsorpsi optimum pada konsentrasi 15 ppm dengan kapasitas adsorpsi 0,4084 mg/g dan persen adsorpsi 2,3732%.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, penelitian selanjutnya dapat disarankan:

1. Perlu dilakukan pembuatan butiran kitosan dengan agen pengikat silang yang berbeda untuk mendapatkan karakteristik yang berbeda.
2. Penambahan senyawa komposit pada kitosan untuk memperoleh kapasitas adsorpsi yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah. 2004. *Tafsir Ibnu Katsir Jilid 6*. Terjemahan Ghoffar, A., Dan Al-Atsari, A.I. Bogor: Pustaka Imam Asy-Syafi'i.
- Akarsu, M., Asilturk, M., Sayilkan, F., Kiraz, N., Arpac, E., and Sayilkan, H. 2009. A Novel Approach to the Hydrothermal Synthesis of Anatase Titania Nanoparticles and the Photocatalytic Degradation of Rhodamine B. *Turk J Chem*, 30: 333-343.
- Alauhdin, M., dan Widiarti, N. 2014. Sintesis dan Modifikasi Lapis Tipis Kitosan-Tripolifosfat. *Jurnal MIPA*, 37(1): 46-52.
- Al-Jauziyyah, I.Q. 2004. *Tafsir Ibnu Qayyim : Tafsir Ayat-ayat Pilihaan*. Terjemahan Suhardi, K. Jakarta: Darul Falah.
- Al-Jazairi, S.A.B.J. 2007. *Tafsir Al-Qur'an Al-Aisar (Jilid 2)*. Terjemahan Hatim, M.A., dan Mukti, A. Jakarta: Darus Sunnah Press.
- Al-Qarni, A. 2007. *Tafsir Muyassar*. Terjemahan Tim Penerjemah Qisthi Press. Jakarta: Qisthi Press.
- Amalina, Y.N., Salimin, Z., dan Sudarno. 2015. Pengaruh pH dan Waktu Proses dalam Penyisihan Logam Berat Cr, Fe, Zn, Cu, Mn, dan Ni dalam Air Limbah Industri Elektroplating dengan Proses Oksidasi Biokimia. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 4(3): 1-9.
- Anggrenistia, F., Wahyuni, N., dan Zaharah, T.A. 2015. Adsorpsi Ion Logam Xn (II) Menggunakan Biomassa *Chlorella sp.* yang Diimobilisasi pada Silika Gel. *JKK*, 4(3): 94-99.
- Anwar, R.A., Putri, S.K., dan Sulistyawati, E. 2019. Sintesis Membran Kitosan dengan *Crosslinker* Kalium Persulfat untuk Pemisahan Zat Warna Rhodamin B. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"*; Yogyakarta, 25 April 2019. Yogyakarta: Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia. Halaman 1-8.
- Apriyanti, H., Candra, I.N, dan Elvinawati. 2018. Karakterisasi Isoterm Adsorpsi dari Ion Logam Besi (Fe) Pada Tanah di Kota Bengkulu. *ALOTROP Jurnal Pendidikan dan Ilmu Kimia*, 2(1): 14-19.
- Arif, M. N., Sinardi dan Soewondo, P. 2013. Studi Perbandingan Kitosan Cangkang Kerang Hijau dan Cangkang Kepiting dengan Pembuatan Secara Kimiawi Sebagai Koagulan Alam. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 19(1): 64-74.
- Ariyani, D., Cahaya, N., dan Mujiyanti, D.R. 2018. Pengaruh pH dan Waktu Kontak Terhadap Adsorpsi Logam Zn (II) pada Komposit Arang Eceng

Gondok Termodifikasi Kitosan-Epiklorohidrin. *Jurnal Kimia Valensi: Jurnal Penelitian dan Pengembangan Ilmu Kimia*, 4(2): 85-92.

Astuti, W., Dwi Handayani, A., dan Wulandari, D.A. 2018. Adsorpsi Methyl Violet Oleh Karbon Aktif Dari Limbah Tempurung Kelapa Dengan Aktivator ZnCl₂ Menggunakan Pemanasan Gelombang Mikro. *Jurnal Rekayasa Kimia Lingkungan*, 13: 189–199.

Ayuni, N.P.S., dan Kristinayanti, P.L.P. 2015. Pengaruh Ph Dan Waktu Kontak Pada Adsorpsi Rhodamin B menggunakan Membran Polielektrolit (Pec) Kitosan-Pektin. *Seminar Nasional Riset Inovatif III*; Bali, 2015. Bali: Universitas Pendidikan Ganesha. Halaman: 394-397.

Az-Zuhaili, 2012. *Tafsir al-Wasith jilid 1 (Al-Fatihah – At-Taubah)*. Terjemahan Muhtadi dkk. Jakarta: Darul Fikr, Damaskus.

Bangun, H., Tandino, S., and 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 Glutaraldehyd serta Identifikasi Gugus Fungsi dan Derajat Deasetilasinya. *Jurnal Ilmu Dasar*, 10(1): 93-101.

Bhumkar, D.R. and Pokharkar, V.B. 2006. Studies on Effect of pH on Cross-Linking of Chitosan With Sodium Tripolyphosphate: A Technical Note. *AAPS PharmSciTech*, 7(2): 1-6.

Brilliantari, Z.M., Shofiyani, A., dan Destiarti, L. 2017. Sintesis dan Karakterisasi Membran Kitosan Tercetak Ion pada Permukaan Karbon (KTI-C) untuk Peningkatan Permeabilitas Ion Fe (III). *JKK*, 6(3): 44-50.

Caje, J.C.M., Oliveira, P.M.d., Semaan, F.S., Cruz, R.C., Cassella, R.J., and Pacheco, W.F. 2017. Sorption Properties of Methyl Orange onto Chemically Modified Chitosan: Thermodynamics and Kinetics Studies. *SM Analytical and Bioanalytical Techniques*, 2(1): 1-9.

Chang, Y. and Hartel, R.W. 2002. Measurement of Air Cell Distributions in Dairy Foams. *International Dairy Journal*, 12: 463-472.

Crini, G., and Badot, P.M. 2008. Application of Chitosan, A Natural Aminopolysaccharide, for Dye Removal from Aqueous Solution by Adsorption Processes Using Batch Studies : A Review of Recent Literature. *Prog. Polym. Sci.*, 33: 399-447.

Desiati, R.D., Sugarti, E., dan Ramamdhany, S. 2018. Analisa Ukuran Partikel Serbuk Komposit NiCrAl dengan Penambahan Reaktif Elemen untuk Aplikasi Lapisan Tanah Panas. *Metalurgi*, 1: 27-34.

- Dompeipen, E.J., Kaimudin, M., dan Dewa, R.P. 2016. Isolasi Kitin dan Kitosan dari Limbah Kulit Udang. *Majalah BIAM*, 12(01): 32-38.
- Estiaty, L.M. 2013. Keseimbangan dan Kinetika Adsorpsi Ion Cu^{2+} pada Zeolit-H. *Riset Geologi dan Pertambangab*, 22(1): 127-141.
- Faqih, A.K. 2006. *Tafsir Nurul Quran: Sebuah Tafsir Sederhana Menuju Cahaya Al-Quran*. Terjemahan Farida, A. 2006. Jakarta: Al-Huda.
- Gunawan, R., Shofiyani, A., dan Zaharah, T.A. 2017. Pengaruh Penambahan Karbon Aktif Terhadap Sifat Permeabilitas Membran Komposit Kitosan Terikat Silang Epiklorohidrin. *JKK*, 7(1): 1-9.
- Gupta, V.K., Mohan, D., Sharma, S., and Sharma, M. 2000. Removal of Basic Dye (Rhodamine B and Methylene Blue) from Aqueous Solutions Using Bagasse Fly Ash. *Separation Science and Technology*, 35(13): 2097-2113.
- Hamuna, B., Tanjung, R.H.R., Suwito, Maury, H.K., dan Alianto. 2018. Kajian Kualitas Air Laut dan Indeks Pencemaran Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia di Perairan Distrik Depapre, Jayapura. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 16(1): 35-43.
- Handayani, M. dan Sulistiyono, E. 2009. Uji Persamaan Langmuir dan Freundlich pada Penyerapan Limbah Chrom (VI) oleh Zeolit. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir; Bandung, 3 Juni 2009. Bandung: PTNBR-BATAN*. Halaman 130-136.
- Hastuti, B., Masykur, A., and Hadi, S. 2016. Modification of Chitosan by Swelling and Crosslinking Using Epichlorohydrin as Heavy Metal Cr (VI) Adsorbent in Batik Industry Wastes. *Material and Engineering*, 107: 1-9.
- Hidayah, R., Asterina, Afriwardi. 2017. Hubungan Tingkat Pendidikan dan Pengetahuam Penjual Es Campur Tentang Zat Pewarna Berbahaya dengan Kandungan Rhodamin B dalam Buah Kolang Kaling di Kota Padang. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 6(2): 283-288.
- Inyinbor, A.A., Adekola, F.A., and Olatumji, G.A. 2015. Adsorption of Rhodamine B Dye from Aqueous Solution on *Irvingia gabonensis* Biomass: Kinetics and Thermodynamics Studies. *J. Chem*, 68: 115-125.
- Inyinbor, A.A., Adekola, F.A., and Olatumji, G.A. 2017. Liquid phase adsorption of Rhodamine B Dye Onto Raw and Chitosan Supported Mesoporous Adsorbents : Isotherms and Kinetics Study. *Appl Water Sci*, 7: 2297-2307.
- Jasmal, Sulfikar, dan Ramlawati. 2015. Kapasitas Adsorpsi Arang Aktif Ijuk Pohon Aren (*Arenga pinnata*) terhadap Pb^{2+} . *Jurnal Sainsmat*, 4(1): 57-66.
- Kancono. 2010. *Manajemen Laboratorium IPA*. Bengkulu: FKIP UNIB.

