

**MODIFIKASI SINTESIS *ION IMPRINTED POLYMERS* (IIPs) DAN SISTEM
INSTRUMENTASI POTENSIOMETRI: MATERIAL CERDAS SELEKTIF
ADSORBSI ION METAL Fe (III)**

SKRIPSI

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



Disusun oleh:

JAYA EDIANTA

NIM. 08021281722063

**INDRALAYA
JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2021

LEMBAR PENGESAHAN

**MODIFIKASI SINTESIS *ION IMPRINTED POLYMERS* (IPs) DAN SISTEM
INSTRUMENTASI POTENSIOMETRI: MATERIAL CERDAS SELEKTIF
ADSORBSI ION METAL Fe (III)**

SKRIPSI

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

Oleh:

**JAYA EDIANTA
NIM. 08021281722063**

Indralaya, 27 Juli 2021

Menyetujui:

Pembimbing I



(Dr. Idha Royani, S.Si., M.Si.)
NIP. 197105151999032001

Pembimbing II

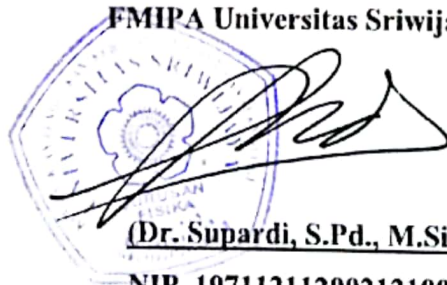


(Drs. Octavianus Cakra Satya., M.T)
NIP. 196510011991021001

Mengetahui:

Sekretaris Jurusan Fisika

FMIPA Universitas Sriwijaya



(Dr. Supardi, S.Pd., M.Si.)
NIP. 197112112002121002

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Jaya Edianta
NIM : 08021281722063
Judul TA : Modifikasi Sintesis Ion Imprinted Polymers (IIPs) dan Sistem Instrumentasi Potensiometri: Mateerial Cerdas Selektif Adsorbsi Ion Metal Fe (III)

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 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, 26 Agustus 2021

Yang menyatakan,



Jaya Edianta

NIM.08021281722063

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh,

Alhamdulillah, puji dan syukur kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, Skripsi berjudul “*Modifikasi Sintesis Ion Imprinted Polymers (IIPs) dan Sistem Instrumentasi Potensiometri: Material Cerdas Selektif dan Adsorpsi Ion Metal Fe (III)*” ini dapat diselesaikan dengan baik dan lancar. Adapun Skripsi ini dibuat untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana sains di Jurusan Fisika, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), Universitas Sriwijaya (UNSRI). Pelaksanaan tugas akhir ini telah dilaksanakan di Laboratorium Material Sains, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari, bahwa masih banyak terdapat kekurangan dan keterbatasan dalam penulisan hasil tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan masukan berupa saran maupun kritikan yang bersifat membangun. Penulis sangat berharap Skripsi ini dapat dapat bermanfaat bagi masyarakat dan perkembangan ilmu pengetahuan ataupun penelitian indonesia.

Secara khusus, dalam kesempatan ini, izinkan penulis mengantarkan ucapan terimakasih yang tak terhingga, untuk Ibu Dr. Idha Royani, S.Si., M.Si. dan Bapak Drs. Octavianus Cakra Satya, S.Si., M.T selaku Dosen Pembimbing, terimakasih telah mengantarkan penulis untuk mengantungi gelar Sarjana Sains ini. Semoga rahmat dan anugerah terbaik selalu tercurahkan kepada Beliau, *Aaamiin*.

Penulis juga ingin mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada:

1. Kemendikbudristek yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk kuliah dengan bantuan biaya pendidikan melalui program Beasiswa Bidikmisi dari awal sampai akhir perkuliahan
2. Bapak Prof. Dr. H. Anis Saggaf, MSCE selaku rektor Universitas Sriwijaya
3. Bapak Hermansyah, Ph.D. selaku dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Univesitas Sriwijaya
4. Bapak Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T. selaku ketua Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Univesitas Sriwijaya
5. Bapak Khairul Saleh, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing akademik, yang telah membantu dan mendukung saya selama perkuliahan

6. Bapak Dr. Ramlan, Akmal Johan, S.Si., M.Si. dan Dr. Fiber Monado, S.Si., M.Si. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan saran dan masukan membangun selama penyelesaian Tugas Akhir atau penelitian ini
7. Bapak Ibu dosen Jurusan Fisika yang telah memberikan ilmu pengetahuan, pembelajaran moral dan pengalaman yang sangat berharga.
8. Jajaran *staff* Jurusan Fisika FMIPA UNSRI yang telah membantu dalam proses administrasi
9. Teman sepenelitian, Novianty, Ka Maimuna dan Ka Hesti
10. Sahabat alumni SMA, Ririen Ambarita, Roslita Damanik dan Laura Sitingjak. Terimakasih tetap menjadi sahabat yang salalu mendukung penulis.
11. Sahabat terbaik sepanjang masa, Almarhum Suci Asmarani, Beliau adalah wanita yang baik, kuat dan ceria, namun ALLAH lebih menyayanginya.
12. Sahabat dan teman seperjuangan perkuliahan, Endah Puspita, Muhammad Rizki Bahtiar, Nanang Fauzi, Rahmad Zidani, Taufiq Bintoro, teman se-KBI Material, angkatan 17 SEPHIA, Bedah Boas, Asisten Lab Sains Material, Asisten Lab Eksperimen Fisika dan yang lainnya yang tidak bisa Penulis sebutkan satu persatu. Semoga kita semua diberikan kesehatan, kebaikan, semangat dalam menggapai cita-cita dan tujuan hidup untuk kedepannya. Ketika kita semua diperjumpakan kembali nantinya, besar harapan saya, kita semua bisa saling menceritakan kesuksesan masing-masing versi terbaik dari kita pribadi sendiri.

Jazakumullah Khairan Katsiran Wa Jazaakumullah Ahsanal jaza

Terimakasih untuk pihak-pihak terkait, harapan terbaik dari Penulis akan selalu tercurahkan dalam untaian doa. Akhir kata, penulis berserah diri kepada Allah SWT dan berharap apa yang telah dilakukan ini bermanfaat dan mendapat ridho-Nya.

Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatauh

Indralaya, 26 Juli 2021

Penulis



Jaya Edianta

NIM.08021281722063

**MODIFIKASI SINTESIS ION IMPRINTED POLYMERS (IIPs) DAN SISTEM
INSTRUMENTASI POTENSIOMETRI: MATERIAL CERDAS SELEKTIF ADSORBSI ION
METAL Fe (III)**

Jaya Edianta^{1,*}

¹*Jurusan Fisika, Fakultas matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya, Sumatera
Selatan, Indonesia*

^{*}*jayaedianta@gmail.com*

ABSTRAK

Penelitian ini secara komprehensif membahas dua topik secara bersamaan yakni memodifikasi material *ion imprinted polymers* (IIPs) sebagai material cerdas adsorben Fe (III) dan mengoptimasikannya lebih lanjut sebagai sensor aplikasi determinasi ion logam Fe (III) berbasis instrumentasi potensiometri. IIPs Fe (III) telah berhasil disintesis dengan metode terbaru *cooling-heating* dengan mengintegrasikan *ferric nitrate* sebagai pembentukan *template*, MAA sebagai monomer fungsi dan EGDMA sebagai *crosslinker*. Material polimer Fe (III), NIPs dan IIPs Fe (III) sepenuhnya dikarakterisasi menggunakan XRD, FTIR dan SEM dalam menganalisis struktur kristanilitas, persen transmitansi gugus fungsi dan pencitraan morfologi permukaan sampel terhadap jumlah pori-pori yang terbentuk. Material IIPs Fe (III) memiliki nilai kapasitas adsorpsi terhadap ion logam Fe (III) sebesar 1 mgg⁻¹ dengan tingkat persentase *removal* sebesar 99%. Secara bersamaan instrumentasi potensiometri telah berhasil dirancang dengan menggunakan mikrokontroler arduino nano berbasis elektroda referensi Ag/AgCl. Optimasi lebih lanjut instrumentasi tersebut dirancang agar dapat mengukur parameter suhu dan pH larutan Fe (III) dengan tingkat *%recovery* dan *%RSD* sebesar 99,73%-100,98% dan 0,0426%-1,797% dan telah memenuhi standar nilai yang berlaku dengan nilai *LoQ*= 0,195286mgL⁻¹ dan *LoD*= 0,3672 mgL⁻¹ pada *range* konsentrasi Fe³⁺ 1-10 mgL⁻¹.

Kata Kunci: *Imprinted polymers, cooling-heating, ion Fe (III), potensiometri, determinasi dan adsorpsi*

Indralaya, 26 Juli 2021

Menyetujui:
Pembimbing I



(Dr. Idha Royani, S.Si., M.Si.)
NIP. 197105151999032001

Pembimbing II



(Drs. Octavianus Cakra Satya., M.T)
NIP. 196510011991021001

Mengetahui:

**Ketua Jurusan Fisika
FMIPA Universitas Sriwijaya**



(Dr. Supardi, S.Pd., M.Si.)
NIP. 197112112002121002

MODIFICATION OF SYNTHESIS ION IMPRINTED POLYMERS (IIPs) AND SYSTEM INSTRUMENTATION OF POTENTIOMETRY: SMART MATERIALS FOR SELECTIVE ADSORPTION OF METAL ION Fe (III)

Jaya Edianta^{1,*}

¹*Department of Physics, Faculty of Mathematics and Natural Science, University of Sriwijaya, South Sumatera, Indonesia*

*jayaedianta@gmail.com

ABSTRACT

This research comprehensively discusses two topics simultaneously, firstly modifying material ion imprinted polymers (IIPs) as a smart material for Fe(III) adsorbent and further optimizing it as a sensor for metal ion determination of Fe(III) based on potentiometric instrumentation. Fe (III) IIPs have been successfully synthesized by the latest cooling-heating method by integrating ferric nitrate as template formation, MAA as functional monomer and EGDMA as crosslinker. Polymer of Fe(III), NIPs and IIPs Fe(III) were fully characterized using XRD, FTIR and SEM in analyzing the crystallinity structure, percent transmittance of functional groups and imaging the surface morphology of the sample to the number of pores formed. IIPs Fe (III) material has an adsorption capacity of 1 mgg^{-1} for metal ions Fe (III) with a percentage removal rate of 99%. Simultaneously, potentiometric instrumentation has been successfully designed using an Arduino nano microcontroller based on Ag/AgCl reference electrodes. Further optimization of the instrumentation is designed to measure temperature and pH parameters of Fe (III) solution with %recovery and %RSD levels of 99.73%-100.98% and 0.0426%-1.797% and has met the applicable standard values with a value of $\text{LoQ} = 0.19528 \text{ mgL}^{-1}$ and $\text{LoD} = 0.3672 \text{ mgL}^{-1}$ in the Fe^{3+} concentration range 1-10 mgL^{-1} .

Keywords: Imprinted polymers, cooling-heating, Fe(III) ions, potentiometry, determination and adsorption


Menyetujui:
Pembimbing I



(Dr. Idha Rovani, S.Si., M.Si.)
NIP. 197105151999032001

Indralaya, 26 Juli 2021

Pembimbing II

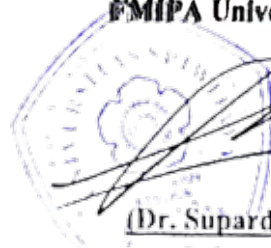
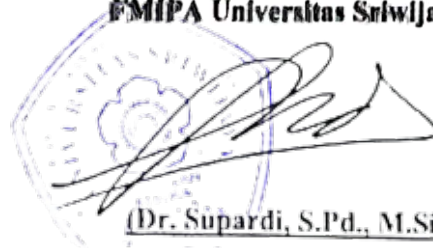


(Drs. Octavianus Cakra Satva., M.T)
NIP. 196510011991021001

Mengetahui

Mengetahui:

**Ketua Jurusan Fisika
FMIPA Universitas Sriwijaya**



(Dr. Supardi, S.Pd., M.Si.)
NIP. 197112112002121002

DAFTAR ISI

HALAMAN AWAL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
1.5. Luaran Penelitian.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Karakteristik Ion Logam Fe (III)	4
2.2. <i>Ion Imprinted Polymers</i> (IIPs).....	4
2.3. Teknik Polimerisasi Utama Sintesis IIPs	6
2.3.1. Metode Sintesis <i>Cooling-heating</i>	6
2.3.2. Proses Ekstraksi.....	6
2.4. Instrumentasi Karakterisasi Material	7
2.4.1. <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR)	7
2.4.2. <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)	8
2.4.3. <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	8
2.4.4. <i>Atomic Absorption Spectroscopy</i> (AAS).....	9
2.5. Validitas Data Material	10
2.6. Sistem Instrumentasi Potensiometri	11
2.7. Modifikasi Rancangan Potensiometri Berbasis Mikrokontroler	11
2.7.1. Sensor Suhu DS18B20	13
2.7.2. Sensor pH <i>Probe</i>	13
2.7.3. <i>Analog to Digital Converter</i> ADS1115	14
2.8. Validitas Data Penelitian	14
2.8.1. Linearitas.....	14
2.8.2. Sensitivitas	14

