

SKRIPSI

**PENGARUH KONSENTRASI *CROSSLINKER* DALAM
POLIMERISASI MATERIAL BERBASIS *ION*
IMPRINTED POLYMERS Pb(II) MENGGUNAKAN
METODE *COOLING-HEATING***

Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Fisika



Disusun Oleh:

YENI PUJI LESTARI

NIM.08021282025055

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

2024

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH KONSENTRASI *CROSSLINKER* DALAM POLIMERISASI
MATERIAL BERBASIS *ION IMPRINTED POLYMERS Pb(II)*
MENGUNAKAN METODE *COOLING-HEATING***

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
Bidang Fisika Fakultas MIPA

Oleh:

Yeni Puji Lestari
NIM.08021282025055

Indralaya, 03 Juli 2024

Menyetujui,

Pembimbing I



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

Pembimbing II



Dra. Jorena, M.Si
NIP.197105151999032002

Mengetahui,
Ketua jurusan Fisika



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

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Yeni Puji Lestari

Nim : 08021282025055

Judul TA : Pengaruh Konsentrasi *Crosslinker* Dalam Polimerisasi Material Berbasis *Ion Imprinted Polymers Pb(II)* Menggunakan Metode *Cooling-Heating*.


Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun dengan judul tersebut adalah asli atau orisinalitas dan mengikuti penulisan karya ilmiah sampai pada waktu skripsi ini diselesaikan, sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana Sains pada Program Studi Fisika Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya tanpa ada paksaan dari pihak manapun. Apabila dikemudian hari terdapat kesalahan atau keterangan yang tidak benar dalam pernyataan ini, maka saya siap bertanggung jawab secara akademik dan bersedia menjalani proses hukum yang ditetapkan.

Indralaya, Juli 2024

Penulis,




Yeni Puji Lestari

**THE INFLUENCE OF CROSSLINKER CONCENTRATION ON THE
POLYMERIZATION OF PB(II) ION IMPRINTED POLYMERS USING
THE COOLING-HEATING METHOD**

**Oleh:
YENI PUJI LESTARI
NIM.08021282025055
ABSTRACT**

The synthesis of Pb(II) Ion Imprinted Polymers (IIPs) using the cooling-heating method has been conducted to reduce lead pollution in water. Research developments have shown the sensitivity and selectivity of IIPs as adsorption-based materials for the separation of metal ions. The polymerization occurring in the synthesis of IIPs materials is influenced by the compounds used. Crosslinkers are one of the important compounds in the formation of polymers. The concentration of crosslinkers affects the outcome of polymerization; using the right amount of crosslinker will increase the rate and efficiency of polymerization and influence the physical and chemical properties of the formed polymer. In the study, two variations in crosslinker concentration were applied. The results showed that polymer synthesis with a crosslinker concentration of 6.62 mL did not form a solid, while a concentration of 9.93 mL produced the expected solid acrylic polymer. Based on SEM characterization, the pore distribution of Pb(II) polymer and Pb(II) IIPs material was found to be 1,047 and 2,650 pores, respectively, in the size range of 0-100 nm. Performance tests on the material using a test solution with a concentration of 30 ppm in 100 mL resulted in an adsorption capacity of 4.12 mg/g for Pb(II) IIPs. This indicates that the synthesized IIPs material performs well.

Keywords: IIPs, Crosslinker, Cooling-Heating, Adsorption.