- Kim, T.Y., Park, S.S., and Cho, S.Y. 2012. Adsorption Characteristics of Reactive Black 5 onto Chitosan Beads Cross-Linked with Epichlorohydrin. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 18: 1458-1464.
- Koyuncu, M., and Kul, A.R. 2014. Thermodynamics and Adsorption Studies of Dye (Rhodamine-B) Onto Natural Diatomite. *Physicochem. Probl. Miner. Process*, 50(2): 631-643.
- Kurniasih, M., Riapanitra, A., dan Rohadi, A. 2014. Adsorpsi Rhodamin B dengan Adsorben Kitosan Serbuk dan *Beads* Kitosan. *Sains & Matematika*, 2(2): 27-33.
- Kurniyati, R., dan Latifah, W.S. 2015. Pengaruh *Chitosan Beads* dan *Chitosan Beads* Sitrat sebagai Penurun Kadar Fosfat dan Abs (*Alkyl Benzene Sulfonate*). *Indonesian Journal of Chemical Science*, 4(1): 36-41.
- Kusumawati, N., dan Tania, S. 2012. Pembuatan dan Uji Kemampuan Membran Kitosan Sebagai Membran Ultrafiltrasi untuk Pemisahan Zat Warna Rhodamin B. *Molekul*, 7(1): 43-52.
- Latifah, A.F., Yulianti, E., dan Khoiroh, L.M. 2019. Synthesis and Characterization of Alginate-Carboxymethyl Cellulose Beads from Corn Stalk (*Zea mays*) with Crosslink Variation $C_4H_6O_4Zn$. *J. Islamic Pharm.*, 4(1): 40-55.
- Laus, R., Costa, T.G., Szpoganicz, B., and Favere, V.T. 2010. Adsorption and Desorption of Cu (II), Cd (II), and Pb (II) Ions Using Chitosan Crosslinked with Epichlorohydrin-Tripolyphosphate as The Adsorbent. *Journal of Hazardous Materials*, 183 : 233-241.
- Lazaridis, N.K., Kyzas, G.Z., Vassiliou, A.A., and Bikiaris, D.N. 2007. Chitosan Derivatives as Biosorbents for Basic Dyes. *Langmuir*, 23: 7634-7643.
- Lusiana, R.A dan Pranotoningtyas. 2018. Membran Kitosan Termodifikasi Tripolifosfat-Heparin dan Aplikasinya pada Permeasi Urea dan Kreatinin. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, 3(1): 11-21.
- Madan, R.L. 2012. *Chemistry for Degree Students*. India: S.Chand
- Madjid, A.D.R., Nitsae, M., dan Sabarudin, A. 2015. Pengaruh Penambahan Tripolyfosfat pada Kitosan Beads untuk Adsorpsi Methyl Orange. *Jurnal MIPA*, 38(2): 144-149.
- Mahatmanti, F.D., Rengga, W.D.P., Kusumastuti, E., and Nuryono. 2017. Chitosan/Silica/Polyethylene Glycol (Ch/Si/P) Composites Membrane as Selective Adsorbent of Rhodamine B from Aqueous Solution. *Asian Journal of Chemistry*, 29(2): 283-286.

- Mardila, V.T., Sabaruddin, A., dan Rumhayati, B. 2014. Pembuatan Kitosan Makropori Menggunakan Epichlorohydrin Sebagai *Cross-linker* dan Aplikasinya Terhadap Adsorpsi *Methyl Orange*. *Kimia Student Journal*, 1(2): 182-188.
- Maulana, A., Supartono, dan Mursiti, S. 2017. Bioremediasi Logam Pb pada Limbah Tekstil dengan *Staphylococcus aureus* dan *Bacillus subtilis*. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 6(3): 256-261.
- Mengatto, L., Ferreyra, M.G., Rubiolo, A., Rintoul, I., and Luna, J. 2013. Hydrophilic and Hydrophobic Interaction in Cross-linked Chitosan Membranes. *Materials Chemistry and Physics*, 139: 181-186.
- Mi, F.L., Shyu, S.S., Lee, S.T., and Wong, T.B. 1999. Kinetic Study of Chitosan-Tripolyphosphate Complex Reaction and Acid-Resistive Properties of the Chitosan-Tripolyphosphate Gel Beads Prepared by in-Liquid Curing Method. *Journal of Polymer Science: Part B: Polymer Physics*, 37: 1551-1564.
- Mohanraj, V.J., and Chen, Y. 2006. Nanoparticles-A Review. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 5(1): 561-573.
- Mulyono. 2005. *Kamus Kimia*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Nasution, Z., Agusnar, H., dan Wirjosentono, B. 2013. Pengaruh Viskositas Kitosan dari Berbagai Berat Molekul Terhadap Pembuatan Kitosan Nanopartikel Menggunakan *Ultrasonic Bath*. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 2(2): 68-79.
- Ngah, W.S.W., and Fatinathan, S. 2010. Adsorption Characterization of Pb (II) and Cu (II) ions onto Chitosan-Tripolyphosphate Beads: Kinetic, Equilibrium and Thermodynamic Studies. *Journal of Environmental Management*, 91: 958-969.
- Nisfayati, Rahmi dan Marlina. 2017. Pengaruh Penambahan Epiklorohidrin Terhadap Sifat Mekanik dan Daya Serap Film Kitosan Sebagai Adsorben. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, 12(1): 31-36.
- Nitsae, M., Madjid, A.D.R., Hakim, L., dan Sabarudin, A. 2016. Pengaruh Tripolifosfat dan Etilen Glikol Diglisidil Eter pada Pembuatan Kitosan Beads untuk Adsorpsi Cr (VI). *NATURAL*, 3(3): 220-225.
- Nurmasari, R., Astuti, M.D., Umaningrum, D., dan Khusnaria, D.A. 2014. Kajian Adsorpsi Rhodamin B pada Humin. *Prosiding Seminar Nasional Kimia*; Surabaya, 20 September 2014. Surabaya: Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Surabaya. Halaman 203-210.
- Nurmasari, R., Astuti, M.D., Umaningrum, D., dan Khusnaria, D.A. 2014. Kajian Adsorpsi Rhodamin B Pada Humin. *Prosiding Seminar Nasional Kimia*, 203-210.

- Piccin, J.S., Dotto, G.L., and Pinto, A.A. 2011. Adsorption Isotherms and Thermochemical Data of Fd&C Red N^o 40 Binding By Chitosan. *Brazilian journal of Chemical Engineering*, 28(2): 295-304.
- Pribadi, S., Pranjono, Triarjo, Mustika, D., Setiawan, J. 2015. Metode Pendeteksian Tepi Sobel dan Canny untuk Pengukuran Diameter Serat *Nonwoven Polycarbosilane*. *Seminar Nasional XI*; Yogyakarta, 15 September 2015. Yogyakarta: SDM Teknologi Nuklir. Halaman 248-252.
- Purnamawati, K.Y., Suyasa, I.W.B., dan Mahardika, I.G. 2015. Penurunan Kadar Rhodamin B dalam Air Limbah dengan Biofiltrasi Sistem Tanaman. *ECOTROPHIC*, 9(2): 46-51.
- Purwati, E., Purnawiranita, F.A., dan Sandy, W.T.A. 2018. Analisis Kadar Rhodamine B Pada Mi Lidi Merek “Y” Dan “Z” Di Kabupaten Sidoarjo. *Jurnal Sainstek*, 15: 47–50.
- Rahayu, P. Dan Khabibi. 2016. Adsorpsi Ion Logam Nikel (II) oleh Kitosan Termodifikasi Tripolifosfat. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasinya*, 19(1): 21-26.
- Rengga, W.D.P. dan Handayani, P.A. 2016. Karbon Aktif Termodifikasi Nanosilver. *Saintek*, 14(1): 81-87.
- Renni, C.P., Mahatmanti, F.W., dan Widiarti, N. 2018. Pemanfaatan Zeolit Alam Teraktivasi Sebagai Adsorben Ion Logam Fe (III) dan Cr (VI). *Indonesian Journal of Chemical Science*, 7(1): 64-70.
- Roobottom, H.K and Jenkins, H.D.B. 1999. Thermochemical Radii of Complex Ions. *Journal of Chemical Education*, 76(11): 1570-1573.
- Sadkowski, P.J and Fleming, G.R. 1978. Photophysics of The Acid and Base Forms of Rhodamine B. *Chemical Physics letters*, 57(4): 526-529.
- Safni, Amelia, F., Liansari, O., Suryani, H., dan Yusuf, Y. 2009. Penggunaan Katalis ZnO-H₂O₂ untuk Degradasi Zat Warna Rhodamin B dan Alizarin-S. *J.Riz.Kim*, 2(1): 75-82
- Sanjaya, A.S dan Agustine, R.P. 2015. Studi Kinetika Adsorpsi Pb Menggunakan Arang Aktif dari Kulit Pisang. *Konversi*, 4(1): 17-24.
- Sari, G.L., Mizwar, A., dan Trihadiningrum, Y. 2016. Pengaruh pH Tanah Terhadap Proses Biodegradasi *Polycyclic Aromatic Hydrocarbon* (PAH) pada Tanah Terkontaminasi Batubara. *Jurnal Teknologi Universitas Muhammadiyah Jakarta*, 8(1): 31-38.
- Sari, R.A., Firdaus, M.L., dan Elvia, R. 2017. Penentuan Kesetimbangan, Termodinamika dan Kinetika Adsorpsi Arang Aktif Tempurung Kelapa

Sawit pada Zat Warna *Reactive Red* dan *Direct Blue*. *ALOTROP Jurnal Pendidikan dan Ilmu Kimia*, 1(1): 10-14.

Setiawan, A., Widiana, D.R., dan Nugroho, P.N.A. 2015. Sintesis dan Karakterisasi Kitosan Mikropartikel dengan Modifikasi Gelasi Ionik. *Jurnal Perikanan (J.Fish. Sci)*, XVII(2): 90-95.

Setiyanto, Riyawati, I., dan Kurniasari, L. 2015. Adsorpsi Pewarna Tekstil Rhodamin B Menggunakan Senyawa Xanthat Pulpa Kopi. *Momentum*, 11(1): 24-28.

Sheshmani, S., Anshori, A., 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.

Suhartati, T. 2017. *Dasar-Dasar Spektrofotometri UV-Vis dan Spektrometri Massa untuk Penentuan Struktur Senyawa Organik*. Lampung : CV Anugrah Utama Raharja Anggota IKAPI.

Szymanska, E., and Winnicka, K. 2015. Stability of Chitosan-A Challenge for Pharmaceutical and Biomedical Applications. *Arine Drugs*, 13: 1819-1846.

Thahir, F.S., Atika, dan Fardiyah, Q. 2013. Pengaruh pH dan Temperatur Terhadap Kinerja Sensor Potensiometri Rhodamin B berbasis Kitosan. *Kimia Student Journal*, 1(1): 64-70.

