

**Variasi Konsentrasi Larutan Prekursor terhadap Kinerja *Nano Fiber Ion Imprinted Polymers* (NF-IIPs Fe(III)) sebagai Adsorben Ion Fe(III) yang Disintesa dengan Metode *Electrospinning***

**SKRIPSI**

*Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains Program Studi Fisika*



**Oleh:**

**MUHAMMAD IHSAN ALFIKRO**

**08021281823028**

**JURUSAN FISIKA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2022**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**VARIASI KONSENTRASI LARUTAN PREKURSOR TERHADAP**  
**KINERJA NANO FIBER ION IMPRINTED POLYMERS (NF-IIPs Fe(III))**  
**SEBAGAI ADSORBEN ION Fe(III) YANG DISINTESA DENGAN**  
**METODE ELECTROSPINNING**

*Skripsi*

*Dibuat Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Jurusan Fisika  
Fakultas MIPA*

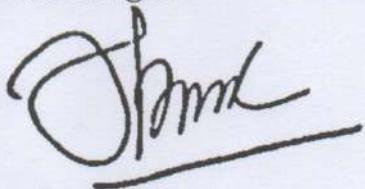
Oleh:

MUHAMMAD IHSAN ALFIKRO  
NIM. 08021281823028

Indralaya, 01 Agustus 2022

Menyetujui,

**Pembimbing II**



Dra. Jorena, M.Si

NIP. 196405101991022001

**Pembimbing I**



Dr. Idha Royani, S.Si., M.Si

NIP. 197105151999032001

Mengetahui,

**Ketua Jurusan Fisika**



Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T

NIP. 197009101994121001

## **PERNYATAAN ORISINALITAS**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, Mahasiswa Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya:

Nama : Muhammad Ihsan Alfikro

NIM : 08021281823028

Judul TA : Variasi Konsentrasi Larutan Prekursor terhadap Kinerja *Nano Fiber Ion Imprinted Polymers* (NF-IIP<sub>s</sub> Fe(III)) sebagai Adsorben Ion Fe(III) yang Disintesa dengan Metode *Electrospinning*

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya susun dengan judul tersebut adalah asli atau orisinalitas dan mengikuti etika penulisan karya tulis ilmiah sampai pada waktu skripsi ini diselesaikan, sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains di program studi Fisika Universitas Sriwijaya.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya tanpa ada paksaan dari pihak manapun. Apabila di kemudian hari terdapat kesalahan ataupun keterangan palsu dalam surat pernyataan ini, maka saya siap bertanggung jawab secara akademik dan bersedia menjalani proses hukum yang telah ditetapkan.

Indralaya, 05 September 2022

Yang menyatakan



Muhammad Ihsan Alfikro

**NIM. 08021281823028**

## PRAKATA

*Alhamdulillahi Robbil 'alamiin*

Segala puji bagi Allah ﷺ, Tuhan semesta alam, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian tugas akhir yang berjudul “Variasi Konsentrasi Larutan Prekursor terhadap Kinerja *Nano Fiber Ion Imprinted Polymers* (NF-IIPs Fe(III)) sebagai Adsorben Ion Fe(III) yang Disintesa dengan Metode *Electrospinning*” dengan tepat waktu. Kegiatan penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Sains Material, dengan tujuan untuk memenuhi persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar Sarjana Sains di Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya. Selama proses penulisan & penelitian ini, tak henti-hentinya penulis mendapat berbagai bantuan dan dukungan, serta saran guna penyempurnaan tugas akhir ini. Terima kasih dan rasa syukur yang tiada berbatas, penulis sampaikan kepada kedua orang tua, Bapak Sahri, S.E., M.Pd dan Ibu Erni Romsiah, yang senantiasa mendoakan, mendukung, dan membantu, serta memberikan semangat dan motivasi pada penulis untuk terus berjuang menyelesaikan studi.

Penulis juga ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada,

1. Bapak Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T selaku Ketua Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
2. Ibu Dr. Idha Royani, S.Si., M.Si selaku dosen Pembimbing I Tugas Akhir yang telah memberikan arahan, ilmu, dan masukan, serta dukungan moril yang tiada henti-hentinya.
3. Ibu Dra. Jorena, M.Si selaku dosen Pembimbing II Tugas Akhir dan juga dosen Pembimbing Akademik yang telah mengarahkan dan memberi saran baik selama penyelesaian tugas akhir maupun selama berkuliahan di Jurusan Fisika.
4. Ibu Dr. Fitri Suryani Arsyad, S.Si., M.Si dan Ibu Erni, S.Si., M.Si selaku dosen Penguji Tugas Akhir yang telah memberikan ilmu, saran, dan kritikan dalam penyusunan tugas akhir ini.
5. Pak Muhammad Fuad, S.T., M.Kom dan Pak Djati Gunawan, S.T selaku teknisi yang telah membantu perbaikan dan penyempurnaan alat Nachriebe 601 Electrospinning.

6. Bapak Ibu dosen Jurusan Fisika yang telah mentransfer ilmu pengetahuan dan pengalaman luar biasa selama perkuliahan.
7. Jajaran staf Jurusan Fisika, Kak David dan Babe, yang telah membantu dalam proses administrasi dan surat-menyurat.
8. Kak Jaya Edianta, S.Si dan Kak Novianty, S.Si yang telah mendahului dalam pengalaman dan telah meluangkan waktu membuka ruang diskusi serta berbagi pengalaman penelitian.
9. Rekan-rekan satu penelitian *imprinted polymers*; Nopa Afrizal, Lestiani Angquna, & Ernita yang turut memberikan bantuan dan berbagi suka duka penelitian.
10. Teman-teman korps satuan asisten Laboratorium Eksperimen Fisika dan asisten Laboratorium Sains Material yang telah mengajarkan sikap kepemimpinan dan kerja sama tim.
11. Teman dekat dan sahabat karib tim *feeder*; Jimi, Hadi, Ridho, Amar, Syaugi, Yogi, Bagas, Falen, Khoiril, Agung, & Wansya, yang telah membagi semangat dan suka duka selama tahun terakhir perkuliahan.
12. Teman-teman satu angkatan, Fisika 2018, AMF18I, yang tak bisa penulis sebutkan namanya satu per satu.
13. Utamanya diri sendiri, yang berusaha memperlebar zona nyaman dan mempertahankan idealisme, guna penyempurnaan tugas akhir.

