

**PENGARUH PELARUT HCl 6M PADA VARIASI EKSTRAKSI DALAM
PEMBENTUKAN RONGGA Fe(III)-IIPs (*ION IMPRINTED POLYMERS*)
MENGUNAKAN METODE *COOLING-HEATING***

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar

Sarjana Sains Bidang Studi Fisika



Oleh:

ETI DESTI SASTIA

NIM. 08021181924017

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2023

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH PELARUT HCl 6M PADA VARIASI EKSTRAKSI DALAM
PEMBENTUKAN RONGGA Fe(III)-IIPs (ION IMPRINTED POLYMERS)
MENGUNAKAN METODE COOLING-HEATING

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Fisika

Oleh:

ETI DESTI SASTIA

NIM. 08021181924017

Indralaya, Mei 2023

Menyetujui,

Pembimbing I



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

NIP. 1971105151999032001

Pembimbing II



Dr. Jorena, M.Si.

NIP. 196405101991022001

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 : Eti Desti Sastia

NIM : 08021181924017

Judul TA : Pengaruh Pelarut HCl 6M Pada Variasi Ekstraksi Dalam Pembentukan Rongga Fe(III)-IIPs (*Ion Imprinted Polymers*) Menggunakan Metode *Cooling-Heating*.

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 bidang studi fisika Universitas Sriwijaya.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya tanpa ada paksaan dari pihak manapun. Apabila dikemudian 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, 5 Juni 2023

menyatakan,



Eti Desti Sastia

NIM. 08021181924017

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh,

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena berkat dan rahmatnya skripsi yang berjudul “Pengaruh pelarut HCl pada variasi ekstraksi dalam pembentukan rongga Fe(III)-IIPs (*Ion Imprinted Polymers*) menggunakan metode *cooling-heating*” dapat diselesaikan dengan lancar hingga akhir. Pembuatan skripsi ini dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains di Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya yang dilaksanakan di Laboratorium Sains Material, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya dan beberapa instansi terkait dalam proses karakterisasi sampel.

Dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah ikut membantu penulis dalam penyusunan dan pelaksanaan tugas akhir ini. Secara khusus penulis mengucapkan terimakasih kepada Ibu Dr. Idha Royani, S.Si., M.Si selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Dra. Jorena, M.Si selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan arahan dan masukan sehingga mampu membuat penulis lebih semangat dan giat dalam melaksanakan penelitian. Dalam proses penyelesaian laporan Skripsi, penulis mengucapkan terimakasih juga kepada pihak-pihak sebagai berikut:

1. Bapak Prof. Hermansyah. S.Si., M.Si., Ph.D selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Dr. Dedi Setiabudidaya, M.Sc selaku Dosen Pembimbing Akademik.
4. Dosen Penguji Tugas Akhir Bapak Akmal Johan, S.Si., M.Si dan Ibu Dr. Siti Sailah, S.Si., M.T.
5. Seluruh Dosen dan Staff Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya yang telah memberikan banyak pengetahuan selama proses perkuliahan penulis berlangsung.

6. Orangtua, kyai, kakak, encek dan adek. Terimakasih karena selalu menjadi support system terbaik penulis dan selalu mengingatkan penulis agar terus semangat dalam menjalani perkuliahan ini. Terkhusus, terimakasih kepada encek yang selalu sabar dan mendukung setiap proses adikmu. Terimakasih karena selalu mau mendengar setiap keluh kesah penulis, you're the best person brother.
7. Kak Ihsan Alfikro, kak Balada Soerya Niko Adi Alvredo Nababan dan Epri Yanto yang telah membantu penulis selama penelitian.
8. Teman-teman seperjuangan laboratorium Sains Material Al Mukminah, Annisa Dwi Maharani, Martinus Rendi Turu dan seluruh Squad Teori Material.
9. Semua pihak yang telah membantu penulis selama proses perkuliahan berlangsung hingga penyelesaian skripsi yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa ada banyak kekurangan yang masih terdapat dalam penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan bantuan berupa kritik dan saran yang mampu membantu penulis untuk kedepannya. Penulis berharap semoga proposal ini mampu memberikan manfaat sesuai yang diharapkan kepada pembaca untuk kedepannya.

Indralaya, Mei 2023
Penulis



Eti Desti Sastia
NIM. 08021181924017

**Pengaruh Pelarut HCl 6M Pada Variasi Ekstraksi dalam Pembentukan
Rongga Fe(III)-IIPs (*Ion Imprinted Polymers*) Menggunakan Metode
*Cooling-Heating***