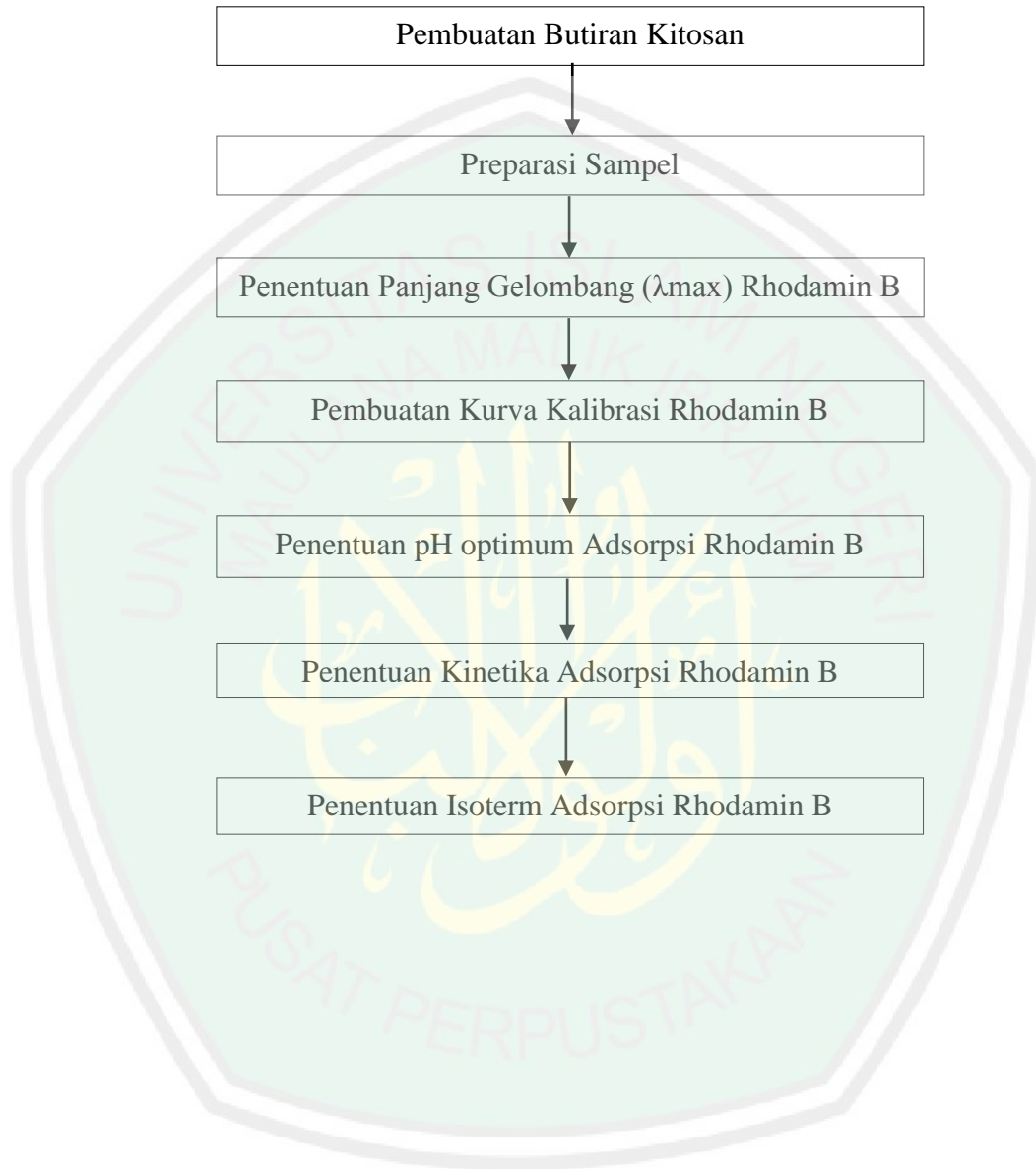
Wong, Y.C., Szeto, Y.S., Cheung, W.H., and McKay, G. 2003. Equilibrium Studies for Acid Dye Adsorption onto Chitosan. *Langmuir*, 19: 7888-7894.

Zhang, J. Zhou, Q., and Ou, L. 2012. Kinetic, Isotherm, and Thermodynamic Studies of the Adsorption of Methyl Orange from Aqueous Solution by Chitosan/Alumina Composite. *Journal of Chemical & Engineering Data*, 57: 412-419.

Zou, Y. 2009. Fundamental of High Pressure Adsorption. *Langmuir*, 25(23): 13461-13466.

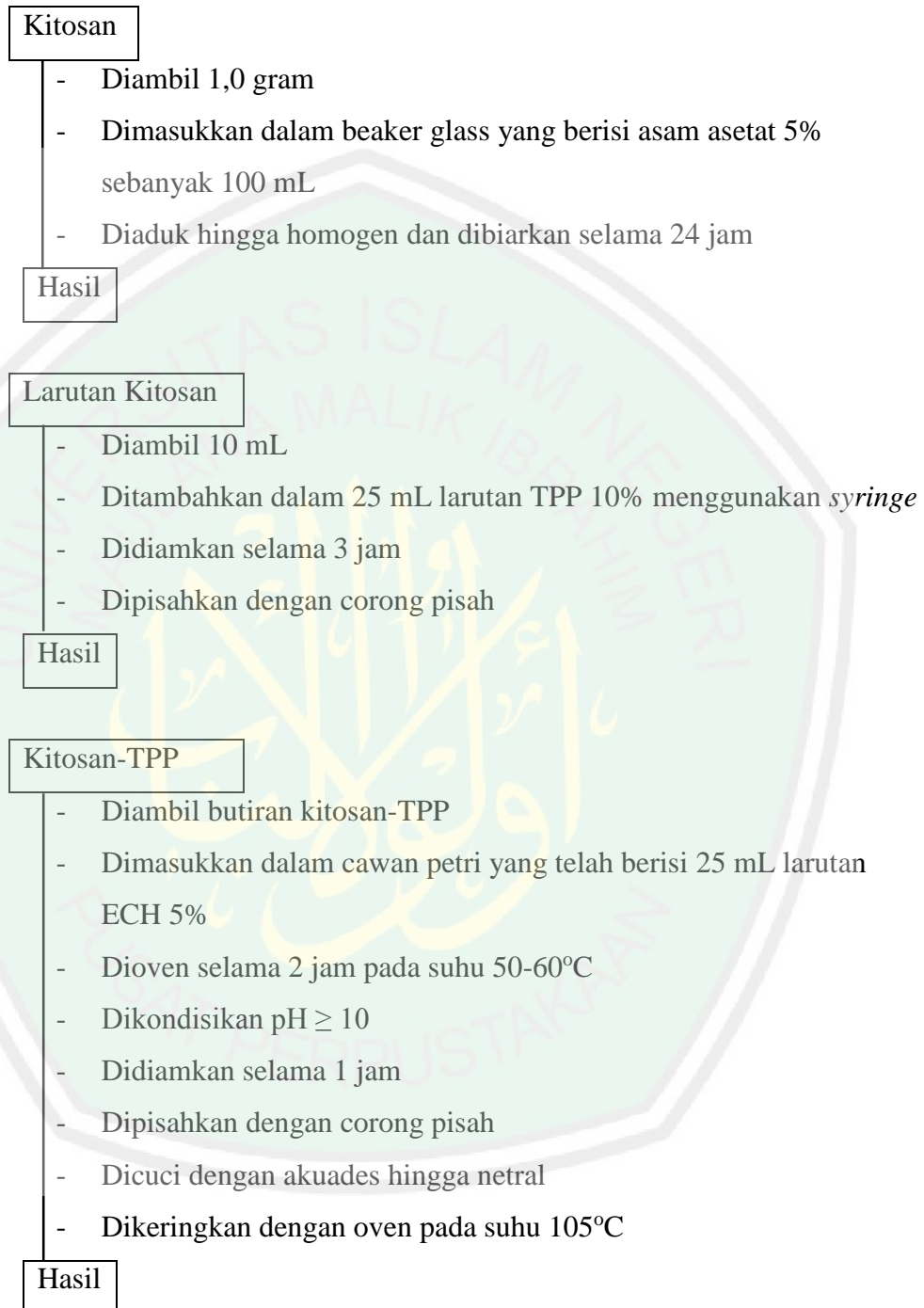
LAMPIRAN

Lampiran 1 Kerangka Berfikir



Lampiran 2 Diagram Alir

1.1. Pembuatan Butiran Kitosan



1.2. Kemampuan Butiran Kitosan dalam Mengadsorpsi Rhodamin B

1.2.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum (λ_{\max})

Serbuk Rhodamin B

- Ditimbang 100 mg menggunakan neraca analitik
- Dimasukkan dalam labu takar 100 mL
- Ditambahkan 100 mL akuades
- Dihomogenkan

Hasil

Larutan Rhodamin B

- Dipipet 10 mL
- Dimasukkan dalam labu takar 100 mL
- Ditandabatkan dengan akuades
- Dihomogenkan
- Diencerkan kembali menjadi 5 ppm
- Dianalisis dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis
- Ditentukan λ_{\max}

Hasil

1.2.2 Penentuan Kurva Kalibrasi

Larutan Rhodamin B 2,0; 4,0; 6,0; 0,8 dan 10 ppm

- Diambil 5 mL
- Dianalisis dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada λ_{\max}
- Dibuat kurva dengan memplotkan konsentrasi pada sumbu x dan absorbansi pada sumbu y

Hasil

1.2.3 Penentuan pH optimum Adsorpsi Zat Warna Rhodamin B

Larutan Rhodamin B 20 ppm dengan Variasi pH 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 dan 9

- Dipipet 25 mL
- Dimasukkan dalam botol urin
- Ditambahkan butiran kitosan sebanyak 0,02 gram
- Diaduk menggunakan *shaker* dengan kecepatan 100 rpm selama 3 jam
- Dipisahkan dengan corong pisah
- Dipipet 2,5 mL larutan
- Dimasukkan dalam labu takar 25 mL dan ditandabatkan
- Diambil 5 mL dan dianalisis dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada λ_{max}
- Ditentukan kapasitas adsorpsi (Q_e) Rhodamin B

