

**SKRIPSI**

**EFEKTIVITAS ADSORBEN KITOSAN  
KULIT UDANG TERIKAT SILANG  
NATRIUM TRIPOLIFOSFAT  
DALAM MENURUNKAN KADAR Fe DAN Mn  
PADA AIR SUMUR**



Oleh :

**EMERALDA RIEKE WIBOWO**

**NPM. 18034010040**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM  
SURABAYA  
TAHUN 2023**

**SKRIPSI**

**EFEKTIVITAS ADSORBEN KITOSAN  
KULIT UDANG TERIKAT SILANG  
NATRIUM TRIPOLIFOSFAT  
DALAM MENURUNKAN KADAR Fe DAN Mn  
PADA AIR SUMUR**



Oleh :

**EMERALDA RIEKE WIBOWO**

**NPM. 18034010040**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM  
SURABAYA  
TAHUN 2023**



**EFEKTIVITAS ADSORBEN KITOSANKULIT UDANG  
TERIKAT SILANG NATRIUM TRIPOLIFOSFAT  
DALAM MENURUNKAN KADAR Fe DAN Mn  
PADA AIR SUMUR**

**SKRIPSI**

**Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Dalam Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (ST.)  
Program Studi Teknik Lingkungan**

**Diajukan Oleh:**

**EMERALDA RIEKE WIBOWO**

**NPM. 18034010040**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM**

**SURABAYA**

**2023**



LEMBAR PENGESAHAN  
SKRIPSI / TUGAS AKHIR

EFEKTIVITAS ADSORBEN KITOSANKULIT UDANG TERIKAT  
SILANG NATRIUM TRIPOLIFOSFAT  
DALAM MENURUNKAN KADAR Fe DAN Mn  
PADA AIR SUMUR

Diajukan Oleh:

**EMERALDA RIEKE WIBOWO**

**NPM: 18034010040**


Telah Dipertahankan Dihadapan dan Diterima Oleh Tim Penguji Skripsi  
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Lingkungan

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Pada Tanggal: 18 Januari 2023

Menyetujui

Dosen Pembimbing

  
Firra Rosariawati, ST., MT

NIP. 19750409-2021212-004

Mengetahui,

DEKAN FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM

  
Dr. Dra. Jariyah. MP

NIP. 19650403/1991032-001



## SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Emeraldal Rieke Wibowo  
NIM : 18034010040  
Fakultas/Program Studi : Teknik / Teknik Lingkungan  
Judul Skripsi/Tugas Akhir/ Tesis/Desertasi : Efektivitas Adsorben Kitosan Kulit Udang Terikat Silang Natrium Tripolifosfat Dalam Menurunkan Kadar Fe dan Mn pada Air Sumur

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik baik di UPN "Veteran" Jawa Timur maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini merupakan gagasan, rumusan, dan hasil pelaksanaan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan pembimbing akademik.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan di setujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima konsekuensi apapun , sesuai dengan ketentuan yang berlaku di UPN "Veteran" Jawa Timur.

Surabaya, 18 Januari 2023

Yang Menyatakan



(Emeraldal Rieke Wibowo)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat, berkah, dan hidayah-Nya sehingga penyusun mampu menyelesaikan proposal skripsi yang berjudul **“Efektivitas Adsorben Kitosan Kulit Udang Terikat Silang Natrium Tripolifosfat dalam Menurunkan Kadar Fe dan Mn pada Air Sumur”**.

Penyusun sadar bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak akan dapat terselesaikan dengan baik tanpa adanya bimbingan, saran, bantuan dan dorongan dari berbagai pihak baik secara moril maupun materi. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Dra. Jariyah. M.P., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, M.T, selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Ibu Firra Rosariawari, S.T, M.T, selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah membimbing dan memberikan kritik serta saran dalam penyusunan proposal tugas akhir.
4. Ibu Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, M.T dan Bapak Okik Hendryanto Cahyonugroho, ST., MT, selaku dosen penguji yang memberikan kritik dan saran.
5. Ibu Firra Rosariawari, S.T, M.T., selaku kepala laboratorium riset dan terapan yang telah memberikan ijin penelitian.
6. Bapak/Ibu pimpinan PT. Bumi Menara Internusa Lamongan yang telah memberikan ijin untuk mengambil limbah kulit udang.
7. Kedua orang tua yang selalu memberikan kasih sayang, dukungan moril, materil, do’a serta semangat.
8. Teman-teman Teknik Lingkungan 2018 yang telah membantu saya dalam penyelesaian proposal tugas akhir.
9. Semua pihak yang telah membantu, namun tidak dapat disebutkan satu per satu.