2.8.3.	Akurasi	14
2.8.4.	Presisi	15
2.8.5.	<i>Limit of Detection (LoD)</i> dan <i>Limit of Quantification (LoQ)</i>	16
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN.....		17
3.1.	Waktu dan Tempat Penelitian.....	17
3.2.	Alat dan Bahan Penelitian	17
3.3.	Rancangan Tahapan dan Prosedur Penelitian	19
3.3.1.	Modifikasi Sintesis Material <i>Ion imprinted Polymers</i>	19
3.3.2.	Modifikasi Rancangan Sistem Instrumentasi	22
3.3.3.	Pengujian Sistem Instrumentasi.....	25
3.4.	Teknik Pengumpulan Data	26
3.5.	Luaran dan Indikator Capaian	26
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....		29
4.1.	Analisis Sintesis Material <i>Ion Imprinted Polymers Fe (III)</i>	29
4.2.	Analisis Karakterisasi <i>Ion Imprinted Polymers Fe (III)</i>	31
4.2.1.	Hasil Karakterisasi XRD.....	31
4.2.2.	Hasil Karakterisasi FTIR.....	32
4.2.3.	Hasil Karakterisasi SEM.....	35
4.3.	Eksperimen Adsorpsi Ion Metal Fe (III) Berbasis IIPs	37
4.4.	Hasil Perancangan Modifikasi Sistem Instrumentasi Potensiometri	38
4.5.	Pengujian Sistem Instrumentasi Potensiometri.....	39
4.5.1.	Validitas Data Pengukur Tegangan Larutan Konsentrasi Fe (III)	39
4.5.2.	Hasil Pengukuran Determinasi Larutan Ion Logam Fe (III)	41
4.5.3.	Hasil Pengukuran Nilai Suhu Larutan Ion Logam Fe (III).....	44
4.5.4.	Hasil Pengukuran Nilai pH Larutan Ion Logam Fe (III).....	45
4.6.	Indikator Capaian dan Perolehan Hasil Penelitian.....	47
BAB 5. PENUTUP		49
5.1.	Kesimpulan	49
5.2.	Saran	50
REFERENSI.....		51
Lampiran 1. Gambar alat dan bahan sintesis serta karakterisasi material		60
Lampiran 2. Gambar alat dan bahan perancangan serta pengujian sistem instrumentasi		62
Lampiran 3. Luaran atau hasil sintesis material dan perancangan sistem instrumentasi potensiometri.....		63
Lampiran 4. Hasil Karakterisasi FTIR, XRD, SEM dan AAS		66
Lampiran 5. Perhitungan		72
Lampiran 6. Kegiatan dan Pelaksanaan Tugas Akhir		77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Ilustrasi dan karakterisasi IIPs dengan serat <i>electrospun</i> (Hassanzadeh et al., 2018).....	7
Gambar 2. 2 Hasil SEM dari PANFM (A), IIPs (B), IIPs- <i>functionalized</i> -PANFM (C), dan NIP (D) (Hassanzadeh et al., 2018)	8
Gambar 2. 3. Hasil dari Pola XRD (a) Prinsip difraksi cahaya XRD, (b)NIP dan leached and unleached Fe (III)-IIPS (Roushani et al., 2016)	9
Gambar 2. 4. Mikrokontroler arduino nano (Sivapriyan et al., 2020).....	12
Gambar 3. 1. Diagram Alir Sintesis Material IIPs.....	21
Gambar 3. 2. Diagram Blok Konsep Perancangan Sistem Instrumentasi	22
Gambar 3. 3. Diagram Alir Rancangan dan Pengujian Sistem Instrumentasi.....	23
Gambar 3. 4. Diagram Alir Perangkat Lunak Sistem Instrumentasi	24
Gambar 4. 1. Skema Ilustrasi Proses Sintesis cooling-heating Ion Imprinted Polymers (IIPs) Fe (III)	29
Gambar 4. 2. Sampel Hasil Sintesis (a). NIP; (b). Polimer Fe (III); (c). IIPs Fe (III) setelah 5x ekstraksi; (d). IIPs Fe (III) setelah 10x ekstraksi; (e). IIPs Fe (III) setelah 15x ekstraksi	30
Gambar 4. 3. (a) Hasil karakterisasi XRD IIPs Fe (III); (b) sistem kristal monoclinic zat aktif Fe (III)	31
Gambar 4. 4. Hasil karakterisasi FTIR NIP, Polimer Fe (III) dan IIPs dengan variasi pecucian 5, 10 dan 15 kali	33
Gambar 4. 5. Hasil pencitraan analisis SEM perbesaran 10.000 kali pada (a) IIPs 5; (b) IIPs 10 dan (c) IIPs 15 kali ekstraksi.....	35
Gambar 4. 6. Grafik distribusi ukuran dan jumlah pori-pori permukaan sampel IIPs Fe ³⁺ yang terbentuk dengan variasi ekstraksi 5, 10 dan 15 kali.	36
Gambar 4. 7. Pengaruh lama waktu terhadap (a) Kapasitas adsorpsi ion metal Fe (III) dan; (b) persentase recovery penyerapan ion logam Fe (III) berbasis IIPs.....	37
Gambar 4. 8. Skema ilustrasi rangkaian modifikasi sistem instrumentasi	38
Gambar 4. 9. Ilustrasi pengukuran beda potensial larutan Fe (III) berbasis rancangan potensiometri	42
Gambar 4. 10. Hubungan nilai konsentrasi Fe (III) dengan beda potensial	43