Hasil

1.2.4 Penentuan Kinetika Adsorpsi Zat Warna Rhodamin B

Larutan Rhodamin B 20 mg/L

- Dikondisikan pada pH optimum adsorpsi
- Dipipet 25 mL
- Dimasukkan dalam botol urin
- Ditambahkan butiran kitosan sebanyak 0,02 gram
- Diaduk menggunakan *shaker* dengan kecepatan 100 rpm dengan variasi waktu 0, 1, 3, 6, 24, dan 28 jam
- Dipisahkan dengan corong pisah
- Dipipet 2,5 mL larutan
- Dimasukkan dalam labu takar 25 mL dan ditandabatkan
- Diambil 5 mL dan dianalisis dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada λ_{max}
- Ditentukan kapasitas adsorpsi (Q_e) Rhodamin B

Hasil

1.2.5 Penentuan Isoterm Adsorpsi Zat Warna Rhodamin B

Larutan Rhodamin B (10, 15, 20, dan 25 ppm)

- Dikondisikan pada pH
- Dipipet 25 mL
- Dimasukkan dalam botol urin
- Ditambahkan butiran kitosan sebanyak 0,02 gram
- Diaduk menggunakan *shaker* dengan kecepatan 100 rpm sesuai dengan waktu kontak optimum adsorpsi
- Dipisahkan dengan corong pisah
- Dipipet 2,5 mL larutan
- Dimasukkan dalam labu takar 25 mL dan ditandabatkan
- Diambil 5 mL dan dianalisis dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada λ_{max}
- Ditentukan kapasitas adsorpsi (Q_e) Rhodamin B

Hasil

Lampiran 3 Perhitungan Reagen

3.1. Pembuatan Larutan Asam Asetat 5% (v/v)

$$\text{Konsentrasi Larutan Asam Asetat} = 99\%$$

$$\text{Massa jenis } (\rho) = 1,05 \text{ g/mL}$$

$$\text{Berat Molekul (Mr)} = 60,05 \text{ g/mol}$$

$$\text{Volume larutan yang akan dibuat} = 100 \text{ mL}$$

$$\% \text{ v/v} = \frac{\text{Volume Asam Asetat}}{\text{Volume larutan}}$$

$$99\% = \frac{\text{Volume Asam Asetat}}{100 \text{ mL}}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Asam Asetat} &= 99\% \times 100 \text{ mL} \\ &= 99 \text{ mL} \end{aligned}$$

$$\rho = \frac{m \text{ Asam Asetat (g)}}{\text{Volume Asam Asetat (mL)}}$$

$$1,05 \text{ g/mL} = \frac{m \text{ Asam Asetat (g)}}{99 \text{ mL}}$$

$$\begin{aligned} m \text{ Asam Asetat (g)} &= 1,05 \text{ g/mL} \times 99 \text{ mL} \\ &= 103,95 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$M \text{ Asam Asetat} = \frac{m \text{ Asam Asetat (g)}}{\text{Mr Asam Asetat } \left(\frac{\text{gr}}{\text{mol}}\right)} \times \frac{1000}{\text{Volume Larutan (mL)}}$$

$$M \text{ Asam Asetat} = \frac{103,95 \text{ g}}{60,05 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} \times \frac{1000}{100 \text{ mL}}$$

$$M \text{ Asam Asetat} = 17,3106 \text{ M}$$

Jadi, konsentrasi Asam Asetat 99% yaitu 17,3106 M

$$\% \text{ v/v} = \frac{\text{Volume Asam Asetat}}{\text{Volume larutan}}$$

$$5\% = \frac{\text{Volume Asam Asetat}}{100 \text{ mL}}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Asam Asetat} &= 5\% \times 100 \text{ mL} \\ &= 5 \text{ mL} \end{aligned}$$

$$\rho = \frac{m \text{ Asam Asetat (g)}}{\text{Volume Asam Asetat (mL)}}$$

$$1,05 \text{ g/mL} = \frac{m \text{ Asam Asetat (g)}}{5 \text{ mL}}$$

$$\begin{aligned} m \text{ Asam Asetat (g)} &= 1,05 \text{ g/mL} \times 5 \text{ mL} \\ &= 2,25 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$M \text{ Asam Asetat} = \frac{m \text{ Asam Asetat (g)}}{Mr \text{ Asam Asetat } \left(\frac{\text{gr}}{\text{mol}}\right)} \times \frac{1000}{\text{Volume Larutan (mL)}}$$

$$M \text{ Asam Asetat} = \frac{2,25 \text{ g}}{60,05 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} \times \frac{1000}{100 \text{ mL}}$$

$$M \text{ Asam Asetat} = 0,3747 \text{ M}$$

Jadi, konsentrasi epichlorohydrin 5% yaitu 0,3747 M

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$17,3106 \text{ M } V_1 = 0,3747 \text{ M } 100 \text{ mL}$$

$$\begin{aligned} V_1 &= 5,1255 \text{ mL} \\ &\approx 5 \text{ mL} \end{aligned}$$

Karena Asam Asetat yang digunakan murni, maka dapat pula menggunakan perhitungan sebagai berikut:

$$\% \text{ v/v} = \frac{\text{Volume Asam Asetat}}{\text{Volume larutan}}$$

$$5\% = \frac{\text{Volume Asam Asetat}}{100 \text{ mL}}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Asam Asetat} &= 5\% \times 100 \text{ mL} \\ &= 5 \text{ mL} \end{aligned}$$

3.2. Pembuatan Larutan Tripolifosfat 10% (b/v)

$$\% \text{ b/v} = \frac{m \text{ Tripolifosfat (g)}}{\text{Volume larutan}}$$

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

$$\begin{aligned} m \text{ Tripolifosfat (g)} &= 10\% \times 100 \text{ mL} \\ &= 10 \text{ gram} \end{aligned}$$

3.3. Pembuatan Larutan Epiklorohidrin 5% (v/v)

Konsentrasi Larutan Epicklorohidrin = $\geq 99\%$

Massa jenis (ρ) = 1,18 g/mL

Berat Molekul (Mr) = 92,48 g/mol

Volume larutan yang akan dibuat = 100 mL

$$\% \text{ v/v} = \frac{\text{Volume Epiklorohidrin}}{\text{Volume larutan}}$$

$$99\% = \frac{\text{Volume Epiklorohidrin}}{100 \text{ mL}}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Epiklorohidrin} &= 99\% \times 100 \text{ mL} \\ &= 99 \text{ mL} \end{aligned}$$

$$\rho = \frac{m \text{ Epiklorohidrin (g)}}{\text{Volume Epiklorohidrin (mL)}}$$

$$1,18 \text{ g/mL} = \frac{m \text{ Epiklorohidrin (g)}}{99 \text{ mL}}$$

$$\begin{aligned} m \text{ Epiklorohidrin (g)} &= 1,18 \text{ g/mL} \times 99 \text{ mL} \\ &= 116,82 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$M \text{ Epiklorohidrin} = \frac{m \text{ Epiklorohidrin (g)}}{\text{Mr Epiklorohidrin} \left(\frac{\text{gr}}{\text{mol}}\right)} \times \frac{1000}{\text{Volume Larutan (mL)}}$$

$$M \text{ Epiklorohidrin} = \frac{116,82 \text{ g}}{92,48 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} \times \frac{1000}{100 \text{ mL}}$$

$$M \text{ Epiklorohidrin} = 12,6319 \text{ M}$$

Jadi, konsentrasi Epiklorohidrin 99% yaitu 12,6319 M

$$\% \text{ v/v} = \frac{\text{Volume Epiklorohidrin}}{\text{Volume larutan}}$$

$$5\% = \frac{\text{Volume Epiklorohidrin}}{100 \text{ mL}}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Epiklorohidrin} &= 5\% \times 100 \text{ mL} \\ &= 5 \text{ mL} \end{aligned}$$

$$\rho = \frac{m \text{ Epiklorohidrin (g)}}{\text{Volume Epiklorohidrin (mL)}}$$

$$1,18 \text{ g/mL} = \frac{m \text{ Epiklorohidrin (g)}}{5 \text{ mL}}$$

$$\begin{aligned} m \text{ Epiklorohidrin (g)} &= 1,18 \text{ g/mL} \times 5 \text{ mL} \\ &= 5,9 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$M \text{ Epiklorohidrin} = \frac{m \text{ Epiklorohidrin (g)}}{\text{Mr Epiklorohidrin} \left(\frac{\text{gr}}{\text{mol}}\right)} \times \frac{1000}{\text{Volume Larutan (mL)}}$$

$$M \text{ Epiklorohidrin} = \frac{5,9 \text{ g}}{92,48 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} \times \frac{1000}{100 \text{ mL}}$$

$$M \text{ Epiklorohidrin} = 0,6380 \text{ M}$$

Jadi, konsentrasi epichlorohydrin 5% yaitu 0,6380 M

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$12,6319 \text{ M } V_1 = 0,6380 \text{ M } 100 \text{ mL}$$

$$V_1 = 5,0505 \text{ mL}$$

$$\approx 5 \text{ mL}$$

Karena Epiklorohidrin yang digunakan murni, maka dapat pula menggunakan perhitungan sebagai berikut:

$$\% v/v = \frac{\text{Volume Epiklorohidrin}}{\text{Volume larutan}}$$

$$5\% = \frac{\text{Volume Epiklorohidrin}}{100 \text{ mL}}$$

$$\text{Volume Epiklorohidrin} = 5\% \times 100 \text{ mL}$$

$$= 5 \text{ mL}$$

3.4. Pembuatan Larutan NaOH 1 M

$$\text{Konsentrasi padatan NaOH} = 99,9\%$$

$$\text{Massa Molekul NaOH} = 40 \text{ g/mol}$$

$$\text{Volume larutan yang akan dibuat} = 100 \text{ mL}$$

$$M \text{ NaOH} = \frac{n \text{ NaOH (mol)}}{V \text{ Larutan (L)}}$$

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

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

$$n \text{ NaOH (mol)} = 0,1 \text{ mol}$$

$$n \text{ NaOH (mol)} = \frac{m \text{ NaOH (g)}}{\text{Mr NaOH} \left(\frac{\text{g}}{\text{mol}} \right)}$$