Indralaya, 03 Juli 2024

Menyetujui,

Pembimbing I



Dr. Idha Royani, S.Si., M.Si
NIP.197105151999032002

Pembimbing II



Dra. Lorena, M.Si
NIP.196405101991022001

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika**



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

**PENGARUH KONSENTRASI *CROSSLINKER* DALAM POLIMERISASI
MATERIAL BERBASIS *ION IMPRINTED POLYMERS* Pb(II)
MENGUNAKAN METODE *COOLING-HEATING***

**Oleh:
YENI PUJI LESTARI
NIM.08021282025055
ABSTRAK**

Telah dilakukan sintesis IIPs (*Ion Imprinted Polymers*) Pb(II) menggunakan metode *cooling-heating* untuk mengurangi pencemaran timbal di perairan. Perkembangan penelitian telah menunjukkan sensitivitas dan selektivitas IIPs sebagai bahan berbasis adsorpsi untuk pemisahan ion logam. Polimerisasi yang terjadi pada sintesis material IIPs dipengaruhi oleh senyawa-senyawa yang digunakan. *Crosslinker* menjadi salah satu senyawa yang penting dalam pembentukan polimer. Konsentrasi *crosslinker* mempengaruhi hasil dari polimerisasi, penggunaan *crosslinker* dalam jumlah yang tepat akan meningkatkan laju dan efisiensi polimerisasi serta mempengaruhi sifat fisik dan kimia polimer yang terbentuk. Pada penelitian, dua variasi konsentrasi *crosslinker* telah diterapkan dan didapatkan hasil pada sintesis polimer dengan konsentrasi *crosslinker* 6,62 mL tidak berhasil membentuk padatan, sedangkan pada konsentrasi 9,93 mL didapatkan polimer padat akrilik sesuai yang diharapkan. Berdasarkan hasil karakterisasi SEM didapatkan sebaran distribusi pori material polimer Pb(II) dan IIPs Pb(II) pada ukuran 0-100nm sebanyak 1.047 dan 2.650 pori. Pada uji kinerja yang dilakukan pada material terhadap larutan uji dengan konsentrasi 30 ppm pada 100 mL didapatkan nilai kapasitas adsorpsi IIPs Pb(II) sebesar 4,12 mg/g. Hal ini menunjukkan bahwa material IIPs yang disintesis berkinerja baik.

Kata kunci: IIPs, *Crosslinker*, *Cooling-Heating*, Adsorpsi.

Indralaya, 03 Juli 2024

Menyetujui,

Pembimbing I



Dr. Idha Royani, S.Si., M.Si
NIP.197105151999032002

Pembimbing II



Dra. Jorena, M.Si
NIP.196405101991022001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika


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

LEMBAR PERSEMBAHAN



Tiada lembar yang paling indah dalam skripsi ini selain lembar persembahan, skripsi ini saya persembahkan untuk,

1. **Bapak dan Mamak**, yang hingga detik ini terus berjuang untuk memberikan yang terbaik kepada penulis, memberikan cinta yang tulus tiada duanya. Terimakasih telah mengizinkan penulis ada disini dan senantiasa melangitkan begitu banyak do'a baik untuk penulis. Skripsi ini adalah hasil dari bagaimana kedua orang tua penulis telah menjadi sumber kekuatan dan inspirasi dalam setiap langkah penulis. Semoga lembar persembahan ini dapat menjadi bukti kecil dari betapa besarnya rasa hormat dan terima kasih penulis kepada kalian.
2. **Adik Mbak Tercinta**, yang selalu menjadi alasan penulis untuk bertahan dan berusaha lebih keras. Karena sampai kapanpun, di mata penulis dia akan tetap menjadi adik kecil. Bertumbuhlah, skripsi ini semoga bisa memotivasi dan membawamu mengejar mimpi lebih jauh dari mbak.
3. Mahasiswa dengan NIM.**08021182025015** yang tak kalah penting kehadirannya. Terimakasih untuk segala dukungan yang menguatkan penulis hingga dapat menyelesaikan skripsi ini. Terbanglah jauh seperti daun hingga segala cita didapatkan, dan kembali pulang ke tanah yang membuatmu tumbuh.

MOTTO

Orang tua dirumah menanti kepulanganmu dengan hasil yang membanggakan, jangan kecewakan mereka. Simpan keluhmu, sebab letihmu tak sebanding dengan perjuangan mereka menghidupimu.