Demikian laporan skripsi ini telah diselesaikan oleh penyusun, semoga dapat memberikan manfaat bagi penyusun khususnya dan bermanfaat bagi pembaca. Saran dan kritik yang membangun penyusun harapkan demi kesempurnaan laporan ini.

Surabaya, November 2022

Penyusun

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	viii
<b>ABSTRAK</b> .....	xi
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
1.5 Ruang Lingkup Penelitian .....	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
2.1 Tinjauan Umum .....	4
2.1.1 Air Sumur .....	4
2.1.2 Besi Terlarut (Fe).....	4
2.1.3 Mangan Terlarut (Mn).....	5
2.1.4 Standar Mutu Air .....	5
2.1.5 Kulit Udang .....	7
2.2 Landasan Teori.....	8
2.2.1 Kitin.....	8
2.2.2 Kitosan.....	8
2.2.3 Pembuatan Kitosan.....	9
2.2.4 Natrium Tripolifosfat .....	10
2.2.5 <i>Cross-linking</i> Kitosan.....	10
2.2.6 Mekanisme Adsorpsi Ion Logam oleh Kitosan Tripolifosfat .....	12
2.2.7 Adsorpsi Fe dan Mn dengan Kitosan .....	14
2.2.8 Adsorpsi.....	16
2.2.9 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Adsorpsi .....	18
2.2.10 Proses Adsorpsi.....	19



2.2.11	Pemodelan Thomas .....	19
2.2.12	<i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM) .....	20
2.2.13	<i>Fourier Transform Infra-Red</i> (FT-IR) .....	20
2.2.14	<i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF) .....	22
2.3	Penelitian Terdahulu .....	23
<b>BAB 3</b>	<b>METODE PENELITIAN</b> .....	<b>28</b>
3.1	Kerangka Penelitian .....	28
3.2	Alat dan Bahan.....	30
3.2.1	Alat .....	30
3.2.2	Bahan.....	30
3.3	Cara Kerja.....	30
3.3.1	Diagram Alir Proses .....	30
3.3.2	Pre-Treatment .....	31
3.3.3	Demineralisasi .....	32
3.3.4	Deproteinasi.....	32
3.3.5	Deasetilasi.....	32
3.3.6	Kitosan Tripolifosfat .....	32
3.3.7	Proses Adsorpsi Kitosan Tripolifosfat dengan Sistem Kolom .....	33
3.4	Variabel .....	34
3.4.1	Variabel Pembuatan Kitosan-TPP .....	34
3.4.2	Variabel Uji Kolom Adsorben Kitosan-TPP .....	34
3.5	Analisis .....	34
3.5.1	Analisis Parameter Sampel Air.....	34
3.5.2	Analisis Adsorben .....	35
3.5.3	Pemodelan Thomas .....	36
3.6	Jadwal Penelitian.....	36
<b>BAB 4</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>37</b>
4.1	Penambahan Natrium tripolifosfat Pada proses Pembuatan Kitosan Kulit Udang-Tripolifosfat.....	37
4.1.1	<i>Crosslinking</i> Kitosan.....	37
4.1.2	Gugus Fungsi .....	37