Oleh :
ETI DESTI SASTIA
NIM. 08021181924017
ABSTRAK

Telah dilakukan sintesis terhadap Fe(III)-IIPs (*Ion Imprinted Polymers*) menggunakan metode *cooling-heating*, dengan proses pendinginan (*cooling*) selama 1 jam dan proses pemanasan (*heating*) dengan suhu konstan 75°C selama 7 jam. Pembentukan rongga Fe(III)-IIPs dipengaruhi oleh variasi waktu ekstraksi dan banyaknya perulangan yang dilakukan. Variasi ekstraksi pertama dilakukan selama 18 jam sebanyak 7 kali perulangan, sedangkan variasi ekstraksi kedua dilakukan selama 12 jam sebanyak 10 kali perulangan. Analisa Fe(III)-IIPs dilakukan melalui karakterisasi XRD, FTIR dan SEM. Selain melibatkan Fe(NO₃)₃ sebagai analit, proses polimerisasi dilakukan dengan melibatkan MAA sebagai monomer fungsional, EGDMA sebagai *cross-linker*, BPO sebagai inisiator, dan Kloroform sebagai pelarut. Dengan cara yang sama polimerisasi NIP dilakukan tanpa melibatkan analit. Polimer Fe(III) yang telah digerus dilakukan pencucian (*leaching*) berulang menggunakan pelarut kloroform, asam metanol/asam asetat (1:20), metanol (3 mL) dan metanol/aquadest (1:20). Kemudian diekstraksi menggunakan HCl 6M untuk mengangkat *template* dari badan polimer sehingga menyisakan rongga-rongga yang mampu mengenali ion targetnya. HCl sebagai pelarut porogen lebih efektif untuk menghilangkan ion logam Fe dalam proses ekstraksi dibanding larutan asam sejenis lainnya. Hasil menunjukkan bahwa semakin banyak perulangan yang dilakukan, maka semakin banyak rongga yang terbentuk. Pada pengujian karakterisasi XRD rerata ukuran kristal 0.9540 nm. Berdasarkan pengujian karakterisasi FTIR terdapat kenaikan persen transmisi sebesar 7% pada Fe(III)-IIPs variasi II akibat proses ekstraksi pada polimer Fe(III). Komposisi Fe hasil karakterisasi SEM-EDS pada Polimer Fe(III), Fe(III)-IIPs variasi I dan variasi II memiliki fraksi massa secara berturut-turut sebesar 1.28%, 0.37% dan 0%. Hal ini menunjukkan bahwa pada variasi II ekstraksi IIPs teradsorpsi secara merata dan ada banyak ion Fe³⁺ yang terangkat dari badan polimer.

Kata Kunci: Fe(III)-IIPs, HCl, Ekstraksi, XRD, FTIR, SEM

Indralaya, Mei 2023
Menyetujui

Pembimbing II




Dra. Jorena, M.Si
NIP. 196405101991022001

Pembimbing I



Dr. Idha Royani, S.Si., M.Si
NIP. 1971105151999032001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika



Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T.
NIP. 197009101994121001

**Effect of HCl 6M Solvent on Extraction Variations in the Formation of
Cavity Fe(III)-IIPs (*Ion-Imprinted Polymers*) Using the Method *Cooling-
Heating***

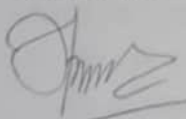
By :
ETI DESTI SASTIA
NIM. 08021181924017
ABSTRACT

Research has been carried out on Fe(III)-IIPs (Ion Imprinted Polymers) using the cooling-heating method, with a cooling process (cooling) for 1 hour and a heating process (heating) with a constant temperature of 75°C for 7 hours. The formation of Fe(III)-IIPs cavities was influenced by variations in extraction time (18 and 12 hours) and the number of repetitions performed (7 and 10 repetitions). Analysis of Fe(III)-IIPs was carried out through XRD, FTIR and SEM characterization. Apart from involving Fe(NO₃)₃ as the analyte, the polymerization process was carried out by involving MAA as a functional monomer, EGDMA as a cross-linker, BPO as an initiator, and chloroform as a solvent. In the same way NIP polymerization is carried out without involving analytes. The crushed Fe(III) polymer was leached repeatedly using chloroform for 16 hours, acetic acid/methanol (1:20), Methanol (3 mL) and Aquadest/Methanol (1:20). Then it was extracted using 6M HCl to lift the template from the polymer body leaving cavities that could recognize the target ion. The more iterations are done, the more voids are formed. In the XRD characterization test, the average crystal size was 0.9540 nm. Based on the FTIR characterization test, there is a 7% increase in the transmittance percentage in Fe(III)-IIPs variation II due to the extraction process on the Fe(III) polymer. Polymer morphology of Fe(III), Fe(III)-IIPs variations I and II variations on SEM-EDS imaging. The composition of Fe in Fe(III), Fe(III)-IIPs polymer variations I and II had a mass fraction of 1.28%, 0.37% and 0%, respectively. This shows that in variation II extraction the IIPs are adsorbed evenly and there are lots of Fe³⁺ ions lifted from the polymer body.

Keywords: Fe(III)-IIPs, HCl, Extraction, XRD, FTIR, SEM

Indralaya, Mei 2023
Menyetujui

Pembimbing II



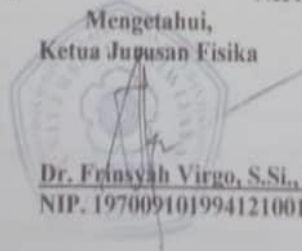
Dra. Jorena, M.Si
NIP. 196405101991022001

Pembimbing I



Dr. Idha Rovani, S.Si., M.Si
NIP. 1971105151999032001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika



Dr. Fransyah Virgo, S.Si., M.T.
NIP. 197009101994121001

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR SINGKATAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Besi atau Fe (III).....	5
2.2 Asam Klorida (HCl) sebagai Pelarut Porogen	6
2.3 Polimer.....	7
2.3.1 MIPs (Molecular Imprinted Polymers)	8
2.3.2 IIPs (<i>Ion Imprinted Polymers</i>).....	9
2.4 Karakterisasi Fe(III)-IIPs	12
2.4.1 <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i>	12
2.4.2 <i>Fourier Transform Infra Red (FTIR)</i>	14
2.4.3 <i>Scanning Electron Microscopy (SEM)</i>	16
2.5 Metode Polimerisasi	17
2.5.1 Metode <i>Cooling-heating</i>	17
2.5.2 Ekstraksi	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	19
3.2 Alat dan bahan Penelitian	19
3.2.1 Alat-alat penelitian	19
3.2.2 Bahan Penelitian	20
3.2.3 Alat Karakterisasi.....	21
3.3 Prosedur Penelitian	22
3.3.1 Sintesis Fe(NO ₃) ₃ menggunakan Pelarut Kloroform dengan Metode <i>Cooling-heating</i>	22