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Peranan Komponen IIPs (Li Chen et al., 2020; G. Sharma & Kandasubramanian, 2020).....	5
Tabel 2. 2. <i>Review</i> sintesis ion imprinted polymers terhadap logam Fe (III).....	5
Tabel 2. 3. <i>Review</i> hasil penelitian validasi material IIPs.....	10
Tabel 2. 4. <i>Review</i> Penggunaan Potensiometri Berbasis Mikrokontroler	12
Tabel 2. 5. Persentase RSD dan recovery yang dapat diterima sesuai dengan tingkat konsentrasi analit (González et al., 2010).....	15
Tabel 3. 1. Alat dan bahan modifikasi sintesis material.....	17
Tabel 3. 2. Alat dan Bahan Rancangan Sistem Instrumentasi	18
Tabel 3. 3. Sampel material penelitian	20
Tabel 3. 4. Instrumentasi karakterisasi pengumpul data penelitian	26
Tabel 3. 5. Luaran dan indikator capaian tahap penelitian sintesis dan karakterisasi material	27
Tabel 3. 6. Luaran dan indikator capaian tahap penelitian rancangan sistem instrumentasi	28
Tabel 4. 1. Data hasil perhitungan ukuran kristal IIPs Fe (III).....	31
Tabel 4. 2. Persentase transmitansi NIP, Polimer Fe (III) dan IIPs dengan variasi pecucian 10 dan 15 kali	34
Tabel 4. 3. Hasil uji kalibrasi tegangan sistem instrumentasi potensiometri	40
Tabel 4. 4. Hasil validitas data kalibrasi tegangan modifikasi sistem instrumentasi.....	40
Tabel 4. 5. Hasil pengukuran nilai beda potensial terhadap perubahan konsentrasi larutan Fe (III).....	42
Tabel 4. 6. Validitas hasil pengukuran beda potensial terhadap perubahan konsentrasi	43
Tabel 4. 7. Hasil pengukuran nilai suhu larutan ion logam Fe (III)	45
Tabel 4. 8. Validitas data hasil pengukuran suhu larutan ion logam Fe (III)	45
Tabel 4. 9. Hasil pengukuran nilai pH larutan ion logam Fe (III).....	46
Tabel 4. 10. Validitas data hasil pengukuran pH larutan ion logam Fe (III).....	46
Tabel 4. 11. Indikator capaian dan perolehan hasil penelitian	47

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Keberadaan ion logam esensial yang bersumber dari lingkungan seperti air, tanah, sedimen, makanan dan matriks biologis (Sheng et al., 2020) menjadi perhatian substansial dari ahli kimia fisika analitis dan lingkungan secara global (Jakavula et al., 2020). Industri modern seperti pabrik baterai, pertambangan, pelapisan logam, dan fasilitas pestisida dapat melepaskan logam berat yang berbahaya ke lingkungan (Ihsanullah et al., 2016). Beberapa logam seperti *mercury* (II), *copper* (II), timbal (II) dan *chromium* (III) dapat menyebabkan kerusakan ekosistem, organisme bahkan kesehatan manusia apabila terkontaminasi lingkungan (Li Chen et al., 2020; Lu et al., 2019). Menurut (Ara et al., 2018) salah satu ion logam dalam perairan yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan manusia adalah ion Fe (III). Kemampuan oksidasi zat besi dalam jaringan pipa air dengan konsentrasi yang tinggi mendorong pertumbuhan bakteri penyebab utama keracunan dan radikal hidroksil dalam tubuh manusia (Niu et al., 2018; Roushani et al., 2016).

Beberapa teknik analitik instrumentasi telah digunakan untuk penentuan konsentrasi logam Fe (III) dalam sampel biologi dan lingkungan seperti *Flame Atomic Absorption Spectroscopy* (FAAS) (Pourjavid et al., 2016), *Graphite Furnace Atomic Absorption* (GFAAS) (Manjusha et al., 2019), *Atomic Fluorescence Spectroscopy* (AFS) (Yuelong Wang et al., 2016), *Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry* (ICP-OES) dan *Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry* (ICP-MS) (Rapp et al., 2017). Berdasarkan hasil kajian pustaka (Jakavula et al., 2020), penggunaan beberapa teknik analitis tersebut membutuhkan proses waktu yang cukup lama, biaya operasi yang mahal dan sistem instrumentasi yang rumit. Studi lebih lanjut menyatakan bahwa semua instrumentasi teknik analisis tersebut memiliki kemampuan untuk mengenali elemen ion yang sama dengan tingkat selektivitas yang rendah (Ling Chen et al., 2014). Untuk mengatasi hal tersebut, beberapa peneliti telah berhasil mengembangkan sintesis material adsorpsi sederhana dan hemat energi dengan optimasi waktu yang cepat untuk memisahkan ion logam Fe dari air lingkungan (L. Huang et al., 2018). Misalnya *aluminum oxide nanopowder* (Mahmoud, 2015), *carbon nanotube filters* (Elsehly et al., 2016), *hydroxide* dan *jarosite* (Izadi et al., 2017),

chitosan film (Marques et al., 2018), *chelation resin* (Lv et al., 2019) dan material *silica* (Mekhelf et al., 2020). Namun batasan utama pada penelitian tersebut berupa kemampuan material kurang selektivitas dengan batas deteksi yang lebih rendah (Li et al., 2018; Shahat et al., 2015). Perkembangan penelitian terkini menunjukkan sensitivitas dan selektivitas material berbasis adsorpsi dan sensor elektrokimia telah berhasil disintesis untuk mengekstraksi ion logam, yaitu material *ion imprinted polymers* (IIPs) (Hande et al., 2015; Shakerian et al., 2016).

Ion imprinted polymers (IIPs) berupa jenis material dengan beberapa keunggulan seperti mudah disintesis, aplikasi komprehensif, memiliki nilai stabilitas yang tinggi, serta selektivitas yang tinggi terhadap ion logam target karena efek memori yang dihasilkan dari proses preparasi (G. Sharma & Kandasubramanian, 2020). Penelitian terbaru telah berhasil mensintesis *ion imprinted polymer* untuk menghilangkan beberapa ion logam seperti *mercury*, *arsenic* (Jinadasa et al., 2020), *lead* (H. Wang et al., 2020), *cadmium* (Yang et al., 2020), *chromium* (Nchoe et al., 2020) dan *nickel* (Elsayed et al., 2020). Dalam penelitian ini akan difokuskan pada pemisahan ion logam Fe (III) berbasis IIPs dengan modifikasi sintesis *cooling-heating*. Proses *removal* Fe (III) dari badan polimer akan dioptimalisasi dengan proses ekstraksi secara berulang. IIPs hasil sintesis di karakterisasi menggunakan XRD untuk mengetahui struktur kristalinitas sampel (Pirdadeh-Beiranvand et al., 2020); SEM mengidentifikasi morfologi dan pori permukaan sampel (Zhao et al., 2017); FTIR menganalisis gugus fungsi dan persentase transmitansi IIPs Fe (III).