4.1.3	Karakteristik .....	39
4.2	Jenis dan Massa Adsorben.....	40
4.2.1	Kitosan.....	40
4.2.2	Kitosan-Natrium Tripolifosfat 0,25% .....	47
4.2.3	Kitosan-Natrium Tripolifosfat 0,50% .....	53
4.2.4	Kitosan-Natrium Tripolifosfat 1,00% .....	59
4.2.5	Powdered Activated carbon.....	66
4.2.6	Efektivitas Adsorben Terhadap Titik Jenuh dengan Massa 5 gram .....	72
4.2.7	Efektivitas Adsorben Terhadap Titik Jenuh dengan Massa 7,5 gram .....	75
4.2.8	Uji XRF Kitosan .....	78
4.2.9	Uji XRF Kitosan-Natrium Tripolifosfat 1%.....	79
4.3	Pemodelan Thomas .....	80
4.3.1	Penentuan Kapasitas Adsorbansi dengan Pemodelan Thomas.....	81
4.3.2	Kapasitas Adsorben Berdasarkan Parameter .....	87
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>89</b>
5.1	Kesimpulan .....	89
5.2	Saran.....	89
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>89</b>
<b>LAMPIRAN A HASIL ANALISIS .....</b>		<b>98</b>
<b>LAMPIRAN B PERHITUNGAN.....</b>		<b>100</b>
<b>LAMPIRAN C DOKUMENTASI.....</b>		<b>143</b>
<b>LAMPIRAN D DATA PENDUKUNG.....</b>		<b>150</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Parameter Fisik dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi .....	6
Tabel 2.2 Parameter Biologi dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi.....	6
Tabel 2.3 Parameter Fisik dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi .....	6
Tabel 2.4 Adsorpsi Fisika dan Adsorpsi Kimia.....	17
Tabel 2.5 Penelitian Terdahulu.....	23
Tabel 3.1 Pengujian Air Sampel.....	35
Tabel 3.2 Pengujian Adsorben .....	35
Tabel 3.3 Matriks Penelitian Pembuatan Kitosan-TPP.....	36
Tabel 4.1 Spektrum FTIR Kitosan Kulit Udang .....	40
Tabel 4.2 Spektrum FTIR Kitosan-Natrium Tripolifosfat 1% .....	40
Tabel 4.3 Pengaruh Waktu Sampling Terhadap % Removal Fe .....	41
Tabel 4.4 Pengaruh Waktu Sampling Terhadap % Removal Mn.....	42
Tabel 4.5 Pengaruh Waktu Sampling Terhadap % Removal COD.....	44
Tabel 4.6 Pengaruh Waktu Sampling Terhadap % Removal TDS.....	45
Tabel 4.7 Pengaruh Waktu Sampling Terhadap % Removal Fe .....	47
Tabel 4.8 Pengaruh Waktu Sampling Terhadap % Removal Mn.....	49
Tabel 4.9 Pengaruh Waktu Sampling Terhadap % Removal COD.....	50
Tabel 4.10 Pengaruh Waktu Sampling Terhadap % Removal TDS.....	51
Tabel 4.11 Pengaruh Waktu Sampling Terhadap % Removal Fe .....	54
Tabel 4.12 Pengaruh Waktu Sampling Terhadap % Removal Mn.....	55
Tabel 4.13 Pengaruh Waktu Sampling Terhadap % Removal COD.....	56
Tabel 4.14 Pengaruh Waktu Sampling Terhadap % Removal TDS.....	58
Tabel 4.15 Pengaruh Waktu Sampling Terhadap % Removal Fe .....	60
Tabel 4.16 Pengaruh Waktu Sampling Terhadap % Removal Mn.....	61
Tabel 4.17 Pengaruh Waktu Sampling Terhadap % Removal COD.....	63
Tabel 4.18 Pengaruh Waktu Sampling Terhadap % Removal TDS.....	64

Tabel 4.19 Pengaruh Waktu Sampling Terhadap % Removal Fe .....	66
Tabel 4.20 Pengaruh Waktu Sampling Terhadap % Removal Mn.....	67
Tabel 4.21 Pengaruh Waktu Sampling Terhadap % Removal COD .....	69
Tabel 4.22 Pengaruh Waktu Sampling Terhadap % Removal TDS.....	70
Tabel 4.23 XRF Kitosan Sebelum Adsorpsi .....	78
Tabel 4.24 XRF Kitosan Setelah Adsorpsi .....	78
Tabel 4.23 XRF Kitosan-TPP 1% Sebelum Adsorpsi .....	79
Tabel 4.23 XRF Kitosan-TPP 1% Setelah Adsorpsi .....	79