3.3.2 Proses <i>Leaching</i> dan Variasi Ekstraksi Polimer Fe(III)-IIPs (<i>Ion Imprinted Polymers</i>)	24
3.3.3 Karakterisasi Fe(III)-IIPs (<i>Ion Imprinted Polymers</i>)	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1 Analisis Sintesis Material IIPs Fe(III)	30
4.2 Analisis Ukuran Analit Fe(III)-IIPs Berdasarkan Karakterisasi XRD	33
4.3 Karakterisasi FTIR	34
4.4 Analisis Pembentukan Rongga Fe(III)-IIPs Berdasarkan Karakterisasi SEM	36
BAB V PENUTUP	39
5.1 Kesimpulan	39
5.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA.....	40
LAMPIRAN	47
Lampiran 1. Alat Penelitian dan Karakterisasi	48
Lampiran 2. Bahan Penelitian.....	50
Lampiran 3. Software Pengolah Data.....	51
Lampiran 4. Pembuatan Material Polimer Fe(III), NIP, Fe(III)-IIPs.....	52
Lampiran 5. Perhitungan Pengenceran Larutan Ekstraksi HCl 6M.....	53
Lampiran 6. Hasil Karakterisasi XRD, FTIR dan SEM.....	54
6.1. Hasil Karakterisasi XRD untuk Polimer Fe(III), Fe(III)-IIPs variasi 1 dan Fe(III)-IIPs variasi 2	54
6.2. Hasil Karakterisasi FTIR.....	56
6.3 Hasil Karakterisasi SEM	60
Lampiran 7. Kegiatan Penelitian.....	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Pencetakan <i>Molecular Imprinted Polymers</i> (MIPs).....	9
Gambar 2.2 Skema SEM dari (a)NIPs; (b)MIPs.....	9
Gambar 2.3 Ilustrasi Skema Persiapan IIPs.....	11
Gambar 2.4 Difraksi Sinar-X melalui kisi kristal.....	12
Gambar 2.5 FWHM (<i>Full Width High Maximum</i>).....	13
Gambar 2.6 Skema <i>Infra Red</i> (IR).....	15
Gambar 2.7 Spektrum FTIR dari (a)Fe(III)-IIPs; (b)Non-IIPs.....	15
Gambar 2.8 SEM dari IIPs yang disintesis.....	16
Gambar 3.1 Bagan Alir Proses Sintesis Polimer Fe(III) dan NIP.....	23
Gambar 3.2 Bagan Alir Proses Ekstraksi Polimer Fe(III)-IIPs Variasi Pertama..	25
Gambar 3.3 Bagan Alir Proses Ekstraksi Polimer Fe(III)-IIPs Variasi Kedua....	27
Gambar 4.1 (a) Polimer Padatan; (b) Serbuk Polimer; (c) Polimer Fe(III).....	31
Gambar 4.2 Hasil Ekstraksi (a) Fe(III)-IIPs Variasi 1; (b) Fe(III)-IIPs Variasi 232	
Gambar 4.3 Hasil uji XRD dari (a)Polimer Fe(III); (b)Fe(III)-IIPs Variasi 1; (c)Fe(III)-IIPs Variasi 2.....	33
Gambar 4.4 Spektrum FTIR dari (a) Polimer Fe(III); (b) Fe(III)-IIPs Variasi I; (c) Fe(III)-IIPs Variasi II; dan (d) NIP.....	35

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian yang Dilakukan.....	19
Tabel 3.2 Alat-alat Penelitian.....	20
Tabel 3.3 Bahan-Bahan Penelitian.....	21
Tabel 3.4 Alat-alat Karakterisasi.....	22
Tabel 4.1 Hasil Analisis Ukuran Kristal Tiap Sampel.....	34
Tabel 4.2 Persen Transmittansi dan gugus fungsi dari kelompok fungsional NIP, Polimer Fe(III) dan Fe(III)-IIPs	36
Tabel 4.3 Hasil Analisis SEM-EDS.....	37

DAFTAR SINGKATAN

M_1 = Konsentrasi larutan pekat (M)

M_2 = Konsentrasi larutan encer (M)

V_1 = Volume larutan pekat (L)

V_2 = Volume larutan encer (L)

n = Jumlah orde pada difraksi

λ = Panjang gelombang sinar X (\AA)

d = Jarak antar bidang (\AA)

$\sin \theta$ = Sudut difraksi dalam bentuk derajat

D = Ukuran butir kristal

B_0 = Lebar puncak pada setengah maksimum FWHM

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara berkembang yang kini semakin maju dengan beragam kegiatannya baik secara industri maupun keseharian. Dalam hal ini, ada banyak aktivitas yang melibatkan air dalam pekerjaannya (Sunarsih dkk., 2018). Aktivitas yang biasanya menggunakan air dalam kehidupan sehari-hari adalah seperti mencuci, memasak, mandi hingga kegiatan lainnya (Silviana dkk., 2020). Selain itu, air adalah salah satu media utama untuk meningkatkan derajat kesehatan masyarakat, karena air termasuk media dari berbagai macam penularan penyakit terjadi (Febrina & Ayuna, 2014). Mengingat kebutuhan akan air yang begitu penting, sehingga untuk mengelola kualitas air limbah memang menjadi masalah yang krusial (Saravanan dkk., 2022). Air tersebut dikatakan bersih apabila memenuhi syarat kesehatan yang tercantum pada Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 492/MENKES/PER/VI/2010. Kotoran yang terdapat dalam air biasanya berupa benda kasar dan kecil yang terapung, pasir dan lumpur kasar, lumpur halus yang berbentuk koloid, organisme, mikroorganisme patogen, zat kimia dan lainnya (Sunarsih dkk., 2018). Logam berat (Fe) termasuk polutan yang sudah menyebar secara luas terutama di lingkungan perairan dan bersifat beracun bagi manusia dan hewan bahkan pada tingkat yang sangat kecil (Yasinzai dkk., 2018).

