

**BIOSORPSI ION BESI (II) MENGGUNAKAN KULIT BUAH  
NAGA MERAH (*Hylocereus polyrhizus*)**

**SKRIPSI**

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk mendapatkan gelar sarjana*



**ELSA FITRI YANI**

**NIM/TM.18036030/2018**

**PROGRAM STUDI KIMIA  
DEPARTEMEN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2022**

## PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

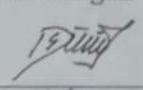
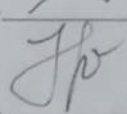
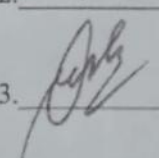
Nama : Elsa Fitri Yani  
TM/NIM : 2018/18036030  
Program Studi : Kimia  
Departemen : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

### BIOSORPSI ION BESI (II) MENGGUNAKAN KULIT BUAH NAGA MERAH (*Hylocereus polyrhizus*)

Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan di Depan Tim Penguji Skripsi  
Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Padang

Padang, 18 November 2022

#### Tim Penguji

No	Jabatan	Nama	Tanda Tangan
1	Ketua	Dr. Desy Kurniawati, S.Pd, M.Si	1. 
2	Anggota	Hary Sanjaya, S.Si., M.Si	2. 
3	Anggota	Dr. rer. nat. Deski Beri, S.Si, M.Si	3. 

## PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul : BIOSORPSI ION BESI (II) MENGGUNAKAN KULIT BUAH  
NAGA MERAH (*Hylocereus polyrhizus*)  
Nama : Elsa Fitri Yani  
NIM : 18036030  
Program Studi : Kimia  
Departemen : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 18 November 2022

Disetujui Oleh:

Kepala Departemen Kimia



Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D  
NIP.19721024 1998031 001

Dosen Pembimbing



Dr. Desy Kurniawati, S.Pd, M.Si  
NIP.19751122 200312 2 003

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Elsa Fitri Yani

NIM : 18036030

Tempat/Tanggal Lahir : Muara Sipongi, 03 Oktober 1999

Program Studi : Kimia

Departemen : Kimia

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Judul Skripsi : BIOSORPSI ION BESI (II) MENGGUNAKAN KULIT BUAH NAGA MERAH (*Hylocereus polyrhizus*)

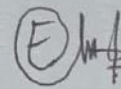
Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Karya tulis/skripsi ini adalah hasil karya saya dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik (sarjana) baik di UNP maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali tim pembimbing.
3. Pada karya tulis/skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali tertulis dengan jelas dicantumkan pada kepustakaan.
4. Karya tulis/skripsi ini sah apabila telah ditandatangani **Asli** oleh tim pembimbing dan tim penguji.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran di dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima **Sanksi Akademik** berupa pencabutan gelar akademik yang telah diperoleh karena karya tulis/skripsi ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Padang, 18 November 2022

Yang Menyatakan



**Elsa Fitri Yani**

**NIM :18036030**

## **Biosorpsi Ion Besi (II) Menggunakan Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*)**

**Elsa Fitri Yani**

### **ABSTRAK**

Ion logam besi (II) merupakan salah satu ion logam berbahaya yang dihasilkan dari berbagai limbah industri yang perlu ditanggulangi keberadaannya. Kelebihan dan konsentrasi ion Fe (II) yang diserap dapat mengganggu kesehatan dan merusak ekosistem karena sulit terdegradasi dan mudah terakumulasi di dalam tubuh. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi optimum penyerapan ion Fe (II) menggunakan kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) terhadap pengaruh pH dan konsentrasi larutan menggunakan metode batch. Kulit buah naga mengandung lignin dan selulosa yang mengandung gugus aktif yang berpotensi untuk digunakan sebagai biosorben. Metode biosorpsi menggunakan kulit buah naga merah terbukti mampu mengadsorpsi ion Fe (II). Parameter yang dilakukan adalah variasi pH (2, 3, 4, 5, 6, dan 7) dan konsentrasi (50, 100, 150, 200, dan 250) mg/L dengan metode *batch* yang diuji menggunakan spektrofotometer serapan atom (SSA). Hasil penelitian ini menunjukkan kondisi optimum terjadi pada pH 3 dan konsentrasi 250 mg/L dengan kapasitas penyerapan 16,6213 mg/L. Proses biosorpsi memenuhi isoterm freundlich dengan gugus fungsi yang mengikat ion Fe (II) adalah O-H dan C=C.