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Kitin.....	8
Gambar 2.2 Struktur Kitosan.....	8
Gambar 2.3 Natrium Tripolifosfat .....	10
Gambar 2.4 Deprotonasi Gugus Amino Kitosan dan Ikatan Silang Ionik antara Kitosan dengan Tripolifosfat.....	11
Gambar 2.5 Skema Ikatan Silang Kitosan dengan Natrium Tripolifosfat .....	12
Gambar 2.6 Mekanisme Pengikatan Adsorpsi Ion Logam dengan Menggunakan Kitosan-Tripolifosfat .....	14
Gambar 2.7 Reaksi Pengikatan Kitosan dengan Ion Logam Fe .....	15
Gambar 2.8 Reaksi Pengikatan Kitosan dengan Ion Logam Mn .....	15
Gambar 2.9 Mekanisme Adsorpsi Ion Logam pada Kitosan .....	16
Gambar 2.10 Mekanisme Adsorpsi pada Permukaan Adsorben .....	17
Gambar 2.11 Prinsip Kerja Spektrofotometer FT-IR .....	21
Gambar 2.12 Prinsip <i>X-Ray Fluorescence</i> .....	22
Gambar 3.1 Kerangka Penelitian.....	28
Gambar 3.2 Diagram Alir Proses Penelitian .....	30
Gambar 3.3 Proses Ikat Silang Kitosan .....	33
Gambar 3.4 Reaktor <i>Fixed Bed Column</i> .....	33
Gambar 4.1 FTIR Kitosan Kulit Udang.....	38
Gambar 4.2 FTIR Kitosan Kulit Udang-Tripolifosfat 1% .....	38
Gambar 4.3 SEM Kitosan Kulit Udang .....	40
Gambar 4.4 SEM Kitosan Kulit Udang-Tripolifosfat 1% .....	40
Gambar 4.5 Grafik Hubungan Waktu Sampling Terhadap Persen Removal Fe...42	
Gambar 4.6 Grafik Hubungan Waktu Sampling Terhadap Persen Removal Mn .43	
Gambar 4.7 Grafik Hubungan Waktu Sampling Terhadap Persen Removal COD .....	45
Gambar 4.8 Grafik Hubungan Waktu Sampling Terhadap Persen Removal TDS .....	46
Gambar 4.9 Grafik Hubungan Waktu Sampling Terhadap Persen Removal Fe...48	

Gambar 4.10 Grafik Hubungan Waktu Sampling Terhadap Persen Removal Mn	49
Gambar 4.11 Grafik Hubungan Waktu Sampling Terhadap Persen Removal COD	51
Gambar 4.12 Grafik Hubungan Waktu Sampling Terhadap Persen Removal TDS	52
Gambar 4.13 Grafik Hubungan Waktu Sampling Terhadap Persen Removal Fe	54
Gambar 4.14 Grafik Hubungan Waktu Sampling Terhadap Persen Removal Mn	56
Gambar 4.15 Grafik Hubungan Waktu Sampling Terhadap Persen Removal COD	57
Gambar 4.16 Grafik Hubungan Waktu Sampling Terhadap Persen Removal TDS	59
Gambar 4.17 Grafik Hubungan Waktu Sampling Terhadap Persen Removal Fe	61
Gambar 4.18 Grafik Hubungan Waktu Sampling Terhadap Persen Removal Mn	62
Gambar 4.19 Grafik Hubungan Waktu Sampling Terhadap Persen Removal COD	64
Gambar 4.20 Grafik Hubungan Waktu Sampling Terhadap Persen Removal TDS	65
Gambar 4.21 Grafik Hubungan Waktu Sampling Terhadap Persen Removal Fe	67
Gambar 4.22 Grafik Hubungan Waktu Sampling Terhadap Persen Removal Mn	68
Gambar 4.23 Grafik Hubungan Waktu Sampling Terhadap Persen Removal COD	70
Gambar 4.24 Grafik Hubungan Waktu Sampling Terhadap Persen Removal TDS	71
Gambar 4.25 Grafik Waktu Jenuh Adsorben 5 gram Pada Parameter Fe	72
Gambar 4.26 Grafik Waktu Jenuh Adsorben 5 gram Pada Parameter Mn	73
Gambar 4.27 Grafik Waktu Jenuh Adsorben 5 gram Pada Parameter COD	73
Gambar 4.28 Grafik Waktu Jenuh Adsorben 5 gram Pada Parameter TDS	74