Secara bersamaan, dalam penelitian ini juga akan dirancang modifikasi sistem instrumentasi potensiometri sebagai alat ukur nilai konsentrasi ion logam berbasis arduino nano. Penggunaan mikrokontroler seperti arduino merupakan sistem instrumentasi dengan kemampuan yang optimal, hemat biaya dan berpotensi sebagai peralatan sensor elektrokimia dan fisika (Meloni, 2016). Namun beberapa peneliti hanya memfokuskan instrumentasi untuk mengukur nilai konsentrasi saja. Penelitian ini akan memodifikasi alat tersebut agar dapat mengukur nilai suhu dan pH larutan ion logam Fe (III). Akan dilakukan pengujian potensiometri standar elektroda referensi, termometer dan pH meter sebagai pembanding validitas kemampuan alat yang dibuat dalam mengukur konsentrasi, suhu dan nilai pH larutan ion logam Fe (III).

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana mensintesis dan menguji kemampuan *ion imprinted polymers* Fe (III) (IIPs) sebagai material cerdas selektif adsorpsi ion logam Fe (III)?
2. Bagaimana merancang dan menguji kemampuan sistem instrumentasi potensiometri sebagai alat pengukur konsentrasi ion logam Fe (III), suhu dan pH berbasis arduino nano?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Mensintesis dan menganalisis karakteristik material *Ion Imprinted Polymers* (IIPs) sebagai material cerdas selektif adsorpsi ion logam Fe (III) dengan metode *cooling-heating*. Karakterisasi dilakukan dengan menggunakan alat FTIR, XRD dan SEM.
2. Merancang dan menganalisis pengujian sistem instrumentasi potensiometri berbasis arduino nano dalam mengukur konsentrasi ion logam Fe³⁺, suhu dan pH.

1.4. Manfaat Penelitian

1. Diharapkan dengan adanya penelitian ini dapat bermanfaat sebagai solusi untuk mengetahui dan mengatasi keberadaan ion logam Fe (III) yang tercemar dalam lingkungan berair.
2. Berkontribusi dalam perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi indonesia, terutama di bidang riset ilmiah material sains fisika dan elektrokimia.

1.5. Luaran Penelitian

Adapun luaran yang diharapkan ataupun ditargetkan dalam penelitian ini adalah:

1. Dihasilkannya material IIPs Fe (III) yang dapat menghilangkan ataupun mengadsorpsi ion logam Fe (III).
2. Dihasilkannya alat instrumentasi potensiometri yang dapat mengukur jumlah konsentrasi ion logam Fe (III).
3. Skripsi dan publikasi artikel ilmiah “modifikasi sistem instrumentasi dan sintesis *ion imprinted polymers* (IIPs): material cerdas selektif dan adsorpsi ion metal Fe (III)”.

REFERENSI

- Adjiski, V., Despodov, Z., Serafimovski, D., & Mijalkovski, S. (2019). System for Prediction of Carboxyhemoglobin Levels As an Indicator for on-Time Installation of Self-Contained Self-Rescuers in Case of Fire in Underground Mines. *GeoScience Engineering*, 65(4), 23–37. <https://doi.org/10.35180/gse-2019-0021>
- 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), 1–14. <https://doi.org/10.1007/s13201-018-0680-3>
- Araujo, P. (2009). Key aspects of analytical method validation and linearity evaluation. *Journal of Chromatography B: Analytical Technologies in the Biomedical and Life Sciences*, 877(23), 2224–2234. <https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2008.09.030>
- Belmabkhout, Y., Guillerm, V., & Eddaoudi, M. (2016). Low concentration CO₂ capture using physical adsorbents: Are metal-organic frameworks becoming the new benchmark materials? *Chemical Engineering Journal*, 296, 386–397. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2016.03.124>
- Branger, C., Meouche, W., & Margailan, A. (2013). Recent advances on ion-imprinted polymers. *Reactive and Functional Polymers*, 73(6), 859–875. <https://doi.org/10.1016/j.reactfunctpolym.2013.03.021>
- Cai, Y., Li, D., Liang, Y., Luo, Y., Zeng, H., & Zhang, J. (2015). Effective start-up biofiltration method for Fe, Mn, and ammonia removal and bacterial community analysis. *Bioresource Technology*, 176, 149–155. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2014.11.025>
- Chen, Li, Dai, J., Hu, B., Wang, J., Wu, Y., Dai, J., Meng, M., Li, C., & Yan, Y. (2020). Recent Progresses on the Adsorption and Separation of Ions by Imprinting Routes. *Separation and Purification Reviews*, 49(4), 265–293. <https://doi.org/10.1080/15422119.2019.1596134>
- Chen, Ling, Li, J., & Chen, L. (2014). Colorimetric detection of mercury species based on functionalized gold nanoparticles. *ACS Applied Materials and Interfaces*, 6(18), 15897–15904. <https://doi.org/10.1021/am503531c>
- 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. <https://doi.org/10.1063/5.0008283>
- Elsayed, N. H., Alatawi, A., & Monier, M. (2020). Diacetylmonoxine modified chitosan derived ion-imprinted polymer for selective solid-phase extraction of nickel (II) ions. *Reactive and Functional Polymers*, 151, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.reactfunctpolym.2020.104570>
- Elsehly, E. M. I., Chechenin, N. G., Bukunov, K. A., Makunin, A. V., Priselkova, A.