-Ika df

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat dan rahmatnya skripsi yang berjudul Pengaruh Konsentrasi *Crosslinker* Dalam Polimerisasi Material Berbasis *Ion Imprinted Polymers* Pb(II) Menggunakan Metode *Cooling-Heating* dapat diselesaikan dengan lancar hingga akhir. Pembuatan skripsi ini dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat dalam 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 proses penyusunan skripsi dari awal mulai penulisan hingga akhir proses penelitian penulis mendapat banyak dukungan dan bantuan berupa doa, bimbingan, kritik, saran, dan materi dari beberapa pihak. Maka dari itu penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T. selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
2. Ibu Dr. Idha Royani, S.Si., M.Si. dan Ibu Dra. Jorena, M.Si., S.Si. selaku dosen pembimbing I dan dosen pembimbing II yang selalu memberikan arahan, bimbingan, dan masukan dalam proses penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Akmal Johan, M.Si. dan Ibu Erni, S.Si., M.Si. selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun dalam proses penyelesaian skripsi ini.
4. Ibu Dr. Netty Kurniawati, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan nasehat yang baik selama perkuliahan.
5. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Fisika yang telah memberikan ilmunya kepada penulis dalam proses perkuliahan.
6. Kak David selaku admin jurusan yang telah membantu penulis dalam proses administrasi.
7. Bre Eti Mirna Utami yang sudah menjadi tempat penulis dalam berkeluh kesah selama perkuliahan, yang senantiasa menemani penulis dalam keadaan apapun.

8. Rekan-rekan satu penelitian, Sahat, Artha, dan Dini yang banyak membantu penulis selama penyusunan skripsi ini.
9. Teman-teman “Gatau Grub Apa” (Anisa, Enjel, dan Nopi) dan yang sudah menjadi teman seperjuangan dari awal memulai perkuliahan hingga sekarang.
10. Kak Ihsan, dan Kak Ety yang telah memberikan arahan, bantuan, dan masukan selama proses penyusunan skripsi ini.
11. Teman-teman Fisika Material dan Antarik20 yang telah berbagi cerita dan pengalaman. Semoga kita semua menjadi orang sukses dan hebat serta dapat bertemu kembali dengan cerita yang berbeda namun dengan rasa yang sama.
12. Semua pihak yang telah membantu penyelesaian tugas akhir yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga semua pihak yang telah membantu penulis secara langsung maupun tidak langsung diberikan kemudahan dan kelancaran dalam kehidupannya serta menjadi amal jariah untuk kita semua. Apabila saya ada salah kata dan perbuatan saya meminta maaf sebesar-besarnya dan saya ucapkan terima kasih banyak untuk semuanya. Salam Hangat dari Penulis.

Indralaya, Juli 2024
Penulis,

Yeni Puji Lestari
NIM.08021282025055

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
ABSTRACT	iii
ABSTRAK	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I 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 II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Timbal atau Pb	4
2.2 <i>Ethanol</i> sebagai Pelarut	4
2.3 Adsorpsi	5
2.4 <i>Ion Imprinting Polymers</i> (IIPs)	6
2.4.1 <i>Methacrylic Acid</i> (MAA) sebagai Monomer Fungsional	7
2.4.2 <i>Etilen Glikol Dimetakrilat</i> (EGDMA) sebagai <i>Crosslinker</i>	8
2.4.3 <i>Benzoil Peroxide</i> sebaga Inisiator	8
2.5 <i>Cooling-Heating</i>	9
2.6 Ekstraksi Polimer	9
2.7 Karakterisasi Polimer IIPs Pb(II)	10
2.7.1 <i>X-Ray Fluorience</i> (XRF)	10
2.7.2 <i>Scan Electron Molecul</i> (SEM)	12
2.7.3 <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR)	14
2.7.4 Spektroskopi serapan atom (AAS)	16
BAB III METODE PENELITIAN	18