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

$$M \text{ NaOH} = 0,1 \text{ mol} \times 40 \text{ g/mol}$$

$$M \text{ NaOH} = 4 \text{ gram}$$

Maka untuk membuat 1 M larutan NaOH 100 mL, menggunakan 4 gram padatan NaOH

3.5. Pembuatan Larutan NaOH 0,1 M

$$\text{Konsentrasi Larutan NaOH} = 1 \text{ M}$$

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

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

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

3.6. Pembuatan Larutan HCl 1 M

$$\text{Konsentrasi Larutan HCl} = 37\%$$

$$\text{Massa jenis } (\rho) = 1,18 \text{ g/mL}$$

$$\text{Berat Molekul } (M_r) = 36,5 \text{ g/mol}$$

$$\text{Volume larutan yang akan dibuat} = 100 \text{ mL}$$

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

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

$$\begin{aligned} \text{Volume HCl} &= 37\% \times 100 \text{ mL} \\ &= 37 \text{ mL} \end{aligned}$$

$$\rho = \frac{m \text{ HCl (g)}}{\text{Volume HCl (mL)}}$$

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

$$\begin{aligned} m \text{ HCl (g)} &= 1,18 \text{ g/mL} \times 37 \text{ mL} \\ &= 43,66 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$M \text{ HCl} = \frac{m \text{ HCl (g)}}{M_r \text{ HCl } \left(\frac{\text{gr}}{\text{mol}}\right)} \times \frac{1000}{\text{Volume Larutan (mL)}}$$

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

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

Jadi, konsentrasi HCl 37% yaitu 11,9616 M

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$11,9616 \text{ M } V_1 = 1 \text{ M } 100 \text{ mL}$$

$$V_1 = 8,3601 \text{ mL}$$

$$\approx 8,4 \text{ mL}$$

3.7. Pembuatan Larutan HCl 0,1 M

$$\text{Konsentrasi Larutan NaOH} = 1 \text{ M}$$

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

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

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

3.8. Pembuatan Larutan Stok Rhodamin B 1000 mg/mL (ppm)

$$\text{Massa Rhodamin B} = 1000 \text{ mg} = 1 \text{ gr}$$

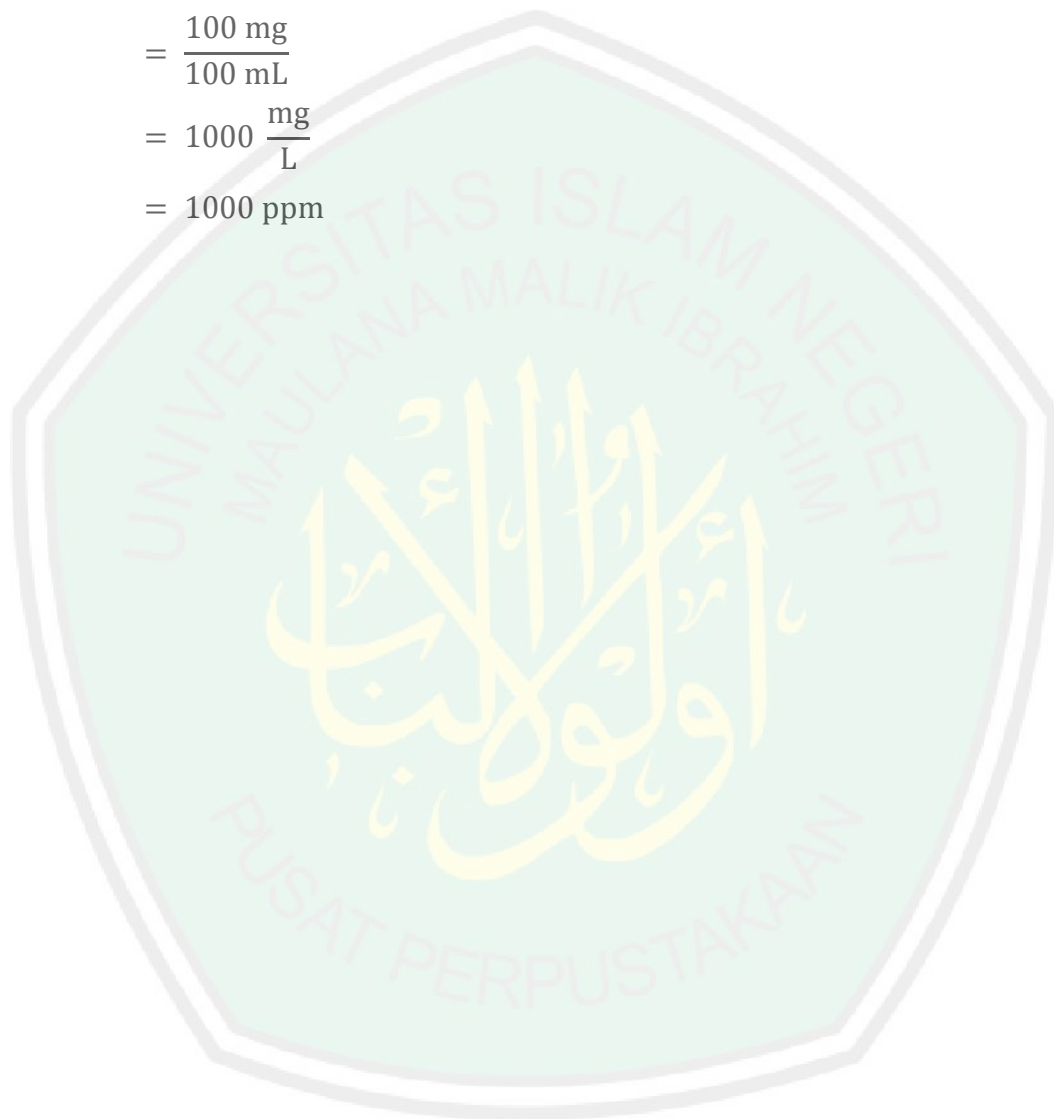
$$\text{Volume akuades} = 1000 \text{ mL} = 1 \text{ L}$$

$$\text{ppm} = \frac{m \text{ Rhodamin B (mg)}}{v \text{ (L)}}$$

$$= \frac{1000 \text{ mg}}{1000 \text{ mL}}$$

$$= 1000 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

$$= 1000 \text{ ppm}$$



Lampiran 4 Perhitungan Hasil Penelitian

4.1. Penentuan Diameter Butiran Kitosan

Area (mm ²)	Diameter (mm)	Diameter rata-rata (mm)	Area (mm ²)	Diameter (mm)	Diameter rata-rata (mm)	% Diameter
0,3080	0,6264	0,6619	0,4170	0,7288	0,6652	0,4866
0,3050	0,6233		0,3590	0,6763		
0,3630	0,6800		0,2510	0,5655		
0,3980	0,7120		0,3870	0,7021		
0,3440	0,6620		0,3080	0,6264		
0,3210	0,6395		0,3510	0,6687		
0,3730	0,6893		0,2830	0,6004		
0,3970	0,7111		0,4040	0,7174		
0,3330	0,6513		0,3680	0,6847		
0,3220	0,6405		0,4750	0,7779		
0,3450	0,6629		0,3980	0,7120		
0,2940	0,6120		0,3630	0,6800		
0,3300	0,6484		0,4000	0,7138		
0,3200	0,6385		0,3340	0,6523		
0,2970	0,6151		0,3360	0,6542		
0,3600	0,6772		0,2240	0,5342		
0,4520	0,7588		0,2920	0,6099		
0,3830	0,6985		0,3940	0,7085		
0,3800	0,6958		0,3480	0,6658		
0,3650	0,6819		0,3450	0,6629		
0,3330	0,6513		0,2820	0,5994		
0,4220	0,7332		0,3700	0,6865		
0,3780	0,6939		0,3110	0,6294		
0,2800	0,5972		0,4120	0,7245		
0,3290	0,6474		0,3060	0,6243		
0,3200	0,6385		0,2830	0,6004		
0,3970	0,7111		0,4060	0,7192		
0,3900	0,7049		0,3220	0,6405		
0,3640	0,6810		0,3560	0,6734		
0,3430	0,6610		0,3830	0,6985		
0,3100	0,6284		0,2960	0,6141		
0,3370	0,6552		0,4400	0,7487		
0,2760	0,5930	0,3200	0,6385			
0,2690	0,5854	0,3590	0,6763			

$$\begin{aligned} \text{Luas Lingkaran} &= \frac{1}{4} \pi d^2 \\ 0,3080 &= \frac{1}{4} 3,14 d^2 \\ d &= \sqrt{\frac{(0,3080 \times 4)}{3,14}} \\ &= 0,6264 \text{ mm} \end{aligned}$$

4.2. Penentuan pH Optimum Adsorpsi Rhodamin B

pH	A kontrol	C kontrol	A larutan	C larutan	Fp	%A	%A rata	Q	Q rata
2	0,4070	20,3614	0,3986	19,9455	10	2,0423	1,9207	0,5198	0,4889
			0,3996	19,9950	10	1,7992		0,4579	
3	0,4095	20,4851	0,4047	20,2475	10	1,1600	1,1600	0,2970	0,2970
4	0,4163	20,8218	0,4143	20,7228	10	0,4755	0,5350	0,1238	0,1392
			0,4138	20,6980	10	0,5944		0,1547	
5	0,4233	21,1683	0,4169	20,8515	10	1,4967	1,3681	0,3960	0,3620
			0,4180	20,9059	10	1,2395		0,3280	
6	0,4146	20,7376	0,4123	20,6238	10	0,5491	0,5491	0,1423	0,1423
7	0,4166	20,8366	0,4139	20,7030	10	0,6415	0,5821	0,1671	0,1516
			0,4144	20,7277	10	0,5227		0,1361	
8	0,4115	20,5842	0,4065	20,3366	10	1,2025	1,3348	0,3094	0,3434
			0,4054	20,2822	10	1,4671		0,3775	
9	0,4139	20,7030	0,4053	20,2772	10	2,0564	2,0564	0,5322	0,5322
			0,4053	20,2772	10	2,0564		0,5322	