- B., Vorobyeva, E. A., & Motaweh, H. A. (2016). Removal of iron and manganese from aqueous solutions using carbon nanotube filters. *Water Science and Technology: Water Supply*, 16(2), 347–353. <https://doi.org/10.2166/ws.2015.143>
- Fu, F., & Wang, Q. (2011). Removal of heavy metal ions from wastewaters: A review. *Journal of Environmental Management*, 92(3), 407–418. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.11.011>
- González, A. G., Herrador, M. Á., & Asuero, A. G. (2010). Intra-laboratory assessment of method accuracy (trueness and precision) by using validation standards. *Talanta*, 82(5), 1995–1998. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2010.07.071>
- Hande, P. E., Samui, A. B., & Kulkarni, P. S. (2015). Highly selective monitoring of metals by using ion-imprinted polymers. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(10), 7375–7404. <https://doi.org/10.1007/s11356-014-3937-x>
- Hassanzadeh, M., Ghaemy, M., Amininasab, S. M., & Shami, Z. (2018). An effective approach for fast selective separation of Cr(VI) from water by ion-imprinted polymer grafted on the electro-spun nanofibrous mat of functionalized polyacrylonitrile. *Reactive and Functional Polymers*, 130, 70–80. <https://doi.org/10.1016/j.reactfunctpolym.2018.05.013>
- Heo, G., Manivannan, R., Kim, H., Kim, M. J., Min, K. S., & Son, Y. (2019). Sensors and Actuators B : Chemical Developing an RGB - Arduino device for the multi-color recognition , detection and determination of Fe (III), Co (II), Hg (II) and Sn (II) in aqueous media by a terpyridine moiety. *Sensors & Actuators: B. Chemical*, 297(May), 126723. <https://doi.org/10.1016/j.snb.2019.126723>
- Huang, H., Ji, Y., Qiao, Z., Zhao, C., He, J., & Zhang, H. (2010). Preparation, characterization, and application of magnetic Fe-SBA-15 mesoporous silica molecular sieves. *Journal of Automated Methods and Management in Chemistry*, 2010(December 2010), 1–7. <https://doi.org/10.1155/2010/323509>
- Huang, L., He, M., Chen, B., & Hu, B. (2018). Magnetic Zr-MOFs nanocomposites for rapid removal of heavy metal ions and dyes from water. *Chemosphere*, 199, 435–444. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.02.019>
- Ihsanullah, Abbas, A., Al-Amer, A. M., Laoui, T., Al-Marri, M. J., Nasser, M. S., Khraisheh, M., & Atieh, M. A. (2016). Heavy metal removal from aqueous solution by advanced carbon nanotubes: Critical review of adsorption applications. *Separation and Purification Technology*, 157, 141–161. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2015.11.039>
- Izadi, A., Mohebbi, A., Amiri, M., & Izadi, N. (2017). Removal of iron ions from industrial copper raffinate and electrowinning electrolyte solutions by chemical precipitation and ion exchange. *Minerals Engineering*, 113, 23–35. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2017.07.018>
- Jakavula, S., Biata, N. R., Dimp, M., Pakade, V. E., & Nomngongo, P. N. (2020). A Critical Review on the Synthesis and Application of Ion-Imprinted Polymers for Selective Preconcentration, Speciation, Removal and Determination of Trace and

- Essential Metals from Different Matrices. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 1–13. <https://doi.org/10.1080/10408347.2020.1798210>
- Jayasinghe, G. D. T. M., Domínguez-González, R., Bermejo-Barrera, P., & Moreda-Piñeiro, A. (2020). Miniaturized vortex assisted-dispersive molecularly imprinted polymer micro-solid phase extraction and HPLC-MS/MS for assessing trace aflatoxins in cultured fish. *Analytical Methods*, 12(35), 4351–4362. <https://doi.org/10.1039/d0ay01259a>
- Jinadasa, K. K., Peña-Vázquez, E., Bermejo-Barrera, P., & Moreda-Piñeiro, A. (2020). New adsorbents based on imprinted polymers and composite nanomaterials for arsenic and mercury screening/speciation: A review. *Microchemical Journal*, 156(104886), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2020.104886>
- Joshi, P. S., & Sutrave, D. S. (2018). Building an Arduino based potentiostat and Instrumentation for Cyclic Voltammetry. *JASC: Journal of Applied Science and Computations*, 5(12), 6–11. https://www.researchgate.net/profile/Preeti_Joshi16/publication/329705803_Building_an_Arduino_based_potentiostat_and_Instrumentation_for_Cyclic_Voltammetry/links/5c171b2c92851c39ebf2e4e8/Building-an-Arduino-based-potentiostat-and-Instrumentation-for-Cycli
- Khajeh, M., Kaykhahi, M., Hashemi, H., & Mirmoghaddam, M. (2009). Imprinted polymer particles for iron uptake: Synthesis, characterization and analytical applications. *Polymer Science - Series B*, 51(9–10), 344–351. <https://doi.org/10.1134/S1560090409090048>
- 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>
- Kim, B. K., Lee, E. J., Kang, Y., & Lee, J. J. (2018). Application of ionic liquids for metal dissolution and extraction. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 61, 388–397. <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2017.12.038>
- Kim, S. M., Choi, Y., & Suh, J. (2020). Applications of the open-source hardware Arduino platform in the mining industry: A review. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(14), 1–32. <https://doi.org/10.3390/app10145018>
- Koriyanti, E., Saleh, K., Monado, F., Syawali, F., & Royani, I. (2019). On the effect of ethanol solution on melamine template removal process. *Journal of Chemical Technology and Metallurgy*, 55(1), 34–39. https://dl.uctm.edu/journal/node/j2020-1/5_19-110_p_34-39.pdf
- Kousalya, G. N., Rajiv Gandhi, M., Sairam Sundaram, C., & Meenakshi, S. (2010). Synthesis of nano-hydroxyapatite chitin/chitosan hybrid biocomposites for the removal of Fe(III). *Carbohydrate Polymers*, 82(3), 594–599. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2010.05.013>
- Kraikaew, P., Jeanneret, S., Soda, Y., Cherubini, T., & Bakker, E. (2020). Ultrasensitive Seawater pH Measurement by Capacitive Readout of