3.1.	Waktu dan Tempat Penelitian	18
3.2.	Alat dan Bahan Penelitian	18
3.2.1.	Alat Penelitian.....	18
3.2.2.	Bahan Penelitian.....	19
3.3.	Rancangan Tahapan dan Prosedur Penelitian	20
3.3.1.	Preparasi Sampel <i>Ion Imprinted Polymers Pb(II)</i>	20
3.3.1.1	Preparasi Polimer Ion Logam Pb(II)	20
3.3.2	Ekstraksi Material <i>Ion Imprinted Polymers Pb(II)</i>	22
3.4	Teknik Pengumpulan Data	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		26
4.1	Analisis Sintesis Polimer.....	26
4.2	Analisis XRD	30
4.3	Analisis FTIR	31
4.4	Analisis SEM	33
4.5	Analisis AAS.....	36
BAB V PENUTUP.....		37
5.1	Kesimpulan.....	37
5.2	Saran.....	37
DAFTAR PUSTAKA		38
LAMPIRAN.....		48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur molekul etanol	5
Gambar 2.2 Skema representasi IIPs	7
Gambar 2.3 Struktur molekul EGDMA	8
Gambar 2.4 Struktur molekul BPO.	9
Gambar 2.5 Difraksi Sinar-X melalui kisi kristal.....	11
Gambar 2.6 FWHM (Full Width High Maximum)	12
Gambar 2.7 Skema interaksi antara bahan dan elektron di dalam SEM	13
Gambar 2.8 SEM dari IIPs yang disintesis.....	14
Gambar 2.9 Prinsip kerja FTIR	15
Gambar 2.10 Spektrum FTIR dari Pb(II) dan Cr(VI).....	15
Gambar 2.11 Skematik prinsip kerja AAS	16
Gambar 3.1 Bagan Alir Sintesis Polimer Pb(II).....	23
Gambar 3.2 Bagan Alir Ekstraksi Polimer IIPs Pb(II).....	25
Gambar 4.1 (a) Polimer Pb(II) dan (b) NIP	27
Gambar 4.2 (a) Polimer Pb(II), (b) IIPs Pb(II) dan (c) NIP	28
Gambar 4.3 (a) Konsentrasi crosslinker 1 dan (b) konsentrasi crosslinker 2	29
Gambar 4.4 Grafik Hasil Karakterisasi XRD	30
Gambar 4.5 Spektrum FTIR dari Polimer Pb(II) dan IIPs Pb(II).....	32
Gambar 4.6 (a) Polimer Pb(II) dan (b) IIPs Pb(II)	34
Gambar 4.7 Distribusi Pori Yang Terbentuk Pada Permukaan Material	35

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Alat Sintesis Material IIPs Pb (II)	18
Tabel 3.2 Bahan Sintesis Material IIPs Pb (II).....	19
Tabel 3.3 Sampel Penelitian Material IIPs Pb(II)	20
Tabel 3.4 Alat Instrumentasi Karakterisasi Pengumpulan Data Penelitian.....	24
Tabel 4.1 Data Hasil Perhitungan ukuran kristal IIPs Pb(II).....	31
Tabel 4.2 Persentase Transmittansi Polimer Pb(II) dan IIPs Pb(II)	33

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air bersih merupakan kebutuhan mendasar dalam kehidupan manusia dan merupakan sumber daya alam yang mempunyai fungsi sangat penting (Zulhilmi dkk., 2019). Namun dalam waktu terakhir telah terjadi penurunan kualitas air bersih yang sudah banyak tercemar oleh bermacam-macam limbah dari hasil aktivitas manusia (Afrianti & Irni, 2020). Faktor terbesar yang membuat turunnya kualitas air adalah aktivitas dari manusia, diantaranya pembuangan limbah industri, limbah rumah tangga, dan lainnya. Hal tersebut berdampak turunnya kualitas air baik secara kualitas maupun kuantitas (Abhibhawa dkk., 2022; Afrianti & Irni, 2020). Faktor lain yang dapat mencemari air adalah benda kasar dan kecil yang terapung di perairan, pasir dan lumpur kasar, organisme, zat kimia dan lainnya (Sunarsih dkk., 2018). Logam berat menjadi salah satu polutan yang sudah menyebar terutama di lingkungan perairan yang berdampak pada organisme dan biota laut. Polutan tersebut dapat masuk kedalam tubuh makhluk hidup melalui pencemaran sumber makanan, minuman, air, dan udara. (Pratiwi, 2020; Sankhla et al., 2016). Salah satu logam berat yang berbahaya ketika berada di lingkungan perairan adalah ion timbal (Pb).