Zat besi atau Fe (III) merupakan salah satu unsur yang memiliki peranan penting dalam sistem organisme hidup. Tubuh manusia tidak mampu mengekresikan zat besi (Fe) sehingga pada saat melakukan transfusi darah maka warna kulit manusia menghitam akibat proses akumulasi zat besi (Fe) (Silviana dkk., 2020). Menurut penjelasan yang termuat dalam Organisasi Kesehatan Dunia WHO (*World Health Organization*), batas konsentrasi konsumsi zat besi (Fe) adalah 0,3 mg/L (Djunaidi dkk., 2018). Fe yang secara terus menerus dikonsumsi akan memberikan dampak yang cukup berbahaya bagi penggunaannya. Dampak ini dapat mengganggu sistem pernapasan, gagal hati, kerusakan organ jangka panjang hingga berdampak pada kematian. Manusia dikatakan mengalami keracunan Fe

apabila jumlah konsumsi Fe mencapai dosis diatas 20 mg/hari untuk jumlah konsumsi anak-anak dibawah 14 tahun dan 45 mg/hari untuk jumlah konsumsi orang dewasa, dosis ini merupakan dosis fatal jika dikonsumsi (Ara dkk., 2018). Selain itu, penyumbatan pada pipa akibat adanya pengendapan besi akan menyebabkan permasalahan pada sistem distribusi air pada pengelolaan pabrik (Khatri dkk., 2017).

Berdasarkan uraian di atas, dibutuhkan adanya metode yang cepat, tepat dan efisien dalam proses pemisahan Fe (Devita, 2012). Untuk ekstraksi Fe (III) diantara berbagai metode yang termuat dalam literatur, pendekatan awal yang dilakukan dalam hal ini adalah dengan menggunakan metode ekstraksi pelarut (Ara dkk., 2018). *Molecular Imprinted Polymers* (MIPs) merupakan suatu metode ekstraksi (pemisahan) yang tengah dikembangkan karena keunggulannya, yaitu praktis dengan biaya yang terjangkau (Agus Rahmad H, 2017). Secara tradisonal, proses yang terjadi saat molekul dicetak diklasifikasikan berdasarkan sifat interaksi antara monomer dan *template* selama polimerisasi. Proses ekstraksi dengan tingkat molaritas yang berbeda pada MIPs mempengaruhi tingkat selektivitas material. Jika ditinjau berdasarkan strukturnya, *template* dapat menyebabkan perubahan morfologi polimer melalui proses sintesis polimerisasi yang dilakukan. Selain itu, faktor pencetakan yang dilakukan harus mempertimbangkan hasil selektivitas dari senyawa yang digunakan (Vasapollo dkk., 2011).

Akhir-akhir ini polimer tercetak ionik telah menarik perhatian peneliti di bidang ini karena selektivitasnya yang tinggi untuk meningkatkan efisiensi pemisahan ionik. Pada tahun 1976, Nishide dan Tsuchida untuk pertama kalinya memperkenalkan konsep *Ion Imprinted Polymers* (IIPs), yang berbeda dengan *Molecular Imprinted Polymers* (MIPs) (Aauto dkk., 2020; Boudias dkk., 2022; Hou dkk., 2021; Ma dkk., 2021). Dengan cara yang mirip dengan MIPs, *Ion Imprinted Polymers* (IIPs) juga dikembangkan untuk pemisahan polimer (Ali dkk., 2022). Perbedaan antara IIPs dan MIPs terletak pada jenis zat pengenalan yang dapat berupa ion atau molekul. IIPs dikembangkan menggunakan *template*, monomer fungsional, pengikat silang, porogen dan juga inisiator. Rasio dan

pemilihan komponen ini sangat penting untuk selektivitas dan kapasitas pengikatan yang lebih baik dan mempengaruhi sifat fisik dan kimia akhir dari IIPs (Kusumkar dkk., 2021). *Ion Imprinted Polymers* (IIPs) termasuk salah satu jenis polimer bermolekul tinggi yang memiliki pengenalan spesifik terhadap ion target (Kusumkar dkk., 2021; F. Zhu dkk., 2021). IIPs memiliki struktur spasial yang spesifik dan mampu secara selektif mengadsorpsi dan memisahkan ion logam berat melalui prosedur yang didasarkan pada pembentukan awal kompleks antara ion *template* dan molekul (Sala dkk., 2022; Wei dkk., 2020).

Ada beragam metode yang dapat digunakan dalam pemisahan ion logam, diantaranya ekstraksi cair-cair dan ekstraksi padat-cair (Branger dkk., 2013). Ekstraksi adalah proses pemisahan campuran yang terdiri atas beberapa bahan kimia menjadi komponen-komponen yang terpisah dengan cara memisahkan polimer dari ion logamnya. Pembentukan polimer dimulai melalui proses sintesis dengan metode *cooling-heating*. Metode *cooling-heating* adalah metode yang digunakan untuk proses polimerisasi melalui proses pendinginan yang kemudian dilanjutkan pada proses pemanasan. Efisiensi waktu yang dihasilkan dari metode ini lebih singkat dibandingkan dengan metode aliran nitrogen pada larutan pra-polimer. Polimer yang tercetak akan digunakan untuk ekstraksi selektif ion logam (Fe) (Hande dkk., 2015; Nurhamidah dkk., 2017; Royani dkk., 2020). Proses ekstraksi penting dilakukan karena untuk menentukan jumlah $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ yang berhasil terekstrak untuk mengetahui jumlah rongga yang terbentuk pada Fe(III)-IIPs (*Ion Imprinted Polymers*) menggunakan karakterisasi XRD, FTIR dan SEM (Darmawan dkk., 2020). Untuk itu, perlu adanya penelitian terkait pengaruh pada variasi ekstraksi Fe(III)-IIPs (*Ion Imprinted Polymers*) untuk mengetahui pengaruh yang terjadi dalam pembentukan rongga yang tercipta. Berdasarkan penelitian yang telah berhasil dilakukan oleh Noviyanti (2021) diketahui bahwa penggunaan pelarut HCl dalam proses ekstraksi mampu melarutkan Polimer Fe(III) dengan baik sehingga dapat menghilangkan ion Fe^{3+} dibanding pelarut asam lainnya seperti HNO_3 . Selain itu, dalam penelitian Noviyanti (2021) dijelaskan juga bahwa konsentrasi pelarut menentukan diameter rongga IIPs dan tingkat kelarutan ion logam. Konsentrasi terbaik dari hasil penelitian yang telah