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi Kontrol (Co)} &= \frac{(\text{Absorbansi}) + 0,0043}{0,202} \times Fp \\ &= \frac{0,4070 + 0,0043}{0,202} \times 10 \\ &= 20,3614 \text{ ppm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi Akhir (Ce)} &= \frac{(\text{Absorbansi}) + 0,0043}{0,202} \times Fp \\ &= \frac{0,3986 + 0,0043}{0,202} \times 10 \\ &= 19,9455 \text{ ppm} \end{aligned}$$

$$\text{Kapasitas Adsorpsi (Qe)} = \frac{(Co - Ce) \times V}{m}$$

$$= \frac{(20,3614 - 19,9455) \times 0,025}{0,02}$$

$$= 0,5198 \text{ mg/g}$$

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

$$= \frac{(20,3614 - 19,9455)}{20,3614} \times 100$$

$$= 2,0423\%$$

4.3. Penentuan Waktu Kontak Optimum dan Kinetika Adsorpsi Rhodamin B

4.3.1. Waktu Kontak Optimum Adsorpsi Rhodamin B oleh Butiran Kitosan

t (jam)	A	C	C rata	Q	Q rata	%A	%A rata	Fp
0	0,3898	19,5099	19,7475	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	10
	0,3972	19,8762		0,0000				
	0,3968	19,8564		0,0000				
1	0,4017	20,0990	20,3218	-0,7364	-0,7178	-3,0195	-2,9086	10
	0,4094	20,4802		-0,7550				
	0,4075	20,3861		-0,6621				
3	0,3561	17,8416	19,0776	2,0854	0,8375	8,5511	3,4235	10
	0,3934	19,6881		0,2351				
	0,3937	19,7030		0,1918				
6	0,3740	18,7277	18,3300	0,9777	1,7719	4,0091	7,1569	10
	0,3351	16,8020		3,8428				
	0,3888	19,4604		0,4950				
24	0,3665	18,3564	16,6634	1,4418	3,8552	5,9122	15,5564	10
	0,2731	13,7327		7,6795				
	0,3573	17,9010		2,4443				
28	0,3427	17,1782	17,6964	2,9146	2,5639	11,9513	10,3934	10
	0,3245	16,2772		4,4988				
	0,3923	19,6337		0,2785				

$$\text{Konsentrasi Kontrol (Co)} = \frac{(\text{Absorbansi}) + 0,0043}{0,202} \times F_p$$

$$= \frac{0,3898 + 0,0043}{0,202} \times 10$$

$$= 19,5099 \text{ ppm}$$

$$\text{Konsentrasi Akhir (Ce)} = \frac{(\text{Absorbansi}) + 0,0043}{0,202} \times F_p$$

$$= \frac{0,3561 + 0,0043}{0,202} \times 10$$

$$= 17,8416 \text{ ppm}$$

$$\text{Kapasitas Adsorpsi (Qe)} = \frac{(C_o - C_e) \times V}{m}$$

$$= \frac{(19,5099 - 17,8416) \times 0,025}{0,02}$$

$$= 2,0854 \text{ mg/g}$$

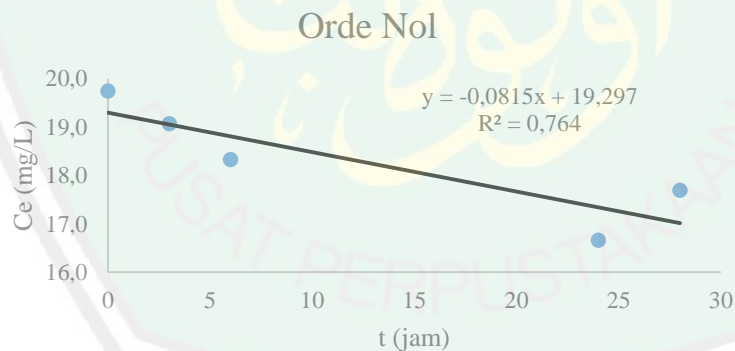
$$\% \text{Teradsorpsi} = \frac{(C_o - C_e)}{C_o} \times 100$$

$$= \frac{(19,5099 - 17,8416)}{19,5099} \times 100$$

$$= 8,5511\%$$

4.3.2. Kinetika Adsorpsi Rhodamin B Oleh Butiran Kitosan

4.3.2.1. Orde Nol



Sb x (t jam)	Sb Y (Ce)
0	19,7475
3	19,0776
6	18,3300
24	16,6634
28	17,6964

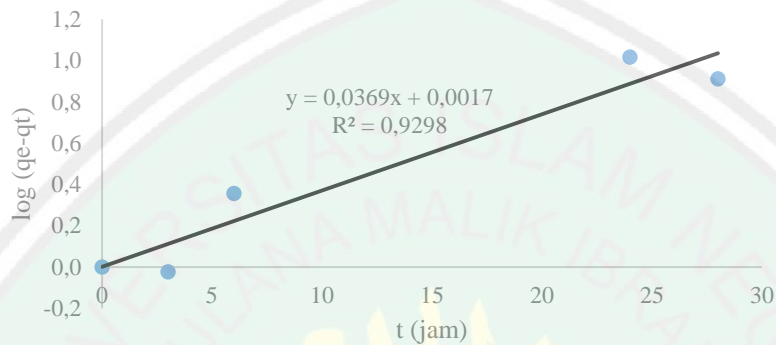
Persamaan $y = -0,0815x + 19,297$

a	b	k0	R ²
-0,0815	19,297	19,297	0,764

4.3.2.2. Pseudo Orde Pertama

t (jam)	C	Qe	k1	k1t/2,303	log qe	log (qe-qt)	log qt
0	19,7475	0,0000	0,0413	0,0000	#NUM!	#NUM!	#NUM!
3	19,0776	0,8375	0,0413	0,0538	-0,0770	-0,0232	3,3204
6	18,3300	1,7719	0,0413	0,1077	0,2484	0,3561	0,6976
24	16,6634	3,8552	0,0413	0,4307	0,5860	1,0167	0,5764
28	17,6964	2,5639	0,0413	0,5025	0,4089	0,9114	0,4487

Pseudo Orde Pertama



x (t)	log (qe-qt)
0	#NUM!
3	-0,0232
6	0,3561
24	1,0167
28	0,9114

Persamaan $y = 0,0369x + 0,0017$

a	b	R ²	k ₁
0,0369	0,0017	0,9298	0,0413

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

$$k_1 = (1 \times 10^{-5} \times (C_0)^2) - (0,0013 \times C_0) + 0,0631$$

$$k_1 = (1 \times 10^{-5} \times (C_0)^2) - (0,0013 \times C_0) + 0,0631$$

$$= (1 \times 10^{-5} \times (19,7475)^2) - (0,0013 \times 19,7475) + 0,0631$$

$$= 0,0413$$

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

$$= 0,2484 + 0,1077$$

$$= 0,3561$$

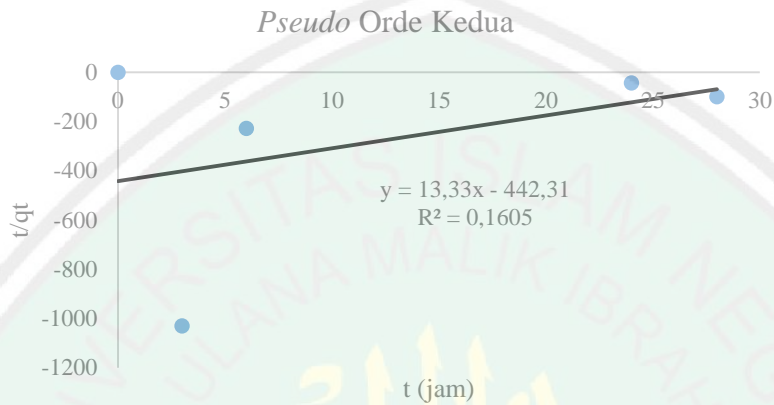
$$\text{Log } q_t = \frac{\log q_e}{\text{Log } (q_e - q_t)}$$

$$= \frac{0,2484}{0,3561}$$

$$= 0,6976$$

4.3.2.3. Pseudo Orde Kedua

t (jam)	Ce	Qe	k2	qe^2	1/k2 qe^2	(1/qe)t	t/qt
0	19,7475	0,0000	-0,0014	0,0000	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
3	19,0776	0,8375	-0,0014	0,7013	-1032,8525	3,5823	-1029,2702
6	18,3300	1,7719	-0,0014	3,1395	-230,7300	3,3863	-227,3437
24	16,6634	3,8552	-0,0014	14,8626	-48,7385	6,2254	-42,5131
28	17,6964	2,5639	-0,0014	6,5738	-110,1915	10,9207	-99,2708



x (t)	y (t/Qt)
0	#DIV/0!
3	-1029,2702
6	-227,3437
24	-42,5131
28	-99,2708

Persamaan $y = 13,33x - 442,31$

a	b	k ₂	R ²
13,33	-442,31	-0,0014	0,1605

$$\frac{t}{qt} = \frac{1}{k_2 qe^2} - \frac{1}{qe} t$$

$$k_2 = 0,002 (C_0) - 0,00533$$

$$k_2 = 0,0002 (19,7475) - 0,00533$$

$$= -0,0014$$

$$\frac{t}{qt} = \frac{1}{k_2 qe^2} - \frac{1}{qe} t$$

$$= \frac{1}{(-0,0014)(0,7013)} - \frac{1}{(0,8375)} 3$$

$$= -1029,2702$$

4.4. Penentuan Konsentrasi Optimum dan Isoterm Adsorpsi Rhodamin B

4.4.1. Penentuan Konsentrasi Optimum Adsorpsi Rhodamin B oleh Butiran

Kitosan

Co	A	Ce	Qe	Qe rata	%A	%A rata	Fp
kontrol 10 ppm	0,2049	10,3564					10
10 ppm 1	0,2001	10,1188	0,2970	0,3651	2,2945	2,8203	10
10 ppm 2	0,1979	10,0099	0,4332		3,3461		10
kontrol 15 ppm	0,2738	13,7673					10
15 ppm	0,2672	13,4406	0,4084	0,4084	2,3732	2,3732	10
kontrol 20 ppm	0,3960	19,8168					10
20 ppm 1	0,3934	19,6881	0,1609	0,1640	0,6495	0,6620	10
20 ppm 2	0,3933	19,6832	0,1671		0,6745		10
kontrol 25 ppm	0,4840	24,1733					10
25 ppm 2	0,4817	24,0594	0,1423	0,1423	0,4710	0,4710	10

$$\text{Konsentrasi Kontrol (Co)} = \frac{(\text{Absorbansi}) + 0,0043}{0,202} \times Fp$$

$$= \frac{0,2049 + 0,0043}{0,202} \times 10$$

$$= 10,3564 \text{ ppm}$$

$$\text{Konsentrasi Akhir (Ce)} = \frac{(\text{Absorbansi}) + 0,0043}{0,202} \times Fp$$