Timbal memiliki sifat toksik tinggi ketiga setelah Hg dan Cd. Kadar dan toksisitas timbal dipengaruhi oleh pH, alkalinitas dan kadar oksigen (Sayekti dkk., 2015). Dampak negatif masuknya timbal dalam tubuh dapat menyebabkan terjadinya kerusakan organ akibat logam berat terakumulasi dalam organ. Sehingga organ tersebut mengalami disfungsi dan menyebabkan gangguan atau penyakit (Pratish et al., 2018). Berdasarkan Peraturan Badan Pengawas Obat Dan Makanan Nomor 9 Tahun 2022 Tentang Persyaratan Cemarkan Logam Berat Dalam Pangan Olahan, batas cemarkan Pb dalam air mineral dan sumbernya sebesar 0.01 mg/kg. Beberapa teknologi telah dikembangkan untuk menghilangkan logam berat seperti reduksi kimia, pertukaran ion, filtrasi membrane, dan elektrodialisis (Akta dkk., 2020). Salah satu teknik yang banyak digunakan adalah adsorpsi, dimana teknik ini memiliki efektifitas yang baik dalam menghilangkan ion logam berat dalam air (Zega dkk., 2021).

Adsorpsi merupakan metode yang sering digunakan dalam menghilangkan polutan logam berat dilingkungan perairan karena memiliki efektivitas yang tinggi dan banyak diaplikasikan (M. Zhang dkk., 2020). Perkembangan penelitian telah menunjukkan sensitivitas dan selektivitas bahan berbasis adsorpsi yang telah berhasil disintesis untuk pemisahan ion logam, yaitu *ion-imprinted polimer* (IIPs) (Hande et al., 2015; Shakerian et al., 2016). *Ion imprinted polymers* (IIPs) merupakan salah satu jenis material yang dibuat dengan monomer fungsional, inisiator, *template*, dan *crosslinker*. Material ini memiliki beberapa keunggulan, seperti mudah disintesis, nilai stabilitasnya tinggi, dan selektivitasnya tinggi terhadap ion logam target karena efek memori yang dihasilkan (G. Sharma & Kandasubramanian, 2020). Pengikat silang (*crosslinker*) menjadi salah satu agen yang berperan penting dalam pembentukan ikatan polimer IIPs. Penggunaan konsentrasi *crosslinker* yang tidak tepat akan membuat hasil pembentukan polimer dalam proses polimerisasi tidak maksimal karena pengikatan setiap monomer-monomer ditentukan dari *crosslinker* (Jupri dkk., 2022). Salah satu metode sintesis *ion imprinted polymers* menggunakan teknik *cooling-heating*. Pemilihan metode ini karena memiliki efisiensi waktu dalam proses pembuatannya dibandingkan dengan metode sintesis lainnya. Metode ini juga telah diaplikasikan dalam beberapa zat aktif seperti melamin dan kafein (Kartika dkk., 2022).