dilakukan adalah konsentrasi pelarut 6M. Hal inilah yang mendasari penggunaan konsentrasi dalam penelitian yang dilakukan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh variasi ekstraksi yang dilakukan menggunakan pelarut HCl 6M pada pembentukan rongga Fe(III)-IIPs (*Ion Imprinted Polymers*)?
2. Bagaimana pengaruh konsentrasi pelarut HCl 6M sebagai pelarut porogen pada proses ekstraksi Fe(III)-IIPs terhadap rongga yang terbentuk?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis pengaruh variasi ekstraksi pada pembentukan rongga Fe(III)-IIPs (*Ion Imprinted Polymers*) menggunakan pelarut asam HCl 6M.
2. Menganalisis pengaruh konsentrasi pelarut HCl 6M sebagai pelarut porogen pada proses ekstraksi Fe(III)-IIPs terhadap rongga yang terbentuk.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian yang dilakukan terfokus pada pengaruh konsentrasi pelarut HCl 6M sebagai pelarut porogen dalam proses ekstraksi Fe(III)-IIPs dan pengaruh variasi ekstraksi pada pembentukan rongga Fe(III)-IIPs. Dimana pada penelitian ini, metode yang digunakan adalah metode *cooling-heating* dengan tetap mengacu pada literatur yang sudah berhasil diterapkan pada penelitian sebelumnya.

1.5 Manfaat Penelitian

Dari penelitian yang dilakukan, diharapkan dapat memberikan pengetahuan dan informasi kepada pembaca terkait:

1. Material IIPs Fe(III) yang mampu mengadsorbsi ion logam Fe(III).
2. Pengaruh yang terjadi pada pembentukan rongga Fe(III)-IIPs (*Ion Imprinted Polymers*) melalui variasi ekstraksi yang sudah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Balouch, A., Talpur, F. N., Kumar, A., Shah, M. T., Mahar, A. M., & Amina. (2019). Synthesis of ultrasonic-assisted lead ion imprinted polymer as a selective sorbent for the removal of Pb²⁺ in a real water sample. *Microchemical Journal*, 146(October 2018), 1160–1168. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2019.02.037>
- Abu Samah, N., Mat Rosli, N. A., Abdul Manap, A. H., Abdul Aziz, Y. F., & Mohd Yusoff, M. (2020). Synthesis & characterization of ion imprinted polymer for arsenic removal from water: A value addition to the groundwater resources. *Chemical Engineering Journal*, 394(December 2019). <https://doi.org/10.1016/j.cej.2020.124900>
- Adauto, A., Khan, S., Augusto da Silva, M., Gomes Neto, J. A., Picasso, G., & Sotomayor, M. del P. T. (2020). Synthesis, characterization and application of a novel ion hybrid imprinted polymer to adsorb Cd(II) in different samples. *Environmental Research*, 187(May), 109669. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109669>
- Agus Rahmad H, S. (2017). Aplikasi Mip (Molecularly Imprinted Polymer) Dengan Metanol Sebagai Ekstraktan Template Dalam Sintesisnya Untuk Penentuan Kadar Methanol As the Template Extractan Synthesis To Determination of Caffeine Content. *Jurnal Kimia Dasar*, 6(2), 45–52.
- Ali, I. M., Zakaria, E. S., Khalil, M., El-Tantawy, A., & El-Saied, F. A. (2022). Synthesis of ion-imprinted polymers based on chitosan for high selectivity of La(III), Ce(III) and Sm(III) via solid phase extraction. *Journal of Molecular Liquids*, 356, 119058. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2022.119058>
- Aprilia, S. (2020). Pengaruh Milling Terhadap Karakteristik Molecularly Imprinted Polymer Karbaril (C₁₂H₁₁No₂). *Journal Online of Physics*, 5(2), 1–5. <https://doi.org/10.22437/jop.v5i2.9430>
- Aprilia, S., Koryanti, E., & Royani, I. (2020). Optimasi Ukuran dan Jumlah Pori yang Terbentuk Pada Molacularly Imprinted Polymer (MIP) Nano Karbaril (C₁₂H₁₁NO₂). *Positron*, 10(2), 14. <https://doi.org/10.26418/positron.v10i2.40104>
- Apriyanti, H., Candra, I. N., & Elvinawati, E. (2018). KARAKTERISASI ISOTERM ADSORPSI DARI ION LOGAM BESI (Fe) PADA TANAH DI KOTA BENGKULU. *Alotrop*, 2(1), 14–19. <https://doi.org/10.33369/atp.v2i1.4588>
- Ara, B., Muhammad, M., Salman, M., Ahmad, R., Islam, N., & Zia, T. ul H. (2018). Preparation of microspheric Fe(III)-ion imprinted polymer for selective solid phase extraction. *Applied Water Science*, 8(1). <https://doi.org/10.1007/s13201-018-0680-3>
- Banan, K., Ghorbani-Bidkorbeh, F., Afsharara, H., Hatamabadi, D., Landi, B., Keçili, R., & Sellergren, B. (2022). Nano-sized magnetic core-shell and bulk molecularly imprinted polymers for selective extraction of amiodarone from human plasma. *Analytica Chimica Acta*, 1198. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2022.339548>