**Kata kunci** : Biosorpsi, Ion Fe (II), Kulit Buah Naga Merah, Isoterm Adsorpsi, Metode Batch.

# **Biosorption of Iron (II) Ions Using Red Dragon Fruit Peel (*Hylocereus polyrhizus*)**

**Elsa Fitri Yani**

## **ABSTRACT**

Iron metal ion (II) is one of the dangerous metal ions produced from various industrial wastes that need to be addressed. The excess and concentration of absorbed Fe (II) ions can interfere with health and damage ecosystems because they are difficult to degrade and easily accumulate in the body. This study aims to determine the optimum conditions for absorption of Fe (II) ions using red dragon fruit peel (*Hylocereus polyrhizus*) on the effect of pH and solution concentration using the batch method. Dragon fruit peel contains lignin and cellulose which contain active groups that have the potential to be used as biosorbents. The biosorption method using red dragon fruit peel was proven to be able to adsorb Fe (II) ions. Parameters carried out were variations in pH (2, 3, 4, 5, 6, and 7) and concentration (50, 100, 150, 200, and 250) mg/L by batch method which were tested using atomic absorption spectrophotometer (AAS). The results of this study indicate that the optimum conditions occur at pH 3 and a concentration of 250 mg/L with an absorption capacity of 16.6213 mg/L. The biosorption process fulfills the Freundlich isotherm with the functional groups that bind Fe (II) ions are O-H and C=C.

**Kata kunci** :Biosorption, Fe(II) Ions, Red Dragon Fruit Peel, Adsorption Isotherm, Batch method.

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT. yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Skripsi yang berjudul “ **Biosorpsi Ion Besi (II) Menggunakan Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*)** ”. Shalawat beserta salam untuk nabi tauladan kita, Muhammad SAW. yang telah menjadi tauladan dalam setiap aktivitas kita.

Skripsi ini diajukan untuk memenuhi dan melengkapi tugas mata kuliah Ujian Skripsi pada jurusan kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, petunjuk, arahan dan masukan yang sangat berarti dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang tulus kepada:

1. Ibu Dr. Desy Kurniawati, S.Pd., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir sekaligus Penasihat Akademik
2. Bapak Hary Sanjaya, S.Si., M.Si dan Bapak Dr. rer. nat. Deski Beri, S.Si, M.Si selaku Dosen Pembahas
3. Bapak Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D selaku Kepala Departemen Kimia Universitas Negeri Padang sekaligus Ketua Program Studi Kimia Universitas Negeri Padang

Untuk kesempurnaan Skripsi ini, maka dengan kerendahan hati penulis mengharapkan masukan dan saran yang membangun dari semua pihak. Atas masukan dan saran yang diberikan penulis ucapkan terimakasih.

Padang, Oktober 2022

Penulis



## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN .....	ix
BAB I PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	4
C. Batasan Masalah .....	4
D. Rumusan Masalah.....	5
E. Tujuan Penelitian .....	5
F. Manfaat Penelitian .....	5
BAB II KERANGKA TEORITIS.....	6
A. Kulit Buah Naga .....	6
B. Biosorpsi .....	9
1. Kapasitas Penyerapan.....	11
2. Isoterm Adsorpsi.....	12
C. Logam Besi (Fe) .....	14
D. Instrumentasi .....	17
1. <i>Fourier Transform Infrared (FTIR)</i> .....	17
2. <i>Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)</i> .....	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	21
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	21
B. Variabel Penelitian.....	21
C. Alat dan Bahan .....	21
1. Alat.....	21
2. Bahan.....	22
D. Prosedur Kerja .....	22
1. Pembuatan Larutan FeSO <sub>4</sub> .....	22
2. Preparasi Sampel.....	22
3. Penentuan pH Optimum .....	22