Abdullah *et.al* 2019, telah berhasil mensintesis IIPs Pb(II) sebagai adsorben selektif untuk menghilangkan Pb(II) dalam air dengan metode presipitasi menggunakan MAA, EGDMA, AIBN, dan metanol. Pada penelitian tersebut didapatkan bahwa IIPs Pb(II) memiliki selektivitas yang tinggi terhadap Pb^{2+} dibandingkan dengan ion interferensi seperti Cd^{2+} dan Co^{2+} . Dalam penelitian ini akan difokuskan pada pemisahan ion logam Pb(II) berbasis IIPs dengan sintesis *cooling-heating* menggunakan 2 variasi *crosslinker* pada proses polimerisasinya. Proses pemisahan Pb(II) dari badan polimer akan dioptimalisasi dengan proses ekstraksi secara berulang. IIPs hasil sintesis di karakterisasi menggunakan XRD bertujuan mengidentifikasi material kristalit (Bay & Pulungan, 2022). SEM digunakan untuk mengamati morfologi dari sampel (Aisyah dkk., 2020). FTIR menganalisis gugus fungsi dan persentase transmitansi IIPs Pb(II) (Mauricio,

2018). AAS Menentukan adsorpsi kandungan logam pada sampel IIPs Pb(II) (Sugito dan Setiawan, 2022).

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh konsentrasi *crosslinker* terhadap proses polimerisasi IIPs Pb(II) menggunakan metode *cooling-heating*?
2. Bagaimana karakteristik adsorpsi IIPs Pb(II), berdasarkan pengujian XRD, FTIR, SEM, dan AAS ?

1.3 Batasan Masalah

Penelitian dilakukan terhadap adsorpsi IIPs Pb(II) untuk mengetahui selektivitas IIPs Pb(II) melalui penambahan *crosslinker* pada proses polimerisasi, dengan metode yang digunakan terfokus pada metode *cooling heating*.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis pengaruh konsentrasi *crosslinker* yang terjadi pada proses polimerisasi IIPs Pb(II) menggunakan metode *cooling-heating*.
2. Menganalisis karakteristik adsorpsi IIPs Pb(II) berdasarkan pengujian XRD, FTIR, SEM, dan AAS.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini bermanfaat sebagai solusi dalam mengatasi keberadaan ion logam Pb(II) yang mencemari lingkungan berair. Serta berkontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang polimer baik dalam skala nasional maupun internasional.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdi P., Alumina, A., Untuk, A., Pendingin, M., & Surya, T. (2018). Edisi Cetak Jurnal Dinamis , Maret 2018 (ISSN : 0216-7492) Edisi Cetak Jurnal Dinamis , Maret 2018 (ISSN : 0216-7492), (1), 57–70.
- 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 Pb 2+ in a real water sample. *Microchemical Journal*, 146(February), 1160–1168. <http://doi.org/10.1016/j.microc.2019.02.037>
- Abhibhawa, A., Sulardiono, B., & Rahman, A. (2022). Analisis Pencemaran Logam Berat Pb Pada Air Sungai Babon Kota Semarang, 6(2), 75–80. Retrieved from <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/pasirlaut/article/download/48572/23687>
- Adu, R. E. Y., Gelyaman, G., & Kabosu, M. (2022). Pemanfaatan Ekstrak Antosianin dari Limbah Kulit Bawang Merah (*Allium cepa*) sebagai Zat Pemeka (Sensitizer) pada Dye Sensitized Solar Cell (DSSC). *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, 18(1), 103. <http://doi.org/10.20961/alchemy.18.1.56104.103-111>
- Afrianti, S., & Irni, J. (2019). Analisa Tingkat Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) Di Daerah Aliran Sungai Deli Sumatera Utara. *Biolink (Jurnal Biologi Lingkungan Industri Kesehatan)*, 6(2), 153–161. <http://doi.org/10.31289/biolink.v6i2.2964>
- 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.
- Aisyah, N., Rifai, H., Maisonneuve, C. B. D. La, Oalman, J., Forni, F., Eisele, S., ... Putra, R. (2020). Scanning electron microscope (SEM) imaging and analysis of magnetic minerals of lake Diatas peatland section DD REP B 693. *Journal of Physics: Conference Series*, 1481(1). <http://doi.org/10.1088/1742-6596/1481/1/012025>
- Aji, A., Bahri, S., & Tantalia., 2017. Pengaruh Waktu Ekstraksi dan Konsentrasi HCL untuk Pembuatan Pektin dari Kulit Jeruk Bali (*Citrus maxima*). *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 6 (1).
- Akta, J., Indonesia, K., Tanjung, R. E., Fahrudin, F., & Samawi, F. (2020). Indonesia Chimica Acta Absorption of Heavy Metal Lead (Pb) by Water, 13, 0–5.