$$= \frac{0,2001 + 0,0043}{0,202} \times 10$$

$$= 10,1188 \text{ ppm}$$

$$\text{Kapasitas Adsorpsi (Qe)} = \frac{(Co - Ce) \times V}{m}$$

$$= \frac{(10,3564 - 10,1188) \times 0,025}{0,02}$$

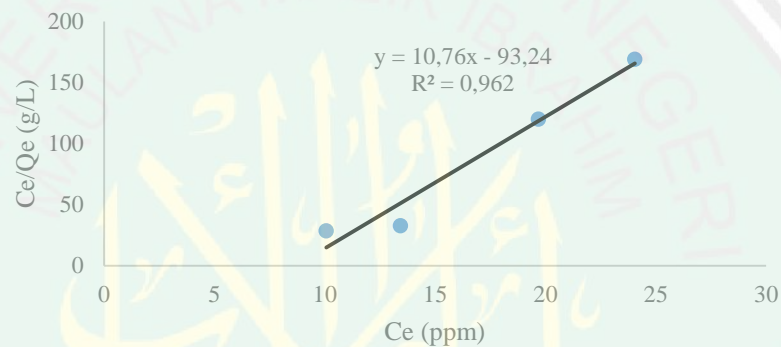
$$= 0,2970 \text{ mg/g}$$

4.4.2. Penentuan Isoterm Adsorpsi Rhodamin B oleh Butiran Kitosan

4.4.2.1. Isoterm Adsorpsi Langmuir

Co	A	Ce	Ce Rata	Qe	Ce/Qe	Ce/Qe rata
kontrol 10 ppm	0,2049	10,3564				
10 ppm 1	0,2001	10,1188	10,0644	0,2970	34,0667	28,5876
10 ppm 2	0,1979	10,0099		0,4332	23,1086	
kontrol 15 ppm	0,2738	13,7673				
15 ppm 1	0,2672	13,4406	13,4406	0,4084	32,9091	32,9091
kontrol 20 ppm	0,3960	19,8168				
20 ppm 1	0,3934	19,6881	19,6856	0,1609	122,3692	120,0883
20 ppm 2	0,3933	19,6832		0,1671	117,8074	
kontrol 25 ppm	0,4840	24,1733				
25 ppm 2	0,4817	24,0594	24,0594	0,1423	169,0435	169,0435

Langmuir



x (Ce)	y (Ce/Qe)
10,0644	28,5876
13,4406	32,9091
19,6856	120,0883
24,0594	169,0435

Persamaan $y = 10,76x - 93,24$

a	b	K_L	Qm (mg/g)	R^2
10,76	-93,24	-0,1155	0,0929	0,962

$$\frac{Ce}{Qe} = \frac{1}{Q_m K_L} + \frac{Ce}{Q_m} t$$

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

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

$$= \frac{1}{10,76}$$

$$= 0,0929 \text{ mg/g}$$

$$b = \frac{1}{K_L Q_m}$$

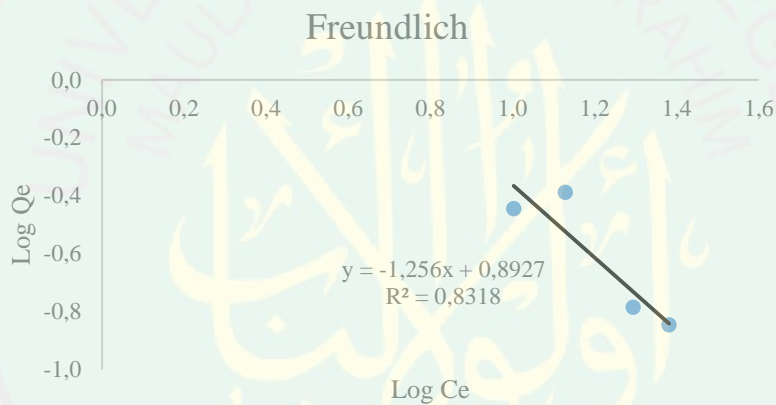
$$K_L = \frac{1}{b Q_m}$$

$$= \frac{1}{(-93,24)0,0929}$$

$$= -0,1867 \text{ L/mg}$$

4.4.2.2. Isoterm Adsorpsi Freundlich

Co	A	Ce	Qe	Log Ce	Log Ce Rata	Log Qe	Log Qe Rata
kontrol 10 ppm	0,2049	10,3564					
10 ppm 1	0,2001	10,1188	0,2970	1,0051	1,0028	-0,5272	-0,4453
10 ppm 2	0,1979	10,0099	0,4332	1,0004		-0,3633	
kontrol 15 ppm	0,2738	13,7673					
15 ppm	0,2672	13,4406	0,4084	1,1284	1,1284	-0,3889	-0,3889
kontrol 20 ppm	0,3960	19,8168					
20 ppm 1	0,3934	19,6881	0,1609	1,2942	1,2941	-0,7935	-0,7853
20 ppm 2	0,3933	19,6832	0,1671	1,2941		-0,7771	
kontrol 25 ppm	0,4840	24,1733					
25 ppm	0,4817	24,0594	0,1423	1,3813	1,3813	-0,8467	-0,8467



x (Log Ce)	y (Log Qe)
1,0028	-0,4453
1,1284	-0,3889
1,2941	-0,7853
1,3813	-0,8467

Persamaan $y = -1,256x + 0,8927$

a	b	K_F	n	R^2
-1,256	0,8927	7,8109	-0,7962	0,8318

$$\text{Log } Q_e = \text{Log } K_F + \frac{1}{n} \text{Log } C$$

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

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

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

$$K_F = 10^b$$

$$= \frac{1}{-1,256}$$

$$= 10^{(0,8927)}$$

$$= -0,7962$$

$$= 7,8109$$

Lampiran 5 Dokumentasi

5.1. Pembuatan Butiran Kitosan Terikat Silang TPP dan ECH



5.1.1 Penetesan Kitosan



5.1.2 Kitosan-TPP

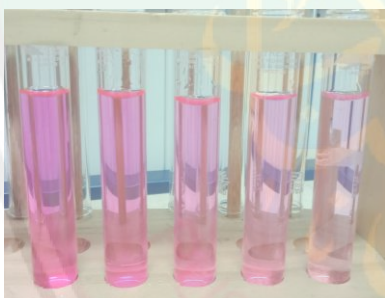


5.1.3 Kitosan-TPP-ECH

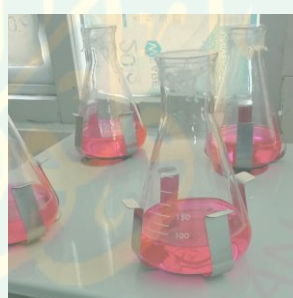


5.1.4 Kitosan-TPP-ECH Kering

5.2. Adsorpsi Zat Warna Rhodamin B

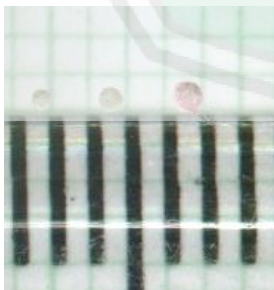


5.2.1 Kurva Standar

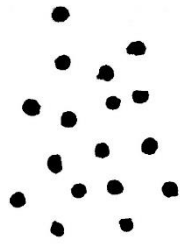


5.2.2 Adsorpsi Rhodamin B

5.3. Analisis Mikroskop Optik



5.3.1 Butiran Kitosan sebelum Adsorpsi, sesudah *Swelling* dan sesudah Adsorpsi



5.3.2 Butiran kitosan sebelum Proses Swelling



5.3.3 Butiran kitosan setelah Proses Swelling

5.4. Alat



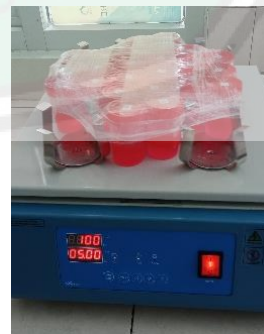
5.4.1 Oven



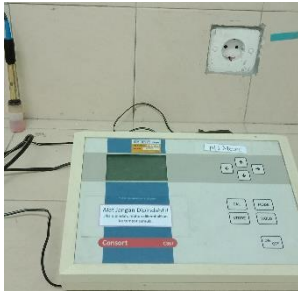
5.4.2 Neraca



5.4.3 Lemari Asam



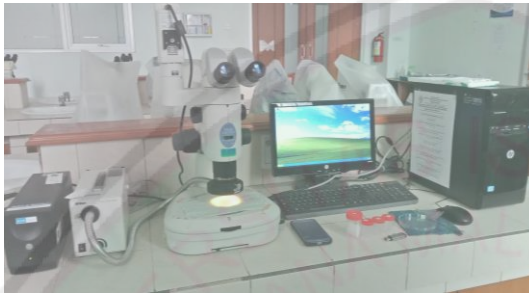
5.4.4 Shaker



5.4.5 pH meter



5.4.6 Spektrofotometer UV-Vis



5.4.7 Mikroskop Optik



Lampiran 6 Data Analisis

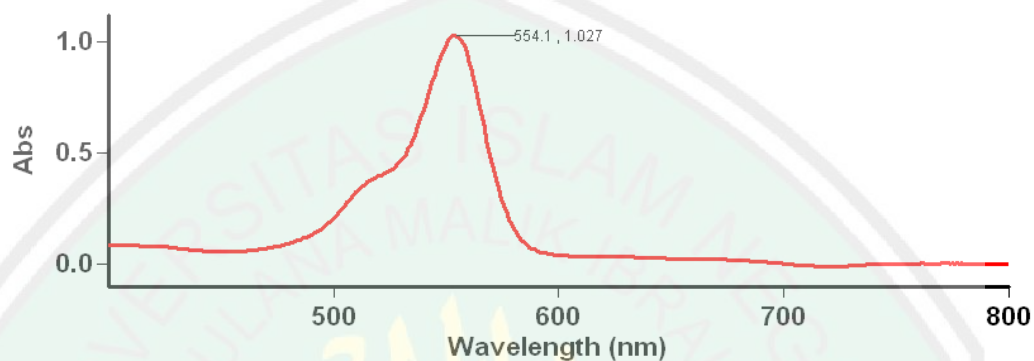
12/27/2019

Laboratorium Kimia – Fakultas Saintek

Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

Lamdha Maks Rhodamin B

Tanggal Analisa : 09 April 2019



Scan Analysis Report

Report Time : Tue 09 Apr 11:43:19 AM 2019
 Method:
 Batch: D:\Ainur\Lamdha Maks Rhodamin B (09-04-2019).DSW
 Software version: 3.00(339)
 Operator: Rika