Indralaya, 16 Agustus 2022



Penulis

**VARIASI KONSENTRASI LARUTAN PREKURSOR TERHADAP KINERJA NANO FIBER  
ION IMPRINTED POLYMERS (NF-IIPs Fe(III)) SEBAGAI ADSORBEN ION Fe(III) YANG  
DISINTESA DENGAN METODE ELECTROSPINNING**

Oleh:

**Muhammad Ihsan Alfikro**

**NIM: 08021281283028**

**ABSTRAK**

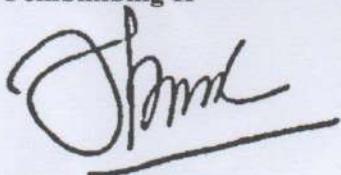
Serat nano *ion imprinted polymers* (NF-IIPs) Fe(III) telah berhasil disintesis menggunakan metode *electrospinning* dengan tujuan membandingkan pengaruh variasi konsentrasi prekursor pada efektivitas adsorpsi ion Fe(III). NF-IIPs Fe(III) disintesis menggunakan PVA/Gelatin sebagai prekursor templat polimer dan aquades sebagai pelarut, dengan variasi konsentrasi 5/5 wt% dan 7,5/2,5 wt%. Melalui karakterisasi SEM, NF-IIPs Fe(III) telah terkonfirmasi berstruktur serat nano disertai rongga-rongga yang berjumlah 831, dengan rerata diameter serat 43 nm. Spektrum FTIR dan XRD mengonfirmasi keberadaan prekursor PVA/Gelatin pada NF-IIPs Fe(III) dengan jaringan polimer yang tetap stabil selama proses sintesis. NF-IIPs Fe(III) 5/5 wt% menunjukkan performa yang lebih baik dengan kapasitas adsorpsi mencapai 12 mg/g, dibanding NF-IIPs Fe(III) 7,5/2,5 wt% sebesar 5,58 mg/g. Selama rentang empat puluh lima menit proses adsorpsi, persen *removal* NF-IIPs Fe(III) 5/5 wt% dan 7,5/2,5 wt% berturut-turut 0,44%/menit dan 0,21%/menit.

**Kata Kunci:** *Imprinted Polymers, Nano Fiber, ion Fe(III), Electrospinning, Adsorpsi*

Indralaya, 01 Agustus 2022

Menyetuji

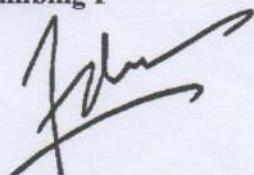
Pembimbing II



Dra. Jorena, M.Si

NIP: 197105151999032001

Pembimbing I



Dr. Idha Royani, S.Si., M.Si

NIP. 197105151999032001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika



**CONCENTRATION VARIATION OF PRECURSOR SOLUTION ON THE PERFORMANCE  
OF NANO FIBER ION IMPRINTED POLYMERS (NF-IIPs Fe(III)) AS Fe(III) ION  
ADSORBENT WHICH SYNTHESIZED USING ELECTROSPINNING METHOD**

**By:**

**Muhammad Ihsan Alfikro**

**NIM: 08021281283028**

**ABSTRACT**

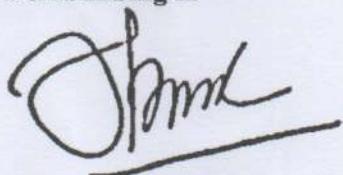
Nano Fiber Ion Imprinted Polymers (NF-IIPs) Fe(III) were successfully synthesized using Electrospinning method, with the purpose to compare the effect of variation of precursor concentration to the effectiveness of Fe(III) ion adsorption. NF-IIPs Fe(III) was synthesized using PVA/Gelatin as a polymer template precursor and aquadest as a solvent, with the variation of concentrations are 5/5 wt% and 7,5/2,5 wt%. According to SEM analysis, the nanofiber structure of NF-IIPs Fe(III) has been confirmed by the total of pores counted is 831 and the average diameter of the fiber is 43 nm. FTIR and XRD spectra confirm the existence of PVA/Gelatin as precursors on NF-IIPs Fe(III) with stabilized polymeric network during synthetical process. NF-IIPs Fe(III) 5/5 wt% shows a great performance with adsorption capacity reached 12 mg/g, which is higher than 5,58 mg/g for NF-IIPs Fe(III) 7,5/2,5 wt%. During forty-five minute adsorption process, the removal percentage of NF-IIPs Fe(III) 5/5 wt% and 7,5/2,5 wt% are 0,44%/minute and 0,21%/minute, respectively.