- Bayu, A., Nandiyantöy, D., Oktiani, R., & Ragadhita, R. (2019). *Jurnal Sains & Teknologi Indonesia Cara Membaca dan Menafsirkan Spektroskop Organik FTIR*. 4(April), 97–118.
- Boudias, M., Korchi, S., Gourgiotis, A., Combès, A., Cazala, C., Pichon, V., & Delaunay, N. (2022). Screening of synthesis conditions for the development of a radium ion-imprinted polymer using the dummy template imprinting approach. *Chemical Engineering Journal*, 450(July). <https://doi.org/10.1016/j.cej.2022.138395>
- Branger, C., Meouche, W., & Margaillan, A. (2013). Reactive & Functional Polymers Recent advances on ion-imprinted polymers. *REACTIVE AND FUNCTIONAL POLYMERS*. <https://doi.org/10.1016/j.reactfunctpolym.2013.03.021>
- Budi, E. (2011). Kaidah difraksi sinar x dalam analisis struktur kristal KBr. *Spektra: Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, XI(1), 35–40.
- Budi Gunawan, C. D. A. (2010). Karakterisasi Spektrofotometri IR dan Scanning Electron Microscopy (SEM) Sensor Gas Dari Bahan Polimer Poly Ethelyn Glycol (PEG). *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 29, 1–17. www.iosrjournals.org
- Cejner, M., & Dobrowolski, R. (2016). Ion-imprinted polymers: synthesis, characterization and applications. *Annales Universitatis Mariae Curie-Sklodowska, sectio AA – Chemia*, 70(2), 67.
- Chrisnandari, R. D. (2018). Sintesis dan Karakterisasi Molecularly Imprinted Polymer Untuk Kloramfenikol Menggunakan Polimerisasi Fasa Ruah. *Journal of Pharmacy and Science*, 3(1), 40–46. <https://doi.org/10.53342/pharmasci.v3i1.74>
- Cormack, P. A. G., & Elorza, A. Z. (2004). Molecularly imprinted polymers: Synthesis and characterisation. *Journal of Chromatography B: Analytical Technologies in the Biomedical and Life Sciences*, 804(1), 173–182. <https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2004.02.013>
- Darmawan, W., Nurani, D. A., Rahayu, D. U. C., & Abdullah, I. (2020). *Synthesis of ion imprinted polymer for separation and preconcentration of iron (III)* *Synthesis of Ion Imprinted Polymer for Separation and Preconcentration of Iron (III)*. 040025(June), 1–9.
- Didik, L. A. (2020). PENENTUAN UKURAN BUTIR KRISTAL CuCr0,98Ni0,02O2 DENGAN MENGGUNAKAN X-RAY DIFRACTION (XRD) DAN SCANNING ELECTRON MICROSCOPE (SEM). *Indonesian Physical Review*, 3(1), 6–14. <https://doi.org/10.29303/ipr.v3i1.37>
- Djunaidi, M. C., Haris, A., Pardoyo, P., & K, R. (2018). Pengaruh Jumlah Mol Kroslinker Pada Selektifitas IIP Berbasis Polieugenol Terhadap Fe(III). *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, 14(2), 290. <https://doi.org/10.20961/alchemy.14.2.12426.291-302>
- Febrina, L., & Ayuna, A. (2014). Studi Penurunan Kadar Besi (Fe) Dan Mangan (Mn) Dalam Air Tanah Menggunakan Saringan Keramik. *Jurnal Teknologi*, 7(1), 36–44.

<https://jurnal.umj.ac.id/index.php/jurtek/article/download/369/341>

- García-Atienza, P., Esteve-Turrillas, F. A., Armenta, S., & Herrero-Martínez, J. M. (2022). Ethylphenidate determination in oral fluids by molecularly imprinted polymer extraction and ion mobility spectrometry. *Microchemical Journal*, 178(March), 107423. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2022.107423>
- Hande, P. E., Samui, A. B., & Kulkarni, P. S. (2015). *Highly selective monitoring of metals by using ion-imprinted polymers*. <https://doi.org/10.1007/s11356-014-3937-x>
- Harimu, L., Matsjeh, S., Siswanta, D., Sri, D., & Santosa, J. (2009). 261 * Corresponding author. Tel/Fax: +62-8586805185 SYNTHESIS OF POLYEUGENYL OXYACETIC ACID AS A CARRIER TO SEPARATE HEAVY METAL ION Fe (III), Cr(III), Cu(II), Ni(II), Co(II), AND Pb(II) THAT USING SOLVENT EXTRACTION METHOD. In *Indo. J. Chem* (Vol. 9, Nomor 2).
- Hartowiryono, H. R. (2018). Pengaruh Asam Klorida Terhadap Kekuatan Tulang Ayam. *Indonesian Journal of Natural Science Education (IJNSE)*, 1(1), 1–6. <https://doi.org/10.31002/nse.v1i1.69>
- Hou, L., Yang, C., Rao, X., Hu, L., Bao, Y., Gao, Y., & Zhu, X. (2021). Fabrication of recoverable magnetic surface ion-imprinted polymer based on graphene oxide for fast and selective removal of lead ions from aqueous solution. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 625(May), 126949. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2021.126949>
- Hu, J., Sedki, M., Shen, Y., Mulchandani, A., & Gao, G. (2021). Chemiresistor sensor based on ion-imprinted polymer (IIP)-functionalized rGO for Cd(II) ions in water. *Sensors and Actuators, B: Chemical*, 346(April), 130474. <https://doi.org/10.1016/j.snb.2021.130474>
- Juliana, E. L. (2013). *Studi Pembuatan Ion Imprinted Polymer untuk Penyerapan Fosfat secara Selektif menggunakan Kitosan Termodifikasi*.
- Kartika, H. D., Jorena, J., 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. <https://doi.org/10.56064/jps.v24i1.680>
- Kevin, K., Aria, V. L., Handogo, R., & Sutikno, J. P. (2021). Pra Desain Pabrik Asam Klorida dari Elektrolisis Garam Industri. *Jurnal Teknik ITS*, 10(2), 139–144. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v10i2.68949>
- Khatri, N., Tyagi, S., & Rawtani, D. (2017). Recent strategies for the removal of iron from water: A review. *Journal of Water Process Engineering*, 19(13), 291–304. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2017.08.015>
- Kusumkar, V. V., Galamboš, M., Viglašová, E., Daňo, M., & Šmelková, J. (2021). Ion-imprinted polymers: Synthesis, characterization, and adsorption of radionuclides. *Materials*, 14(5), 1–29. <https://doi.org/10.3390/ma14051083>
- Lopes, Y. F. da, & Boboy, W. (2020). Pengenceran Larutan. *Modul-06*, 27–31.