4. Penentuan Konsentrasi Optimum.....	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
A. Karakterisasi FTIR.....	24
B. Pengaruh Variasi Terhadap Penyerapan Ion Logam Fe <sup>2+</sup> .....	26
1. Variasi pH Larutan.....	26
2. Variasi Konsentrasi Larutan .....	29
BAB IV PENUTUP .....	32
A. Kesimpulan.....	32
B. Saran .....	32
DAFTAR PUSTAKA .....	33
LAMPIRAN .....	38

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Buah Naga Merah ( <i>Hylocereus polyrhizus</i> ) .....	6
Gambar 2. Pengujian FTIR pada Ekstrak Kulit Buah Naga Merah ( <i>Hylocereus polyrhizus</i> ) (Noor et al., 2016).....	8
Gambar 4. Logam Besi (Fe) (Tabel Periodik) .....	14
Gambar 5. Skema Instrumental FTIR (Nicolet & All, 2001) .....	17
Gambar 6. Skema Alat Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) (Skoog, 2004) .....	20
Gambar 7. Spektrum FTIR kulit buah naga merah sebelum dan setelah pengontakkan dengan ion logam Fe <sup>2+</sup> .....	24
Gambar 8. Bentuk ikatan yang terjadi antara ion Fe(II) dengan selulosa dan lignin (Tandigau et al.,2018).....	26
Gambar 10. Kurva pengaruh variasi pH larutan terhadap penyerapan logam Fe <sup>2+</sup> .....	27
Gambar 11. Kurva pengaruh variasi konsentrasi larutan terhadap penyerapan logam Fe <sup>2+</sup> .....	29
Gambar 12. Kurva isoterm freundlich untuk biosorpsi ion Fe <sup>2+</sup> oleh kulit buah naga merah ( <i>Hylocereus polyrhizus</i> ) .....	30
Gambar 13. Kurva isoterm Langmuir untuk biosorpsi ion Fe <sup>2+</sup> oleh kulit buah naga merah ( <i>Hylocereus polyrhizus</i> ).....	31

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Komposisi kulit buah naga merah ( <i>Hylocereus polyrhizus</i> ) .....	7
Tabel 2. Penelitian Biosorpsi dari Kulit Buah Naga Merah ( <i>Hylocereus polyrhizus</i> ) .....	9
Tabel 3. Karakteristik dari Logam Besi (Fe) .....	14
Tabel 4. Penelitian Biosorpsi Ion Besi (Fe) .....	16
Tabel 5. Gugus Fungsi pada Bilangan Gelombang Tertentu .....	18

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Prosedur Kerja.....	38
Lampiran 2. Perhitungan Pembuatan Reagen.....	43
Lampiran 3. Uji karakterisasi kulit buah naga merah sebelum dan setelah pengontakkan	45
Lampiran 4. Pengaruh variasi penelitian .....	46
Lampiran 5. Dokumentasi hasil penelitian .....	49
Lampiran 6. Anggaran biaya penelitian .....	51

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Kegiatan industri tidak hanya memberikan dampak baik tetapi juga memberikan dampak buruk bagi ekosistem, karena terdapat kandungan logam berat dari beberapa bahan kimia berbahaya walaupun pada kadar yang sangat rendah (Ali *et al.*, 2019). Logam berat merupakan unsur alam yang memiliki nomor atom lebih dari 20, memiliki nilai kerapatan yang relatif tinggi (minimal 5 g/cm<sup>3</sup>) dan bersifat racun walaupun pada konsentrasi rendah. Logam berat seperti perak (Ag), timbal (Pb), kobalt (Co), cadmium (Cd), merkuri (Hg), molybdenum (Mo), nikel (Ni), besi (Fe), dan seng (Zn) berpotensi besar mengakibatkan toksik bagi organisme (Oktadefi *et al.*, 2021). Saat ini banyak sekali industri yang menghasilkan limbah ion logam berat, salah satunya yaitu industri elektroplating (Zhang *et al.*, 2014). Limbah yang dihasilkan dari proses industri elektroplating termasuk pada limbah logam berat B3 (Bahan Beracun Berbahaya). Salah satu ion logam berupa limbah cair dari proses elektroplating adalah ion logam besi, meskipun kualitas dari limbah yang dihasilkan tidak terlalu besar namun sangat berbahaya (Nurhasni *et al.*, 2013).