**Keyword:** Imprinted Polymers, Nano Fiber, Fe(III) ion, Electrospinning, Adsorption

Indralaya, 01 Agustus 2022

Menyetujui

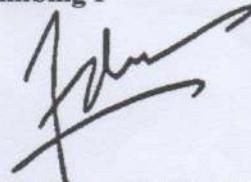
**Pembimbing II**



Dra. Jorena, M.Si

NIP: 197105151999032001

**Pembimbing I**



Dr. Idha Royani, S.Si., M.Si

NIP. 197105151999032001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
PERNYATAAN ORISINALITAS .....	ii
PRAKATA .....	iii
ABSTRAK .....	v
ABSTRACT .....	vi
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xi
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1. Studi terkait ion Fe(III) .....	4
2.1.1. Karakteristik Ion Fe(III).....	4
2.1.2. Dampak Pencemaran Ion Fe(III).....	5
2.2. <i>Ion Imprinted Polymers</i> (IIPs).....	5
2.3. Metode Sintesis Material.....	6
2.3.1. Metode <i>Cooling-Heating</i> .....	6
2.3.2. Proses Ekstraksi .....	7
2.3.1. Metode <i>Electrospinning</i> .....	7
2.4. Instrumenasi Karakterisasi Material.....	9
2.4.1. <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM) .....	9
2.4.2. <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR).....	9
2.4.3. <i>Atomic Absorption Spectroscopy</i> (AAS).....	10
2.4.4. <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	10
2.5. Kinerja Adsorpsi .....	11
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	13
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian .....	13
3.2. Alat dan Bahan Penelitian .....	13

3.2.1.	Alat Penelitian.....	13
3.2.2.	Bahan Penelitian.....	13
3.2.3.	Alat Karakterisasi.....	14
3.3.	Tahapan Penelitian .....	14
3.3.1.	Sintesis Polimer Fe(III).....	14
3.3.2.	Ekstraksi Zat Aktif .....	16
3.3.3.	Sintesis NF-IIPs Fe(III).....	18
3.4.	Pengujian Kinerja Adsorpsi Material.....	20
3.5.	Luaran dan Hasil Ekspektasi .....	21
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	.....	<b>22</b>
4.1.	Analisis Sintesis Material.....	22
4.1.1.	Material IIPs Fe(III) .....	22
4.1.2.	Material Nano Fiber IIPs Fe(III) .....	25
4.2.	Analisis Karakterisasi Material .....	27
4.2.1.	Hasil Karakterisasi FTIR.....	27
4.2.2.	Hasil Karakterisasi XRD.....	29
4.2.3.	Hasil Karakterisasi SEM .....	31
4.3.	Uji Kinerja Adsorpsi Material.....	34
<b>BAB 5 PENUTUP</b>	.....	<b>36</b>
5.1.	Kesimpulan.....	36
5.2.	Saran .....	36
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	.....	<b>37</b>
<b>LAMPIRAN</b>	.....	<b>45</b>
[1]	Lampiran 1. Alat Penelitian dan Karakterisasi.....	46
[2]	Lampiran 2. Bahan Penelitian .....	48
[3]	Lampiran 3. Aplikasi Pengolah Data .....	48
[4]	Lampiran 4. Hasil Sintesis .....	49
[5]	Lampiran 5. Hasil Karakterisasi .....	50
1)	Spektrum FTIR .....	50
2)	Pencitraan SEM .....	53
3)	Grafik XRD.....	54
4)	Hasil Uji AAS .....	56
[6]	Lampiran 6. Perhitungan-perhitungan.....	57
1)	Pembuatan Larutan Induk ion Fe(III) 100 ppm sebanyak 100 mL.....	57

2)	Pengenceran Larutan ion Fe(III) untuk Uji Adsorpsi .....	57
3)	Pembuatan Larutan Ekstraksi HCl 6 M .....	57
4)	Kapasitas Adsorpsi IIPs Fe(III) dan NF-IIPs Fe(III) .....	58
5)	Penentuan Ukuran Kristal NF-IIPs Fe(III) .....	59
[7]	Lampiran 7. Kegiatan Penelitian .....	60
[8]	Lampiran 8. Program Plot Grafik pada gnuplot .....	61
1)	Gambar 4.4 Spektrum FTIR dari tiap sampel.....	61
2)	Gambar 4.5 Hasil Karakterisasi XRD IIPs Fe(III) .....	62
3)	Gambar 4.6 Hasil Karakterisasi NF-IIPs Fe(III) .....	63
4)	Gambar 4.7 Perbandingan Spektrum IIPs Fe(III) dan NF-IIPs Fe(III) pada sudut $10^\circ - 35^\circ$ .....	63
5)	Gambar 4.9 Distribusi Ukuran Partikel Polimer Fe(III) .....	64
6)	Gambar 4.10 Distribusi Ukuran dan Jumlah Rongga .....	64

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Ilustrasi Sintesis IIPs (Branger et al., 2013).....	6
Gambar 1.2. Serbuk IIPs Fe(III) (Novianty, 2021).....	7
Gambar 1.3. Pembentukan Taylor cone (Khalil et al., 2013) .....	8
Gambar 1.4. Hasil SEM dari (a) NIPs; (b) IIPs Fe(III) (Darmawan et al., 2020)...	9
Gambar 1.5 Spektrum FTIR dari nanopartikel berbasis PMAA: (a) NIP, (b) MIP yang dicuci, dan (c) MIP yang tak dicuci (Zahedi et al., 2017) .....	10
Gambar 3.1 Bagan Alir Sintesis Polimer Fe(III) .....	16
Gambar 3.2 Bagan Alir Pencucian Fe(III) .....	17
Gambar 3.3 Nachribe 601 Electrospinning .....	18
Gambar 3.4 Bagan Alir Proses <i>Electrospinning</i> .....	20
Gambar 3.5 Bagan Alir Pengujian Adsorpsi.....	21
Gambar 4.1. Hasil Polimerisasi: (a) Polimer Fe(III) Padat; (b) Polimer Fe(III) dengan kelebihan takaran; (c) Polimer Fe(III) dengan kekurangan takaran ....	23
Gambar 4.2 NIPs (Non-Imprinted Polymers) .....	23
Gambar 4.3. Hasil Akhir: (a) Polimer Fe(III) (belum dicuci); (b) Polimer Fe(III) (telah dicuci); (c) IIPs Fe(III) .....	24
Gambar 4.4 <i>Taylor Cone</i> yang terbentuk.....	26
Gambar 4.5 Hasil Karakterisasi XRD IIPs Fe(III).....	29
Gambar 4.6 Hasil Karakterisasi NF-IIPs Fe(III).....	30
Gambar 4.7 Perbandingan spektrum IIPs Fe(III) dan NF-IIPs Fe(III) pada sudut $10^\circ - 35^\circ$ .....	30
Gambar 4.8 Hasil Pencitraan SEM sampel NF-IIPs Fe(III) (a) Perbesaran 30 ribu kali dan (b) Perbesaran 100 ribu kali.....	34