- Ma, W., Du, X., Liu, M., Gao, F., Ma, X., Li, Y., Guan, G., & Hao, X. (2021). A conductive chlorine ion-imprinted polymer threaded in metal-organic frameworks for electrochemically selective separation of chloride ions. *Chemical Engineering Journal*, 412(January), 128576. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2021.128576>
- Maimuna, Monado, F., & Royani, I. (2020). *Jurnal Fisika imprinted polymer (MIP) nano kafein*. 10(1), 1–7.
- Mariana, 2018. (2018). Validasi Metode Penetapan Kuantitatif Metanol dalam Urin Menggunakan Gas Chromatography-Flame Ionization Detector. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 7(3), 277–284. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ijcs/article/view/25608>
- Masruroh, Manggara, A. B., Lapailaka, T., & Triandi, R. (2013). Penentuan Ukuran Kristal (Crystallite Size) Lapisan Tipis Pzt Dengan Metode Xrd Melalui Pendekatan Persamaan Debye Scherrer. *Erudio Journal of Educational Innovation*, 1(2), 24–29. <https://doi.org/10.18551/erudio.1-2.4>
- Mishra, S., & Tripathi, A. (2020). Selective solid phase extraction and pre-concentration of Cu(II) ions from aqueous solution using Cu(II)-ion imprinted polymeric beads. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 8(2), 103656. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2020.103656>
- Mohsen, H. N., & Al-Bayati, Y. K. (2021). Synthesis and adsorption characteristics of ionic imprinted polymers IIPs for removal and preconcentration of Nickel from aqueous solution. *Egyptian Journal of Chemistry*, 64(12), 6901–6910. <https://doi.org/10.21608/EJCHEM.2021.79231.3892>
- Mulyasari, M., Budi, S., Kusuma, W., & Sulistyarningsih, T. (2017). Ekstraksi Klorofilid dari Daun Suji dan Aplikasinya sebagai Fotosensitizer dalam Fotoreduksi Fe (III). *Indonesian Journal of Chemical Science*, 6(2), 1460–150.
- Nchoe, O. B., Klink, M. J., Mtunzi, F. M., & Pakade, V. E. (2020). Synthesis, characterization, and application of β -cyclodextrin-based ion-imprinted polymer for selective sequestration of Cr(VI) ions from aqueous media: Kinetics and isotherm studies. *Journal of Molecular Liquids*, 298, 111991. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2019.111991>
- Nurhamidah, N., Marinda, P., & Koryanti, E. (2017). *Pembuatan Molecularly Imprinted Polymer (Mip) Melamin Menggunakan Metode Cooling-Heating*. VI, SNF2017-MPS-45-SNF2017-MPS-50. <https://doi.org/10.21009/03.snf2017.02.mps.08>
- Rahmayani, J., & Royani, I. (2021). *Analisis Proses Ekstraksi pada Nano Kafein Terhadap Konsentrasi Kafein Terbuang pada Molecularly Imprinted Polymer (MIP) dan Rongga Tercipta*. 11(1), 51–58.
- 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*. 37(4), 539–546.