Besi (Fe<sup>2+</sup>) merupakan logam yang bersifat korosif yang dapat merusak lingkungan termasuk air dan ekosistem menjadi tidak seimbang karena banyak organisme yang mati (Naigolan, 2011). Logam Fe<sup>2+</sup> sangat berbahaya bagi organisme akuatik, namun tingkat bahayanya dapat dikurangi dengan mengikat

ion  $\text{Fe}^{2+}$  dengan komponen air anionik lainnya. Keberadaan ion  $\text{Fe}^{2+}$  di tanah dan perairan bisa terbawa pada rantai makanan yang akan memberikan dampak buruk pada manusia dan ekosistem lainnya (Nirmala *et al.*, 2015). Kelebihan dan tingginya konsentrasi ion  $\text{Fe}^{2+}$  yang diserap oleh tubuh manusia dapat mengganggu kesehatan seperti diare, keracunan, kerusakan usus dan ginjal, menyebabkan kanker, meningkatkan resiko penyakit jantung, membentuk kerak pada dinding pembuluh arteri, sehingga terjadi aterosklerosis karena pembuluh arteri tebal dan mengeras (Fatmawati *et al.*, 2018). Menurut peraturan mengenai syarat dan kualitas air bersih dari Menteri Kesehatan RI Nomor 416/Menkes/Per/IX/1990 untuk logam besi memiliki standar mutu 1,0 mg/L. Apabila kadar  $\text{Fe}^{2+}$  dalam air bersih melebihi standar baku mutu yang telah ditentukan, maka harus dilakukan pengolahan sebelum dipakai dan dikonsumsi dalam kehidupan sehari-hari (Nunik, 2018).

Kemajuan populasi dan industri yang semakin tinggi menyebabkan peningkatan limbah semakin bertambah pula, jika tidak ditangani dengan baik maka akan semakin merusak dan mencemari lingkungan yang disebabkan oleh adanya ion logam beracun (Jessica *et al.*, 2019). Metode yang dianggap paling efektif saat ini adalah menggunakan metode biosorpsi (Zamorska, 2011). Karena berbagai jenis biomaterial berinteraksi secara efektif dengan logam beracun (Nasra 2006). Beberapa teknik yang telah digunakan untuk menyerap logam berat dari pencemaran air adalah pertukaran ion, pengendapan, koagulasi, pemisahan membran, dan adsorpsi (Kurniawati *et al.*, 2019). Namun metode tersebut memiliki beberapa kerugian seperti menghasilkan produk limbah beracun, terlalu mahal, tidak selalu efektif untuk logam dengan konsentrasi rendah dan tidak

ramah lingkungan (El-naggar *et al.* 2018). Biosorpsi adalah proses adsorpsi yang melibatkan penggunaan biomassa sebagai adsorben atau disebut juga dengan biosorben. Biosorpsi memiliki kelebihan dimana tidak menghasilkan residu padat dan tidak menghasilkan zat beracun selama proses. Proses biosorpsi tidak selalu bergantung pada metabolisme, hal ini terjadi karena ion logam terakumulasi pada permukaan bahan biosorben (Jessica *et al.*, 2019). Biosorpsi merupakan salah satu metode yang dianggap paling menjanjikan untuk dimanfaatkan dalam menghilangkan logam beracun dari aliran limbah industri dan perairan alami. Biosorpsi melibatkan akumulasi logam berat dari bahan organik atau biologis yang baik dengan metabolik yang bergantung dengan cara fisiokimia murni. Teknik biosorpsi ini memiliki prinsip penyerapan pasif logam berat dari larutan air menggunakan bahan biologis (Christoforidis *et al.*, 2015).