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1. Nilai rasio distribusi dari IIPs Fe(III) dann NIP .....	12
Tabel 3.1 Alat Karakterisasi.....	14
Tabel 3.2 Luaran dan Hasil Ekspektasi Penelitian.....	21
Tabel 4.1 Gugus Fungsi Tiap Sampel.....	28
Tabel 4.2 Hasil Uji Kandungan Ion Fe(III).....	34

## BAB 1 PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pencemaran lingkungan merupakan masalah serius yang menyertai kehidupan masyarakat sebagai residu dari berbagai aktivitas manusia. Pencemaran akan berdampak sangat buruk bagi keberlangsungan hidup ekosistem yang terkait di dalamnya. Lingkungan yang terdiri dari tanah, air, atmosfir bumi, mikroorganisme, tumbuh-tumbuhan dan hewan, sangat mungkin tercemar dan mengancam kehidupan manusia baik secara langsung maupun tak langsung (Masindi & Muedi, 2018). Salah satu unsur vital yang rawan pencemaran adalah air. Pada kota-kota besar dengan tingkat industrialisasi yang tinggi, sumber air bersih seringkali tercemar berbagai polutan, salah satunya logam berat. Logam berat dapat dihasilkan secara alami melalui erupsi vulkanik dan erosi batuan (C. Li et al., 2019), maupun campur tangan manusia, seperti residu transportasi, pertambangan, pertanian, dan manufaktur (Briffa et al., 2020; Edward, 2020). Tanpa pengolahan yang tepat, residu logam berat yang dibuang secara langsung maupun tak langsung ke lingkungan, seperti aliran polutan dari dataran tinggi menuju dataran rendah atau tersapu oleh air hujan, akan terakumulasi di danau, sungai, laut, atau bahkan terserap mencemari air tanah (Cai et al., 2022).

Selain masalah pada lingkungan, keberadaan logam berat terutama pada air konsumsi dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan karena potensi toksitas dan dapat terbioakumulasi (Chheang et al., 2021). Menurut (Karim et al., 2017), ion besi (Fe) merupakan salah satu logam berat yang dapat berdampak buruk pada kesehatan tubuh manusia. Walau besi termasuk logam esensial, namun kadarnya yang berlebihan dalam tubuh dapat membahayakan, karena berpotensi menyebabkan masalah jantung, kanker (F. Khan et al., 2020), tuberkulosis, kerusakan hati, dan fibrosis (Karim et al., 2017). Maka dari itu, pemerintah menetapkan ambang batas kadar besi (Fe) dalam air minum sebesar 0,3 mg/L dan air bersih sebesar 1 mg/L. (Permenkes, 1990). Namun, belakangan pemerintah merevisi aturan tersebut untuk mengikuti kadar yang telah ditetapkan WHO (WHO, 2003), dengan tidak membedakan jenis pemakaianya, yaitu sebesar 0,3 mg/L (PP RI, 2021).

Sebagai tindakan preventif, dikembangkan berbagai teknik analitik kimia untuk menentukan kadar ion besi di lingkungan seperti *Total Reflection X-Ray Fluorescence* (TXRF) (Schmeling, 2019), *Neutron Activation Analysis* (NAA) (Pujol et al., 2014), *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS), *Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry* (ICP-MS) (F. Khan et al., 2020), dan *Energy-Dispersive X-Ray* (EDX) (Zuber et al., 2021). Kelebihan utama dari metode ini adalah lingkup deteksi unsur yang luas, sensitivitas tinggi, dan batas deteksi (LoD) yang rendah (Pujol et al., 2014). Namun, metode ini diikuti oleh kelemahan sehingga membatasi penggunaannya, seperti biaya operasional yang tinggi (Tian et al., 2017), prosedur yang kompleks (Pujol et al., 2014), serta instrumen yang rumit, dan tidak portabel (Karimi-Maleh et al., 2020). Penelitian terkini menunjukkan sel elektrokimia dapat dimanfaatkan sebagai salah satu teknik analitik kimia, karena instrumennya yang sederhana dan terjangkau (Ostojić et al., 2017), serta portabel (Raziq et al., 2021). Tanpa mengabaikan kualitas deteksi, *ion imprinted polymers* (IIPs) dimanfaatkan sebagai material membran adsorpsi pada sel elektrokimia.