- Potentiometric Sensors. *ACS Applied Materials and Interfaces*, 5, 650–654. <https://doi.org/10.1021/acssensors.0c00031>
- Lewis, G. D., Merken, P., & Vandewal, M. (2018). Enhanced Accuracy of CMOS Smart Temperature Sensors by Nonlinear Curvature Correction. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 18(12), 1–12. <https://doi.org/10.3390/s18124087>
- Li, J., Liu, J., Lu, W., Gao, F., Wang, L., Ma, J., Liu, H., Liao, C., & Chen, L. (2018). Speciation analysis of mercury by dispersive solid-phase extraction coupled with capillary electrophoresis. *Electrophoresis*, 39(14), 1763–1770. <https://doi.org/10.1002/elps.201800024>
- Lu, J., Qin, Y., Wu, Y., Meng, M., Yan, Y., & Li, C. (2019). Recent advances in ion-imprinted membranes: Separation and detection: Via ion-selective recognition. *Environmental Science: Water Research and Technology*, 5(10), 1626–1653. <https://doi.org/10.1039/c9ew00465c>
- Lv, R., Hu, Y., Jia, Z., Li, R., Zhang, X., Liu, J., Fan, C., Feng, J., Zhang, L., & Wang, Z. (2019). Removal of Iron(III) and Aluminum Ions from Phosphoric Acid-Nitric Acid Solutions by S957 Chelation Resin: Kinetics, Dynamic Adsorption, and Elution. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, 58(47), 21641–21648. <https://doi.org/10.1021/acs.iecr.9b04682>
- Mafu, L. D., Msagati, T. A. M., & Mamba, B. B. (2013). Ion-imprinted polymers for environmental monitoring of inorganic pollutants: Synthesis, characterization, and applications. *Environmental Science and Pollution Research*, 20(2), 790–802. <https://doi.org/10.1007/s11356-012-1215-3>
- Mahmoud, M. A. (2015). Kinetics and thermodynamics of aluminum oxide nanopowder as adsorbent for Fe (III) from aqueous solution. *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences*, 4(2), 142–149. <https://doi.org/10.1016/j.bjbas.2015.05.008>
- Manjuladevi, R., Thamilselvan, M., Selvasekarapandian, S., Mangalam, R., Premalatha, M., & Monisha, S. (2017). Mg-ion conducting blend polymer electrolyte based on poly(vinyl alcohol)-poly (acrylonitrile) with magnesium perchlorate. *Solid State Ionics*, 308(June), 90–100. <https://doi.org/10.1016/j.ssi.2017.06.002>
- Manjusha, R., Shekhar, R., & Kumar, S. J. (2019). Ultrasound-assisted extraction of Pb, Cd, Cr, Mn, Fe, Cu, Zn from edible oils with tetramethylammonium hydroxide and EDTA followed by determination using graphite furnace atomic absorption spectrometer. *Food Chemistry*, 294, 384–389. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.04.104>
- Marques, J. L., Lütke, S. F., Frantz, T. S., Espinelli, J. B. S., Carapelli, R., Pinto, L. A. A., & Cadaval, T. R. S. (2018). Removal of Al (III) and Fe (III) from binary system and industrial effluent using chitosan films. *International Journal of Biological Macromolecules*, 120, 1667–1673. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.09.135>

- Mekhelf, Z. K., Subhi, A. D., & Hameed, R. S. (2020). Removal of Iron From Produced Water Using Silica Adsorbent Material. *Engineering and Technology Journal*, 38(8A), 1154–1159. <https://doi.org/10.30684/etj.v38i8a.1125>
- Meloni, G. N. (2016). Building a Microcontroller Based Potentiostat: A Inexpensive and Versatile Platform for Teaching Electrochemistry and Instrumentation. *Journal of Chemical Education*, 93(7), 1320–1322. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b00961>
- Miller, A. Z., Hernández-Mariné, M., Jurado, V., Dionísio, A., Barquinha, P., Fortunato, E., Afonso, M. J., Chaminé, H. I., & Saiz-Jimenez, C. (2012). Enigmatic reticulated filaments in subsurface granite. *Environmental Microbiology Reports*, 4(6), 596–603. <https://doi.org/10.1111/j.1758-2229.2012.00375.x>
- Mitreva, M., Dakova, I., & Karadjova, I. (2017). Iron(II) ion imprinted polymer for Fe(II)/Fe(III) speciation in wine. *Microchemical Journal*, 132, 238–244. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2017.01.023>
- Morais, C. de L. M. de, Carvalho, J. C., Sant'Anna, C., Eugênio, M., Gasparotto, L. H. S., & Lima, K. M. G. (2015). A low-cost microcontrolled photometer with one color recognition sensor for selective detection of Pb²⁺ using gold nanoparticles. *Analytical Methods*, 18, 1–24. <https://doi.org/10.1039/C5AY01762A>
- Nandiyanto, A. B. D., Oktiani, R., & Ragadhita, R. (2019). How to read and interpret ftr spectroscopy of organic material. *Indonesian Journal of Science and Technology*, 4(1), 97–118. <https://doi.org/10.17509/ijost.v4i1.15806>
- 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(Vi), 1–29. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2019.111991>
- Niu, B., Xiao, K., Huang, X., Zhang, Z., Kong, X. Y., Wang, Z., Wen, L., & Jiang, L. (2018). High-Sensitivity Detection of Iron(III) by Dopamine-Modified Funnel-Shaped Nanochannels. *ACS Applied Materials and Interfaces*, 10(26), 22632–22639. <https://doi.org/10.1021/acsami.8b05686>
- Novianto, D., Prajoko, S., Setiyowati, I., & Purnomo, E. (2020). Calibration of pH and oxygen sensors applied to aquaponic system. *Journal of Physics: Conference Series*, 1517(1), 1–7. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1517/1/012105>
- Özbek, O., Berkel, C., & Isildak, Ö. (2020). Applications of Potentiometric Sensors for the Determination of Drug Molecules in Biological Samples. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 1–12. <https://doi.org/10.1080/10408347.2020.1825065>
- Pirdadeh-Beiranvand, M., Afkhami, A., & Madrakian, T. (2020). Magnetic molecularly imprinted electrospun nanofibers for selective extraction of nilotinib from human serum. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 412(7), 1629–1637. <https://doi.org/10.1007/s00216-020-02393-2>

- Pourjavid, M. R., Arabieh, M., Yousefi, S. R., & Akbari Sehat, A. (2016). Interference free and fast determination of manganese(II), iron(III) and copper(II) ions in different real samples by flame atomic absorption spectroscopy after column graphene oxide-based solid phase extraction. *Microchemical Journal*, *129*, 259–267. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2016.07.008>
- Rapp, I., Schlosser, C., Rusiecka, D., Gledhill, M., & Achterberg, E. P. (2017). Automated preconcentration of Fe, Zn, Cu, Ni, Cd, Pb, Co, and Mn in seawater with analysis using high-resolution sector field inductively-coupled plasma mass spectrometry. *Analytica Chimica Acta*, *976*, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2017.05.008>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2015.09.029>
- 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*, 297–302. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.860.297>
- Ruiz, J. A. R., Sanjuán, A. M., Vallejos, S., García, F. C., & García, J. M. (2018). Smart polymers in micro and nano sensory devices. *Chemosensors*, *6*(2), 1–20. <https://doi.org/10.3390/chemosensors6020012>
- Santosa, E. S. B., & Waluyanti, S. (2019). Teaching Microcontrollers using Arduino Nano Based Quadcopter. *Journal of Physics: Conference Series*, *1413*(1), 1–8. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1413/1/012003>
- Shahat, A., Awual, M. R., & Naushad, M. (2015). Functional ligand anchored nanomaterial based facial adsorbent for cobalt(II) detection and removal from water samples. *Chemical Engineering Journal*, *271*(1i), 155–163. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2015.02.097>
- Shakerian, F., Kim, K. H., Kwon, E., Szulejko, J. E., Kumar, P., Dadfarnia, S., & Haji Shabani, A. M. (2016). Advanced polymeric materials: Synthesis and analytical application of ion imprinted polymers as selective sorbents for solid phase extraction of metal ions. *TrAC - Trends in Analytical Chemistry*, *83*, 55–69. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2016.08.001>
- Sharma, B., & Tyagi, S. (2013). Simplification of metal ion analysis in fresh water samples by atomic absorption spectroscopy for laboratory students. *Journal of Laboratory Chemical Education*, *2013*(3), 54–58. <https://doi.org/10.5923/j.jlce.20130103.04>
- Sharma, G., & Kandasubramanian, B. (2020). Molecularly Imprinted Polymers for Selective Recognition and Extraction of Heavy Metal Ions and Toxic Dyes.