Sample Name: Rhodamin B

Collection Time 4/9/2019 11:43:45 AM

Peak Table
 Peak Style Peaks
 Peak Threshold 0.0100
 Range 800.0nm to 400.1nm

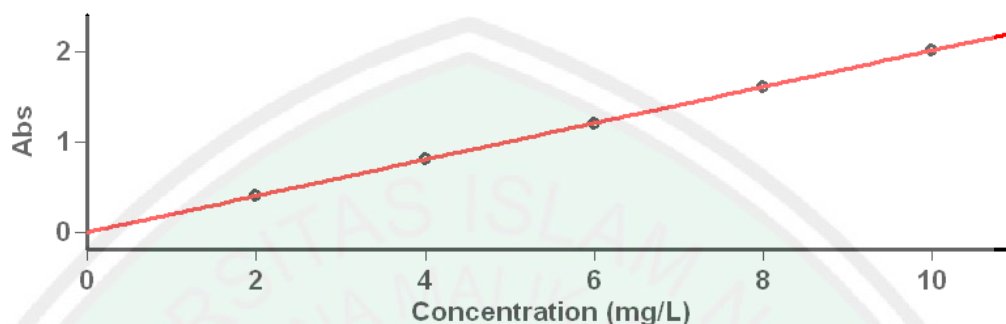
Wavelength (nm)	Abs
554.1	1.027

12/27/2019

Laboratorium Kimia – Fakultas Saintek
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

Kurva Standar Rhodamin B

Tanggal Analisa : 10 April 2019



Concentration Analysis Report

Report time 4/10/2019 2:47:20 PM
 Method
 Batch name D:\Ainur\Kurva Standar Rhodamin B
 (10-04-2019).BCN
 Application Concentration 3.00(339)
 Operator Rika

Instrument Settings

Instrument Cary 50
 Instrument version no. 3.00
 Wavelength (nm) 554.1
 Ordinate Mode Abs
 Ave Time (sec) 0.1000
 Replicates 3
 Standard/Sample averaging OFF
 Weight and volume corrections OFF
 Fit type Linear
 Min R² 0.95000
 Concentration units mg/L

Comments:

Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.1079)	554.1

Calibration

Collection time 4/10/2019 2:47:38 PM

Standard	Concentration mg/L	F	Mean	SD	%RSD	Readings
Std 1	2.0		0.3986	0.0002	0.04	0.3985
						0.3988
						0.3986
Std 2	4.0		0.8125	0.0002	0.03	0.8127
						0.8123
						0.8126

Std 3					1.2002
					1.1992
	6.0	1.1987	0.0018	0.15	1.1966
Std 4					1.6073
					1.6096
	8.0	1.6097	0.0025	0.15	1.6122
Std 5					2.0273
					2.0112
	10.0	2.0204	0.0083	0.41	2.0228

Calibration eqn Abs = 0.20205*Conc -0.00428
Correlation Coefficient 0.99989
Calibration time 4/10/2019 2:48:42 PM

Results Flags Legend

U = Uncalibrated O = Overage
N = Not used in calibration R = Repeat reading



12/27/2019

Laboratorium Kimia – Fakultas Saintek**Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang**

Absorbansi Rhodamin B Variasi pH

Tanggal Analisa : 16 Juli 2019

Advanced Reads Report

Report time 7/16/2019 1:33:54 PM
 Method
 Batch name D:\Ainur\Absorbansi Rhodamin B Variasi pH
 (16-07-2019).BAB
 Application Advanced Reads 3.00 (339)
 Operator Rika

Instrument Settings

Instrument Cary 50
 Instrument version no. 3.00
 Wavelength (nm) 554.1
 Ordinate Mode Abs
 Ave Time (sec) 0.1000
 Replicates 3
 Sample averaging OFF

Comments:

Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.1385)	554.1

Analysis

Collection time 7/16/2019 1:33:54 PM

Sample	F	Mean	SD	%RSD	Readings
pH 2 Kontrol					0.4067
					0.4073
		0.4070	0.0003	0.08	0.4069
pH 2 (1)					0.3987
					0.3991
		0.3986	0.0006	0.14	0.3980
pH 2 (2)					0.3993
					0.3996
		0.3996	0.0003	0.08	0.3999
pH 3 Kontrol					0.4096
					0.4097
		0.4095	0.0002	0.06	0.4093
pH 3					0.4047
					0.4047
		0.4047	0.0000	0.00	0.4047
pH 4 Kontrol					0.4164
					0.4165
		0.4163	0.0002	0.05	0.4161
pH 4 (1)					0.4145
					0.4143
		0.4143	0.0001	0.04	0.4142

pH 4 (2)				0.4137
				0.4139
	0.4138	0.0001	0.02	0.4138
pH 5 Kontrol				0.4229
				0.4239
	0.4233	0.0006	0.13	0.4232
pH 5 (1)				0.4167
				0.4167
	0.4169	0.0004	0.10	0.4174
pH 5 (2)				0.4176
				0.4182
	0.4180	0.0004	0.09	0.4183
pH 6 Kontrol				0.4145
				0.4145
	0.4146	0.0001	0.02	0.4147
pH 6				0.4129
				0.4119
	0.4123	0.0005	0.12	0.4121
pH 7 Kontrol				0.4167
				0.4165
	0.4166	0.0001	0.03	0.4166
pH 7 (1)				0.4128
				0.4138
	0.4139	0.0012	0.28	0.4151
pH 7 (2)				0.4144
				0.4144
	0.4144	0.0000	0.01	0.4145
pH 8 Kontrol				0.4115
				0.4114
	0.4115	0.0001	0.03	0.4117
pH 8 (1)				0.4064
				0.4065
	0.4065	0.0001	0.03	0.4066
pH 8 (2)				0.4054
				0.4051
	0.4054	0.0003	0.08	0.4058
pH 9 Kontrol				0.4139
				0.4139
	0.4139	0.0001	0.02	0.4140
pH 9 (1)				0.4054
				0.4054
	0.4053	0.0001	0.02	0.4052
pH 9 (2)				0.4054
				0.4053
	0.4053	0.0001	0.03	0.4052

Results Flags Legend

R = Repeat reading

12/27/2019

Laboratorium Kimia – Fakultas Saintek**Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang**

Absorbansi Rhodamin B Variasi Waktu Kontak

Tanggal Analisa : 29 Juli 2019

Advanced Reads Report

Report time 7/29/2019 9:14:53 AM
 Method
 Batch name D:\Ainur\Absorbansi Rhodamin B variasi waktu Kontak
 (29-07-2019).BAB
 Application Advanced Reads 3.00 (339)
 Operator Susi

Instrument Settings

Instrument Cary 50
 Instrument version no. 3.00
 Wavelength (nm) 554.1
 Ordinate Mode Abs
 Ave Time (sec) 0.1000
 Replicates 3
 Sample averaging OFF

Comments:

Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.0927)	554.1

Analysis

Collection time 7/29/2019 9:14:53 AM

Sample	F	Mean	SD	%RSD	Readings
0 (1)					0.3899 0.3896 0.3898
		0.3898	0.0001	0.03	
0 (2)					0.3977 0.3969 0.3970
		0.3972	0.0004	0.11	
0 (3)					0.3970 0.3966 0.3969
		0.3968	0.0002	0.05	
3 jam (1)					0.3563 0.3562 0.3558
		0.3561	0.0003	0.07	
3 jam (2)					0.3933 0.3936 0.3934
		0.3934	0.0002	0.04	
3 jam (3)					0.3938 0.3938 0.3935
		0.3937	0.0002	0.04	
6 jam (1)					0.3742 0.3740 0.3739
		0.3740	0.0002	0.05	

6 jam (2)				0.3352 0.3350 0.3351
	0.3351	0.0001	0.03	
6 jam (3)				0.3896 0.3887 0.3883
	0.3888	0.0006	0.16	
24 jam (1)				0.3665 0.3664 0.3665
	0.3665	0.0001	0.02	
24 jam (2)				0.2731 0.2731 0.2730
	0.2731	0.0001	0.03	
24 jam (3)				0.3573 0.3575 0.3572
	0.3573	0.0002	0.05	
28 jam (1)				0.3427 0.3426 0.3429
	0.3427	0.0001	0.04	
28 jam (2)				0.3247 0.3244 0.3244
	0.3245	0.0002	0.05	
28 jam (3)				0.3916 0.3925 0.3927
	0.3923	0.0006	0.15	

Results Flags Legend

R = Repeat reading

12/27/2019

Laboratorium Kimia – Fakultas Saintek
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

Absorbansi Rhodamin B Variasi Konsentrasi

Tanggal Analisa : 15 Agustus 2019

Advanced Reads Report

Report time 8/15/2019 11:03:02 AM
 Method
 Batch name D:\Ainur\Absorbansi Rhodamin B Variasi Konsentrasi (15-08-2019).BAB
 Application Advanced Reads 3.00 (339)
 Operator Rika

Instrument Settings

Instrument Cary 50
 Instrument version no. 3.00
 Wavelength (nm) 554.1
 Ordinate Mode Abs
 Ave Time (sec) 0.1000
 Replicates 3
 Sample averaging OFF

Comments:

Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.1426)	554.1

Analysis

Collection time 8/15/2019 11:03:03 AM

Sample	F	Mean	SD	%RSD	Readings
Kontrol 10 ppm					0.2050
					0.2048
		0.2049	0.0001	0.03	0.2049
10 ppm					0.1977
					0.1977
		0.1979	0.0003	0.14	0.1982
Kontrol 15 ppm					0.2738
					0.2737
		0.2738	0.0001	0.03	0.2739
15 ppm					0.2674
					0.2672
		0.2672	0.0002	0.06	0.2671
Kontrol 20 ppm					0.3952
					0.3964
		0.3960	0.0007	0.18	0.3965
20 ppm (1)					0.3933
					0.3930
		0.3934	0.0004	0.10	0.3938
20 ppm (2)					0.3929
					0.3933
		0.3933	0.0004	0.10	0.3937

Kontrol 25 ppm				0.4839
				0.4838
	0.4840	0.0002	0.03	0.4842
25 ppm				0.4817
				0.4816
	0.4817	0.0001	0.01	0.4817

Results Flags Legend

R = Repeat reading