*Ion Imprinted Polymers* (IIPs) memiliki keunggulan yang luar biasa, di antaranya aplikasi yang luas (Kusumkar et al., 2021), tahan lama dan dapat digunakan kembali (Branger et al., 2013), sintesis yang sederhana dan rendah biaya (Cejner & Dobrowolski, 2016), serta selektivitas tinggi karena atom-atomnya saling berikatan silang (*cross-linked polymer*) dalam material IIPs (M. C. Djunaidi et al., 2018). Meski begitu, material IIPs tetap diliputi oleh kelemahan, salah satunya proses adsorpsi yang dapat berlangsung lama karena tak semua rongga-rongganya tercetak di permukaan polimer (Rammika et al., 2011). Maka dari itu, perlu diterapkan nanoteknologi pada IIPs, tak hanya untuk mereduksi ukuran partikelnya namun juga mengubah struktur materialnya. Salah satu struktur nano yang tengah menuai perhatian adalah serat nano (*nanofiber*).

Berdasarkan penelitian (Gore et al., 2018; Y. Li et al., 2016; Rammika et al., 2011), struktur serat nano (*nanofiber*) terbukti dapat meningkatkan performa adsorpsi adsorben di lingkungan. Dari berbagai macam metode sintesis serat nano, metode *electrospinning* terbukti menunjukkan hasil yang paling efisien, proses yang sederhana, mudah dimodifikasi, dan aplikasi komprehensif. (Ardekani et al., 2020; Ding & Yu, 2014; Rajak et al., 2020). Kualitas serat nano elektrospun

dipengaruhi oleh beragam parameter, yang meliputi parameter internal (tegangan, laju alir, jarak jarum ke kolektor, kelembapan) dan parameter eksternal (konsentrasi, viskositas, tegangan permukaan larutan). Melalui variasi konsentrasi larutan, panjang dan diameter serat maksimum dapat diatur sedemikian rupa (Beachley & Wen, 2009). Penelitian ini berfokus pada variasi larutan prekursor pada proses *electrospinning* untuk mengatur dimensi NF-IIPs Fe(III).

### **1.2. Rumusan Masalah**

1. Bagaimana proses sintesis *ion imprinted polymers* (IIPs) Fe(III) yang dioptimasi berstruktur *nanofiber* (NF) menggunakan metode *electrospinning*?
2. Bagaimana sistem pengujian kinerja NF-IIPs Fe(III) dan IIPs Fe(III) sebagai adsorben ion Fe(III)?

### **1.3. Batasan Masalah**

Penelitian ini difokuskan pada sintesis material IIPs Fe(III) berserat nano dengan variasi konsentrasi larutan prekursor PVA/Gelatin 5/5 wt% dan 7,5/2,5 wt% menggunakan metode *electrospinning*, sementara sintesis IIPs Fe(III) dibuat merujuk pada penelitian sebelumnya dengan mengambil hasil paling optimal tanpa variasi parameter sintesis.

### **1.4. Tujuan Penelitian**

1. Sintesis material *nano fiber ion imprinted polymers* (NF-IIPs) dan IIPs sebagai adsorben ion Fe(III) dengan metode *cooling-heating* dan metode *electrospinning*.
2. Menganalisis karakteristik *nano fiber ion imprinted polymers* (NF-IIPs Fe(III)) dan IIPs Fe(III) melalui karakterisasi XRD, SEM, dan FTIR.
3. Membandingkan kinerja adsorpsi IIPs Fe(III) dan NF-IIPs Fe(III) sebagai adsorben Fe(III)

### **1.5. Manfaat Penelitian**

1. Menyajikan informasi mengenai IIPs Fe(III) yang telah dioptimasi berstruktur serat nano sebagai adsorben ion Fe(III).
2. Menawarkan solusi untuk mengetahui dan mengatasi keberadaan ion logam Fe(III) yang mencemari lingkungan berair.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abbasi, S., Roushani, M., Khani, H., Sahraei, R., & Mansouri, G. (2015). Synthesis and application of ion-imprinted polymer nanoparticles for the determination of nickel ions. *Spectrochimica Acta - Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 140, 534–543.
- Abdulateef, S., & Salman, M. (2021). A Comprehensive Review of Image Segmentation Techniques. *Iraqi Journal for Electrical and Electronic Engineering*, 17(2), 166–175.
- Aji, W. B. 2020. “Analisis X-Ray Diffraction (XRD) pada Friction Stir Welding pada Aluminium Seri 6061-T6 dengan Penambahan Filler Pelat Seng dan Pelat Kuningan.” Skripsi. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta: Surakarta.
- Akhtar, K., Khan, S. A., Khan, S. B., & Asiri, A. M. (2018). Scanning Electron Microscopy: Principle and Applications in Nanomaterials Characterization. In *Handbook of Materials Characterization* (1st ed., Issue February). Springer.
- Ahlawat, J., Kumar, V., & Gopinath, P. (2019). Carica papaya loaded poly (vinyl alcohol)-gelatin nanofibrous scaffold for potential application in wound dressing. *Materials Science and Engineering C*, 103(March), 109834.
- Alwan, T. J., Toma, Z. A., Kudhier, M. A., & Ziadan, K. M. (2016). Preparation and Characterization of the PVA Nanofibers produced by Electrospinning. *Madridge Journal of Nanotechnology & Nanoscience*, 1(1), 1–3.
- Annisa K., A. S. an. E. A. (2017). Pengembangan Metode Rapid Test dalam Penentuan Ash Content dan Calorific Value Batubara di Laboratorium PT. Jasa Mutu Mineral Indonesia. *Jurnal Atomik*, 2(1), 121 – 127.
- Ardekani, R., Borhani, S., & Rezaei, B. (2020). Selective molecularly imprinted polymer nanofiber sorbent for the extraction of bisphenol A in a water sample. *Polymer International*, 69(9), 780–793.
- Beachley, V., & Wen, X. (2009). Effect of electrospinning parameters on the nanofiber diameter and length. *Materials Science and Engineering C*, 29(3), 663–668.
- Blake, A. J., Clegg, W., Cole, J. M., Evans, J. S., Main, P., Parsons, S., & Watkin, D. J. (2009). Crystal Structure Analysis Principles and Practice. In W. Clegg