- Journal of Chemical and Engineering Data*, 65(2), 396–418. <https://doi.org/10.1021/acs.jced.9b00953>
- Sheng, A., Li, X., Arai, Y., Ding, Y., Rosso, K. M., & Liu, J. (2020). Citrate Controls Fe(II)-Catalyzed Transformation of Ferrihydrite by Complexation of the Labile Fe(III) Intermediate. In *Environmental Science and Technology* (Vol. 54, Nomor 12). <https://doi.org/10.1021/acs.est.0c00996>
- Singh, D. K., & Mishra, S. (2010). Synthesis and characterization of Fe(III)-ion imprinted polymer for recovery of Fe(III) from water samples. *Journal of Scientific and Industrial Research*, 69(10), 767–772.
- Sivapriyan, R., Ajay, K. V., & Ashwath Koorse, N. (2020). Arduino-Nano Based Low Cost Power Converter Learning Kit. *Proceedings of the 4th International Conference on Inventive Systems and Control, ICISC 2020, Icisc*, 133–137. <https://doi.org/10.1109/ICISC47916.2020.9171132>
- Stefanov, G., Sarac, V., & Dimitrovska, B. C. (2020). Measurement and visualization of analog signals with a microcomputer connection. *Balkan Journal of Applied Mathematics and Informatifcs*, 3(1), 85–94. <https://doi.org/10.1007/978-1-4684-1423-3>
- Teixeira, L. S., Silva, C. F., de Oliveira, H. L., Dinali, L. A. F., Nascimento, C. S., & Borges, K. B. (2020). Microextraction by packed molecularly imprinted polymer to selectively determine caffeine in soft and energy drinks. *Microchemical Journal*, 158, 105252. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2020.105252>
- Uhrovčík, J. (2014). Strategy for determination of LOD and LOQ values - Some basic aspects. *Talanta*, 119, 178–180. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2013.10.061>
- Vajpayee, S., Kumar, B., Thakur, R., & Kumar, M. (2017). Design and Development of Nano pH Sensor and Interfacing with Arduino. *International Journal of Electronics, Electrical and Computational System IJECS*, 6, 66–75. <https://www.researchgate.net/publication/317578511%0ADesign>
- 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, 124–139. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2019.124139>
- Wang, Yifei, Lin, M., Dai, W., Zhou, Y., Xie, Z., Liu, K., & Gao, L. (2020). Enhancement of Fe(III) to electro-response of starch hydrogel. *Colloid and Polymer Science*, 298(11), 1533–1541. <https://doi.org/10.1007/s00396-020-04736-y>

- Wang, Yuelong, Lin, L., Liu, J., Mao, X., Wang, J., & Qin, D. (2016). Ferric ion induced enhancement of ultraviolet vapour generation coupled with atomic fluorescence spectrometry for the determination of ultratrace inorganic arsenic in surface water. *Analyst*, *141*(4), 1530–1536. <https://doi.org/10.1039/c5an02489g>
- Xia, M., Chen, Z., Li, Y., Li, C., Ahmad, N. M., Cheema, W. A., & Zhu, S. (2019). Removal of Hg(II) in aqueous solutions through physical and chemical adsorption principles. *RSC Advances*, *9*(36), 20941–20953. <https://doi.org/10.1039/c9ra01924c>
- Xie, F., Liu, G., Wu, F., Guo, G., & Li, G. (2012). Selective adsorption and separation of trace dissolved Fe(III) from natural water samples by double template imprinted sorbent with chelating diamines. *Chemical Engineering Journal*, *183*, 372–380. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2012.01.018>
- Xu, X., Wang, M., Wu, Q., Xu, Z., & Tian, X. (2017). Synthesis and application of novel magnetic ion-imprinted polymers for selective solid phase extraction of cadmium (II). *Polymers*, *9*(369), 1–12. <https://doi.org/10.3390/polym9080360>
- Yang, P., Cao, H., Mai, D., Ye, T., Wu, X., Yuan, M., Yu, J., & Xu, F. (2020). A novel morphological ion imprinted polymers for selective solid phase extraction of Cd(II): Preparation, adsorption properties and binding mechanism to Cd(II). *Reactive and Functional Polymers*, *151*, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.reactfunctpolym.2020.104569>
- Yanto, F., Royani, I., & Suheryanto. (2021). Application of nano electrode Ag/AgCl on potentiometric sensor based on molecularly imprinted polymer (MIP) to verify caffeine. *Journal of Physics: Conference Series*, *1751*, 012074. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1751/1/012074>
- Zhao, R., Li, X., Sun, B., Li, Y., Li, Y., & Wang, C. (2017). Preparation of molecularly imprinted sericin/poly(vinyl alcohol) electrospun fibers for selective removal of methylene blue. *Chemical Research in Chinese Universities*, *33*(6), 986–994. <https://doi.org/10.1007/s40242-017-7115-9>
- Zhu, G. jin, Tang, H. yan, Qing, P. hui, Zhang, H. ling, Cheng, X. chuan, Cai, Z. hua, Xu, H. bin, & Zhang, Y. (2020). A monophosphonic group-functionalized ion-imprinted polymer for a removal of Fe³⁺ from highly concentrated basic chromium sulfate solution. *Korean Journal of Chemical Engineering*, *37*(5), 911–920. <https://doi.org/10.1007/s11814-020-0485-6>
- 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*, 105–114. <https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2019.04.002>