Bahan organik sebagai biosorben biasanya dapat diperoleh dari limbah pertanian. Beberapa jenis limbah yang dimanfaatkan dapat mengurangi jumlah pencemaran pada lingkungan, serta menghasilkan produk yang memiliki nilai jual. Bahan-bahan yang memiliki gugus aktif berperang penting dalam proses biosorpsi logam berat dengan cara menarik serta mengikat logam berat pada biomassa seperti gugus hidroksil dan karbonil. Salah satu limbah pertanian yang masih kurang dimanfaatkan dan banyak mengandung gugus aktif adalah kulit buah naga merah. Penelitian sebelumnya telah menggunakan kulit buah naga merah sebagai biosorben untuk penyerapan logam  $Cd^{2+}$  (Tanasal *et al.*, 2015) dan  $Cu^{2+}$  (Ali *et al.*, 2019). Maka pada penelitian ini kulit buah naga merah akan digunakan untuk menyerap logam  $Fe^{2+}$ . Kulit buah naga merah adalah salah satu bahan organik yang mudah untuk ditemukan dan hasil analisis pada kulit buah



naga merah terdapat kandungan hemiselulosa, lignin, selulosa, protein karbihidrat dan senyawa fenolik yang mengandung senyawa karbon, higrogen sulfur, dan nitrogen. Senyawa yang terkandung pada kulit buah naga merah terdapat gugus hidroksil dan karbonil yang dapat mengikat polutan atau ion logam (Tanasal *et al.*, 2015).

Berdasarkan yang telah diuraikan, kulit buah naga merahakan dimanfaatkan sebagai biosorben dalam menyerap ion  $Fe^{2+}$  menggunakan metode *Batch*. Untuk tujuan nantinya akan ditentukan dengan beberapa kondisi optimum penyerapan ion  $Fe^{2+}$  yaitu variasi pH dan konsentrasi. Pada penelitian ini akan digunakan instrumen *Fourier Transform Infrared* (FTIR) dan *Atomic Absorpstion Spectrophotometer* (AAS) sebagai alat ukur dalam menganalisis sampel.

## **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut:

1. Ion  $Fe^{2+}$  menjadi salah satu ion logam berat berbahaya yang perlu diatasi keberadaannya.
2. Diperlukannya metode pengolahan ion  $Fe^{2+}$  yang efektif, murah dan aman.
3. Kurangnya pengetahuan tentang pemanfaatan kulit buah naga merah sebagai biosorben terhadap penyerapan ion  $Fe^{2+}$ .

## **C. Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Biosorben yang digunakan adalah serbuk dari kulit buah naga merah.
2. Ion logam yang akan diserap yaitu  $Fe^{2+}$ .

3. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Batch.
4. Kapasitas serapan serbuk kulit buah naga terhadap penyerapan ion  $\text{Fe}^{2+}$  dianalisis dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).
5. Analisis gugus fungsi pada serbuk kulit buah naga merah *Fourier Transform Infrared* (FTIR).

#### **D. Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi pH dan konsentrasi terhadap penyerapan ion  $\text{Fe}^{2+}$  pada serbuk kulit buah naga merah.
2. Berapa kapasitas penyerapan optimum serbuk kulit buah naga merah terhadap penyerapan ion  $\text{Fe}^{2+}$ .

#### **E. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan kondisi optimum penyerapan dengan variasi pH dan konsentrasi terhadap penyerapan ion  $\text{Fe}^{2+}$  pada serbuk kulit buah naga merah.
2. Menentukan kapasitas penyerapan optimum serbuk kulit buah naga merah terhadap penyerapan ion  $\text{Fe}^{2+}$ .

#### **F. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi tentang kondisi optimum penyerapan ion  $\text{Fe}^{2+}$ .
2. Memberikan informasi tentang kapasitas penyerapan optimum serbuk kulit buah naga merah terhadap penyerapan ion  $\text{Fe}^{2+}$ .