- (Ed.), *Nature* (Second). Oxford University Press.
- Bow, Y., Sutriyono, E., Nasir, S., & Iskandar, I. (2017). Preparation of molecularly imprinted polymers simazine as material potentiometric sensor. *MATEC Web of Conferences*, 101, 8–12.
- Branger, C., Meouche, W., & Margaillan, A. (2013). Recent advances on ion-imprinted polymers. *Reactive and Functional Polymers*, 73(6), 859–875.
- Briffa, J., Sinagra, E., & Blundell, R. (2020). Heavy metal pollution in the environment and their toxicological effects on humans. *Heliyon*, 6(9), e04691.
- Brown, T., LeMay, H., Bursten, B., Murphy, C., & Woodward, P. (2012). *Chemistry The Central Science* (A. Jaworski (ed.); 12th ed.). Prentice Hall.
- Bunaciu, A. A., Udriștioiu, E. gabriela, & Aboul-Enein, H. Y. (2015). X-Ray Diffraction: Instrumentation and Applications. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 45(4), 289–299.
- Cai, Y., Li, C., & Zhao, Y. (2022). A review of the migration and transformation of microplastics in inland water systems. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(1).
- Cejner, M., & Dobrowolski, R. (2016). Ion-imprinted polymers: synthesis, characterization and applications. *Annales Universitatis Mariae Curie-Sklodowska, Sectio AA – Chemia*, 70(2), 67.
- Chheang, L., Thongkon, N., Sriwiriyarat, T., & Thanasupsin, S. P. (2021). Heavy metal contamination and human health implications in the chan thnal reservoir, Cambodia. *Sustainability (Switzerland)*, 13(24), 1–20.
- Darmawan, W., Nurani, D. A., Rahayu, D. U. C., & Abdullah, I. (2020). Synthesis of ion imprinted polymer for separation and preconcentration of iron (III). *AIP Conference Proceedings*, 2242(June), 1–9.
- Ding, B., & Yu, J. (2014). *Electrospun Nanofibers for Energy and Environmental Applications* (D. J. Lockwood (ed.)). Springer.
- Djunaidi, M. C., Haris, A., Pardoyo, & Rosdiana, K. (2018). The Impact of Template Types on Polyeugenol to the Adsorption Selectivity of Ionic Imprinted Polymer (IIP) Fe Metal Ion. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 349(1).
- Djunaidi, M. C., Jumina, Siswanta, D., & Ulbricht, M. (2015). Selective transport

- of Fe(III) using ionic imprinted polymer (IIP) membrane particle. *AIP Conference Proceedings*, 1699(III).
- Edianta, J. 2021. *Modifikasi Sintesis Ion Imprinted Polymers (IIPs) dan Sistem Instrumentasi Potensiometri: Material Cerdas Selektif Adsorbsi Ion Metal Fe(III)*. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya: Indralaya.
- Edison, T. N. J. I., Atchudan, R., Shim, J. J., Kalimuthu, S., Ahn, B. C., & Lee, Y. R. (2016). Turn-off fluorescence sensor for the detection of ferric ion in water using green synthesized N-doped carbon dots and its bio-imaging. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 158, 235–242.
- Edward, E. (2020). Penilaian pencemaran logam berat dalam sedimen di Teluk Jakarta. *Depik*, 9(3), 403–410.
- Faungnawakij, K., Lau, W. J., Ruktanonchai, U. R., & Piyachomkwan, K. (2020). *Handbook of Nanotechnology Applications: Environment, Energy, Agriculture and Medicine (Micro and Nano Technologies)* (1st ed.). Elsevier.
- Foroutan Koudehi, M., & Zibaseresht, R. (2020). Synthesis of molecularly imprinted polymer nanoparticles containing gentamicin drug as wound dressing based polyvinyl alcohol/gelatin nanofiber. *Materials Technology*, 35(1), 21–30.
- Goebbert, D. J., Garand, E., Wende, T., Bergmann, R., Meijer, G., Asmis, K. R., & Neumark, D. M. (2009). Infrared Spectroscopy of The Microhydrated Nitrate Ions NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (H<sub>2</sub>O). *Journal of Physical Chemistry A*, 113(26), 7584–7592.
- Gore, P. M., Khurana, L., Siddique, S., Panicker, A., & Kandasubramanian, B. (2018). Ion-imprinted electrospun nanofibers of chitosan/1-butyl-3-methylimidazolium tetrafluoroborate for the dynamic expulsion of thorium (IV) ions from mimicked effluents. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(4), 3320–3334.
- Günzler, H., & Williams, A. (2008). Handbook of Analytical Techniques. In *Handbook of Analytical Techniques* (1st ed., Vols. 1–2). WILEY-VCH.
- He, J. H. (2020). On the height of Taylor cone in electrospinning. *Results in Physics*, 17(March), 1–2.
- Jackson, T., & Challoner, J. (2017). *The Periodic Table Book: A Visual*