- René, W., Lenoble, V., Laatikainen, K., Viguié, B., & Branger, C. (2022). Influence of the synthesis parameters on the efficiency of fluorescent ion-imprinted polymers for lead detection. *Reactive and Functional Polymers*, 170(May 2021). <https://doi.org/10.1016/j.reactfunctpolym.2021.105134>
- Roushani, M., Beygi, T. M., & Saedi, Z. (2016). Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy Synthesis and application of ion-imprinted polymer for extraction and pre-concentration of iron ions in environmental water and food samples. *SAA*, 153, 637–644. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2015.09.029>
- Royani, I., Rahmayani, J., & Koriyanti, E. (2020). *Temperature in the Extraction Process: The Number of Cavities Created in Polymer Based on Molecularly Imprinted Polymer (MIP) Caffeine*. 860, 297–302. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.860.297>
- Sabbaghi, N., & Monajjemi, M. (2021). Synthesis of Ion-Imprinted Polymer for Solid-Phase Extraction (IIP-SPE) of Lead from Tap Water Samples before ICP/OES Analysis: Compared to Monte Carlo simulation. *Biointerface Research in Applied Chemistry*, 12(1), 668–681. <https://doi.org/10.33263/briac121.668681>
- Sala, A., Brisset, H., Margaillan, A., Mullot, J. U., & Branger, C. (2022). Electrochemical sensors modified with ion-imprinted polymers for metal ion detection. *TrAC - Trends in Analytical Chemistry*, 148. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2022.116536>
- Saravanan, A., Thamarai, P., Kumar, P. S., & Rangasamy, G. (2022). Recent advances in polymer composite, extraction, and their application for wastewater treatment: A review. *Chemosphere*, 308(P2), 136368. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.136368>
- Setyaningsih, N. E., Muttaqin, R., & Mar, I. (2017). Optimalisasi Waktu Coating pada Bahan Komposit Alam untuk Karakterisasi Morfologi dengan Scanning Electron Microscopy (SEM) – Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy (EDX). *Optimalisasi Waktu Coating pada Bahan Komposit Alam untuk Karakterisasi Morfologi dengan Scanning Electron Microscopy (SEM) – Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy (EDX)*, 1(2), 36–40.
- Silviana, E., Fajarwati, I., Dewi Safrida, Y., & Analisis Farmasi Dan Makanan Banda Aceh, A. (2020). Analisis Logam Besi (Fe) Dalam Air PDAM Di Kabupaten Pidie Jaya Menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom. *Serambi Engineering*, V(3).
- Stiadi, Y., Arief, S., Aziz, H., Efdi, M., & Emriadi, E. (2019). INHIBISI KOROSI BAJA RINGAN MENGGUNAKAN BAHAN ALAMI DALAM MEDIUM ASAM KHLORIDA: Review. *Jurnal Riset Kimia*, 10(1), 51–65. <https://doi.org/10.25077/jrk.v12i2.321>
- Sunarsih, E., Faisya, A. F., Windusari, Y., Trisnaini, I., Arista, D., Septiawati, D., Ardila, Y., Purba, I. G., & Garmini, R. (2018). Analisis Paparan Kadmium, Besi, Dan Mangan Pada Air Terhadap Gangguan Kulit Pada Masyarakat Desa Ibul Besar Kecamatan Indralaya Selatan Kabupaten Ogan Ilir. *JURNAL*

- Vasapollo, G., Sole, R. Del, Mergola, L., Lazzoi, M. R., Scardino, A., Scorrano, S., & Mele, G. (2011). Molecularly imprinted polymers: Present and future prospective. *International Journal of Molecular Sciences*, 12(9), 5908–5945. <https://doi.org/10.3390/ijms12095908>
- Wang, H., Shang, H., Sun, X., Hou, L., Wen, M., & Qiao, Y. (2020). Preparation of thermo-sensitive surface ion-imprinted polymers based on multi-walled carbon nanotube composites for selective adsorption of lead(II) ion. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 585(August 2019), 124139. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2019.124139>
- Wei, P., Li, Z., Zhao, X., Song, R., & Zhu, Z. (2020). Fe₃O₄/SiO₂/CS surface ion-imprinted polymer modified glassy carbon electrode for highly sensitivity and selectivity detection of toxic metal ions. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 113, 107–113. <https://doi.org/10.1016/j.jtice.2020.08.035>
- Widjonarko, N. (2016). Introduction to Advanced X-ray Diffraction Techniques for Polymeric Thin Films. *Coatings*, 6(4), 54. <https://doi.org/10.3390/coatings6040054>
- Yan, H., & Kyung, H. R. (2006). Characteristic and synthetic approach of molecularly imprinted polymer. *International Journal of Molecular Sciences*, 7(5–6), 155–178. <https://doi.org/10.3390/i7050155>
- Yasinzai, M., Mustafa, G., Asghar, N., Ullah, I., Zahid, M., Lieberzeit, P. A., Han, D., & Latif, U. (2018). Ion-imprinted polymer-based receptors for sensitive and selective detection of mercury ions in aqueous environment. *Journal of Sensors*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/8972549>
- Zhang, X., Yang, J., Liu, Z., Huang, Y., & Akber Aisa, H. (2022). Preparation of arctiin molecularly imprinted polymers with 4-vinylpyridine and Allyl- β -cyclodextrin as binary monomers under molecular crowding conditions. *Journal of Chromatography B: Analytical Technologies in the Biomedical and Life Sciences*, 1193(November 2021), 123172. <https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2022.123172>
- Zhou, Z., Kong, D., Zhu, H., Wang, N., Wang, Z., Wang, Q., Liu, W., Li, Q., Zhang, W., & Ren, Z. (2018). Preparation and adsorption characteristics of an ion-imprinted polymer for fast removal of Ni(II) ions from aqueous solution. *Journal of Hazardous Materials*, 341, 355–364. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2017.06.010>
- Zhou, Z., Liu, X., Zhang, M., Jiao, J., Zhang, H., Du, J., Zhang, B., & Ren, Z. (2020). Preparation of highly efficient ion-imprinted polymers with Fe₃O₄ nanoparticles as carrier for removal of Cr(VI) from aqueous solution. *Science of the Total Environment*, 699, 134334. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134334>
- Zhu, F., Li, L., Li, N., Liu, W., Liu, X., & He, S. (2021). Selective solid phase extraction and preconcentration of Cd(II) in the solution using microwave-

assisted inverse emulsion-suspension Cd(II) ion imprinted polymer.
Microchemical Journal, 164(September 2020).
<https://doi.org/10.1016/j.microc.2021.106060>

Zhu, G. jin, Tang, H. yan, Zhang, H. ling, Pei, L. li, Zhou, P., Shi, Y. lang, Cai, Z. hua, Xu, H. bin, & Zhang, Y. (2019). A novel ion-imprinted polymer for selective removal of trace Fe(III) from Cr(III)-containing solutions. *Hydrometallurgy*, 186(July 2018), 105–114.
<https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2019.04.002>