Gambar 4.29 Grafik Waktu Jenuh Adsorben 7,5 gram Pada Parameter Fe.....	75
Gambar 4.30 Grafik Waktu Jenuh Adsorben 7,5 gram Pada Parameter Mn .....	76
Gambar 4.31 Grafik Waktu Jenuh Adsorben 7,5 gram Pada Parameter COD ....	76
Gambar 4.32 Grafik Waktu Jenuh Adsorben 7,5 gram Pada Parameter TDS .....	77
Gambar 4.33 Grafik pemodelan Thomas parameter Fe dengan massa 5 gram.....	81
Gambar 4.34 Grafik pemodelan Thomas parameter Fe dengan massa 7,5 gram..	81
Gambar 4.35 Grafik pemodelan Thomas parameter Mn dengan massa 5 gram ...	82
Gambar 4.36 Grafik pemodelan Thomas parameter Mn dengan massa 7,5 gram	83
Gambar 4.37 Grafik pemodelan Thomas parameter COD dengan massa 5 gram	84
Gambar 4.38 Grafik pemodelan Thomas parameter COD dengan massa 7,5 gram .....	84
Gambar 4.39 Grafik pemodelan Thomas parameter TDS dengan massa 5 gram	85
Gambar 4.40 Grafik pemodelan Thomas parameter TDS dengan massa 7,5 gram .....	86

## ABSTRAK

Air sumur atau air tanah pada umumnya sering ditemukan kandungan ion besi (Fe) dan mangan (Mn) didalamnya. Salah satu proses pengolahan air yang efektif untuk menghilangkan logam berat yaitu adsorpsi. Adsorben alami seperti kitosan dapat menjadi adsorben yang cukup efektif digunakan untuk mengurangi konsentrasi logam berat di lingkungan. Salah satu kelemahan dari kitosan adalah kekuatan struktur mekanik dan stabilitas yang rendah. Oleh karena itu dilakukan modifikasi pengikatan silang untuk meningkatkan struktur mekanik dan mengurangi kelarutan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh natrium tripolifosfat pada proses pembuatan adsorben kitosan kulit udang-natrium tripolifosfat, mengetahui kondisi optimum dari variasi adsorben dan massa yang digunakan, untuk mengetahui titik jenuhnya dan mengetahui kapasitas absorbansi dengan Pemodelan Thomas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa adsorben kitosan-natrium tripolifosfat 1% dengan massa 7,5 gram yang paling optimal dalam menurunkan kandungan Fe sebesar 92% dan Mn sebesar 93%.

Kata Kunci : Adsorpsi, Kulit Udang, Kitosan, Natrium Tripolifosfat, Pemodelan Thomas Fe, Mn

## ABSTRACT

In general, well water or groundwater often contains iron (Fe) and manganese (Mn). One of the effective water cultivation processes to remove heavy metals is adsorption. Natural adsorbents such as chitosan are reported to be effective adsorbents used to reduce heavy metal concentrations in the environment. One of the weaknesses of chitosan is its low mechanical structural strength and stability. Therefore crosslinking used modification to improve the mechanical structure and reduce the solubility. This study aims to determine the effect of sodium tripolyphosphate on the process of making chitosan shrimp shell-sodium tripolyphosphate adsorbent, determine the optimum conditions of the adsorbent variation and the mass used to reach the saturation point, and discover the absorbance capacity using Thomas Model. The results of this study showed that the 1% chitosan-sodium tripolyphosphate adsorbent with a mass of 7.5 grams was the most optimal in reducing the content of Fe by 92% and Mn by 93%.

Keywords: Adsorption, Shrimp Shell, Chitosan, Sodium Tripolyphosphate, Thomas Model, Fe, Mn