- Encyclopedia of the Elements* (B. Bedi, A. Verma, N. R. Samuel, C. Arora, & D. Saikia (eds.); 1st ed.). Darling Kindersley Limited.
- Karim, M. A., Juniar, H., & Ambarsari, M. F. P. (2017). Adsorpsi Ion Logam Fe Dalam Limbah Tekstil Sintesis dengan menggunakan Metode Batch. *Jurnal Distilasi*, 2(2), 68–81.
- Karimi-Maleh, H., Karimi, F., Alizadeh, M., & Sanati, A. L. (2020). Electrochemical Sensors, a Bright Future in the Fabrication of Portable Kits in Analytical Systems. *Chemical Record*, 20(7), 682–692.
- Kartika, H. D., Jorena, Monado, F., & Royani, I. (2022). Analisis jumlah rongga tercetak pada Ion Imprinted Polymer (IIPs)-Fe(III) yang disintesis menggunakan metode Cooling-heating. *Jurnal Penelitian Sains*, 24(1), 18–23.
- Khalil, A., Singh Lalia, B., Hashaikeh, R., & Khraisheh, M. (2013). Electrospun metallic nanowires: Synthesis, characterization, and applications. *Journal of Applied Physics*, 114(17).
- Khan, F., Pattanayak, S. K., Verma, P. R., & Dewangan, P. K. (2020). Biofabrication of graphene QDs as a fluorescent nanosensor for detection of toxic and heavy metals in biological and environmental samples. In *Smart Biosensors in Medical Care*. Elsevier Inc.
- Khan, S. A., Khan, S. B., Khan, L. U., Farooq, A., Akhtar, K., & Asiri, A. M. (2018). Fourier transform infrared spectroscopy: Fundamentals and application in functional groups and nanomaterials characterization. In *Handbook of Materials Characterization*.
- Kousalya, G. N., Gandhi, M. R., Sundaram, C. S., & Meenakshi, S. (2010). Synthesis of nano-hydroxyapatite chitin/chitosan hybrid biocomposites for the removal of Fe(III). *Carbohydrate Polymers*, 82(3), 594–599.
- Kusumkar, V. V., Galamboš, M., Viglašov, E., & Da, M. (2021). Ion-Imprinted Polymers: Synthesis, Characterization, and Adsorption of Radionuclides. *Materials*, 14, 1–29.
- Li, C., Zhou, K., Qin, W., Tian, C., Qi, M., Yan, X., & Han, W. (2019). A Review on Heavy Metals Contamination in Soil: Effects, Sources, and Remediation Techniques. *Soil and Sediment Contamination*, 28(4), 380–394.
- Li, Y., Zhang, J., Xu, C., & Zhou, Y. (2016). Crosslinked chitosan nanofiber mats

- fabricated by one-step electrospinning and ion-imprinting methods for metal ions adsorption. *Science China Chemistry*, 59(1), 95–105.
- Lingegowda, D. C., Kumar, J. K., Prasad, A. G. D., Zarei, M., & Gopal, S. (2013). Ftir Spectroscopic Studies on Cleome Gynandra – Comparative Analysis of Functional Group Before and After Extraction. *Romanian Journal of Biophysics*, 22(June 2014), 137–143.
- Linh, N. T. B., Min, Y. K., Song, H. Y., & Lee, B. T. (2010). Fabrication of polyvinyl alcohol/gelatin nanofiber composites and evaluation of their material properties. *Journal of Biomedical Materials Research - Part B Applied Biomaterials*, 95(1), 184–191.
- Maimuna, Monado, F., & Royani, I. (2020). *Studi awal pengaruh kloroform sebagai pelarut pada proses ekstraksi molecularly imprinted polymer (MIP) nano kafein*. 10(1), 1–7.
- Masindi, V., & Muedi, K. L. (2018). Environmental Contamination by Heavy Metals. *Heavy Metals*, 13. <https://doi.org/10.5772/intechopen.76082>
- Masruroh, Manggara, A., Papilaka, T., & T, R. T. (2013). Penentuan Ukuran Kristal (Crystallite Size) Lapisan Tipis PZT dengan Metode XRD melalui Pendekatan Persamaan Debye Scherrer. *Jurusan Fisika Dan Kimia FMIPA Universitas Brawijaya*, 1(2), 24–29.
- Nandiyanto, A. B. D., Oktiani, R., & Ragadhita, R. (2019). How to read and interpret ftir spectroscope of organic material. *Indonesian Journal of Science and Technology*, 4(1), 97–118.
- Nishide, H., Deguchi, J., & Tsuchida, E. (1976). Selective Adsorption of Metal Ions on Crosslinked Poly(Vinylpyridine) Resin Prepared With a Metal Ion As a Template. *Chemistry Letters*, 5(2), 169–174.
- Novianty. 2021. *Variasi Konsentrasi Pelarut Asam (HCl dan HNO<sub>3</sub>) pada Proses Ekstraksi Fe(III)-IIPs (Ion Imprinted Polymers) Terhadap Jumlah Rongga yang Terbentuk dengan Metode Cooling-Heating*. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya: Indralaya.
- Ostojić, J., Herenda, S., Bešić, Z., Miloš, M., & Galić, B. (2017). Advantages of an electrochemical method compared to the spectrophotometric kinetic study of peroxidase inhibition by boroxine derivative. *Molecules*, 22(7).

- Patel, K. D., Kim, H. W., Knowles, J. C., & Poma, A. (2020). Molecularly Imprinted Polymers and Electrospinning: Manufacturing Convergence for Next-Level Applications. *Advanced Functional Materials*, 30(32), 1–16.
- Perez-Puyana, V., Jiménez-Rosado, M., Romero, A., & Guerrero, A. (2018). Development of PVA/gelatin nanofibrous scaffolds for Tissue Engineering via electrospinning. *Materials Research Express*, 5(3).
- Prasetyoko, D., Ayunanda, N., Fansuri, H., Hartanto, D., & Ramlil, Z. (2012). Phase transformation of rice husk ash in the synthesis of ZSM-5 without organic template. *ITB Journal of Science*, 44 A(3), 250–262.
- Pujol, L., Evrard, D., Groenen-Serrano, K., Freyssinier, M., Ruffien-Cizsak, A., & Gros, P. (2014). Electrochemical sensors and devices for heavy metals assay in water: The French groups' contribution. *Frontiers in Chemistry*, 2(APR), 1–24.
- Rajak, A., Hapidin, D. A., Iskandar, F., Munir, M. M., & Khairurrijal, K. (2020). Electrospun nanofiber from various source of expanded polystyrene (EPS) waste and their characterization as potential air filter media. *Waste Management*, 103, 76–86.
- Ramakrishna, S., Fujihara, K., Teo, W. E., Lim, T. C., & Ma, Z. (2005). An introduction to electrospinning and nanofibers. In *New Jersey*. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.
- Rammika, M., Darko, G., & Torto, N. (2011). Incorporation of Ni(II)-dimethylglyoxime ion-imprinted polymer into electrospun polysulphone nanofibre for the determination of Ni(II) ions from aqueous samples. *Water SA*, 37(4), 539–546.
- Raziq, A., Kidakova, A., Boroznjak, R., Reut, J., Öpik, A., & Syritski, V. (2021). Development of a portable MIP-based electrochemical sensor for detection of SARS-CoV-2 antigen. *Biosensors and Bioelectronics*, 178(November 2020).
- Rickard, D. (2012). Sedimentary Iron Biogeochemistry. In *Developments in Sedimentology* (Vol. 65). Elsevier B.V.
- Rosi, M., Eljabbar, F. D., Fauzi, U., Abdullah, M., & Khairurrijal. (2009). Pengolahan Citra SEM dengan Matlab untuk Analisis Pori pada Material Nanopori. *Jurnal Nanosains Dan Nanoteknologi*, 29–31.

- Roushani, M., Beygi, T. M., & Saedi, Z. (2016). Synthesis and application of ion-imprinted polymer for extraction and pre-concentration of iron ions in environmental water and food samples. *Spectrochimica Acta - Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 153, 637–644.
- Royani, I., Rahmayani, J., Maimuna, Koriyanti, E., Jorena, Saleh, K., & Monado, F. (2020). Temperature in the extraction process: The number of cavities created in polymer based on molecularly imprinted polymer (mip) caffeine. *Key Engineering Materials*, 860 KEM, 297–302.
- Royani, I., Widayani, Abdullah, M., & Khairurrijal. (2014). Characterization of an atrazine molecularly imprinted polymer prepared by a cooling method. *AIP Conference Proceedings*, 1589(Icmns 2012), 116–119.
- Schmeling, M. (2019). Total reflection X-ray fluorescence. *Physical Sciences Reviews*, 4(7), 1–23.
- Singh, A. K. (2016). Engineered Nanoparticles Structure, Properties and Mechanisms of Toxicity. In *Engineered Nanoparticles*. Academic Press.
- Stan, B., Jason, W., & Doug, M. (2011). *Applied Pharmacology* (1st ed.). Saunders.
- Sujatno, A., Salam, R., Bandriyana, B., & Dimyati, A. (2015). Studi Scanning Electron Microscopy (SEM) untuk Karakterisasi Proses Oxidasi Paduan Zirkonium. *Jurnal Forum Nuklir*, 9(1), 44.
- Takagishi, T., & Klotz, I. M. (1972). Macromolecule-small molecule interactions; introduction of additional binding sites in polyethyleneimine by disulfide cross-linkages. *Biopolymers*, 11(2), 483–491.
- Textmap, W. (2019). *Organic Chemistry* (D. Kennepohl, S. Farmer, & W. Reusch (eds.)). LibreTexts.
- Tian, L. F., Zou, D. S., Dai, Y. C., Wang, L. L., & Gao, W. (2017). A low cost and rapid analytical technique for direct spectrophotometric determination of chromium in V-Cr-Ti alloys without a chromogenic agent. *Analytical Methods*, 9(30), 4471–4475.
- Waseda, Y., Matsubara, E., & Shinoda, K. (2011). X-Ray Diffraction Crystallography: Introduction, Examples, and Solved Problems. In C. Steinen (Ed.), *Springer Link* (Issue 1). Springer.
- Widjonarko, N. (2016). Introduction to Advanced X-ray Diffraction Techniques for

- Polymeric Thin Films. *Coatings*, 6(4), 54.
- Xue, J., Wu, T., Dai, Y., & Xia, Y. (2019). Electrospinning and electrospun nanofibers: Methods, materials, and applications [Review-article]. *Chemical Reviews*, 119(8), 5298–5415.
- Yuniarto, K., Purwanto, Y. A., Purwanto, S., Welt, B. A., Purwadaria, H. K., Yuniarto, K., Purwanto, Y. A., Purwanto, S., Bruce, A., Purwadaria, H. K., & Sunarti, T. C. (2016). Infrared and Raman studies on polylactide acid and polyethylene glycol-400 blend Infrared and Raman Studies on Polylactide Acid and Polyethylene Glycol-400 Blend. *AIP Conference Proceedings*, May, 1–6.
- Zahedi, P., Fallah-Darrehchi, M., Nadoushan, S. A., Aeinehvand, R., Bagheri, L., & Najafi, M. (2017). Morphological, thermal and drug release studies of poly (methacrylic acid)-based molecularly imprinted polymer nanoparticles immobilized in electrospun poly ( $\epsilon$ -caprolactone) nanofibers as dexamethasone delivery system. *Korean Journal of Chemical Engineering*, 34(7), 2110–2118.
- Zuber, S. H., Aziz Hashikin, N. A., Yusof, M. F. M., Hashim, R., & Aziz, M. Z. A. (2021). Effective atomic number based on energy dispersive x-ray (edx) analysis and carbon hydrogen nitrogen (chn) analysis for phantom material in medical physics applications. *Malaysian Journal of Medicine and Health Sciences*, 17(4), 116–121.