- Ali, A., Chiang, Y. W., & Santos, R. M. (2022). X-Ray Diffraction Techniques for Mineral Characterization: A Review for Engineers of the Fundamentals, Applications, and Research Directions. *Minerals*, 12(2). <http://doi.org/10.3390/min12020205>
- Annisa, F., Helwani, Z., & Bahruddin., 2015. Studi Polimerisasi Ester dari Asam Lemak Sawit Distilat (ALSD) menggunakan Inisiator Benzoil Peroksida 0,4%. *Jom FTeknik*, 2 (2).
- Anzulmi, K., & Hardeli. (2020). Pengaruh Crosslinker Terhadap Pembentukan Poli Asam Humat yang Digunakan Sebagai Dye pada Sel Surya DSSC. *Chemistry Journal*, 9(2), 9–13. Retrieved from <http://ejournal.unp.ac.id/index.php/kimia>
- Ao, X., & Guan, H. (2018). Preparation of Pb(II) ion-imprinted polymers and their application in selective removal from wastewater. *Adsorption Science and Technology*, 36(1–2), 774–787. <http://doi.org/10.1177/0263617417722262>
- Asnawi, A *et.al.* 2021. Metode Spektroskopi ATR-FTIR Tandem PCA untuk Mendeteksi Kopi Robusta sebagai Adulteran dalam Sediaan Kopi Arabika Toraja Komersial. *Jurnal Ilmiah Ibnu Sina*, 6 (1). <https://doi.org/10.36387/jiis.v6i1.646>
- Asni, N., K., & Sianita, M., M., 2020. Pengaruh Jumlah Crosslinker Terhadap Persen Ekstraksi Pada Sintesis Molecularly Imprinted Polymer Sebagai Adsorben Untuk Kloramfenikol. *UNESA Journal of Chemistry*, 3 (9).
- Bahri, S., & Hartono, D. (2019). Jurnal Teknologi Kimia Unimal Proses Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang Kepok (*Musa acuminata* B . C) secara Fermentasi Abstrak. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 1(Mei), 48–56.
- Beasley, M. M., Bartelink, E. J., Taylor, L., & Miller, R. M. (2014). Comparison of transmission FTIR, ATR, and DRIFT spectra: Implications for assessment of bone bioapatite diagenesis. *Journal of Archaeological Science*, 46(1), 16–22. <http://doi.org/10.1016/j.jas.2014.03.008>
- Beiser, A. (1965). Concepts of Modern Physics (Clear, but error-prone). *American Journal of Physics*, 33(8), 667.
- Bisergaeva, R. A., & Sirieva, Y. N. (2020). Determination of calcium and magnesium by atomic absorption spectroscopy and flame photometry. *Journal of Physics: Conference Series*, 1691(1). <http://doi.org/10.1088/1742-6596/1691/1/012055>
- Boukadida, M., Anene, A., Jaoued-Gramayaa, N., Chevalier, Y., & Hbaieb, S. (2022). Choice of the functional monomer of molecularly imprinted polymers: Does it rely on strong acid-base or hydrogen bonding interactions? *Colloids*

and *Interface Science Communications*, 50(August), 100669.
<http://doi.org/10.1016/j.colcom.2022.100669>

- Branger, C., Meouche, W., & Margailan, A. (2013). Recent advances on ion-imprinted polymers. *Reactive and Functional Polymers*, 73(6), 859–875.
<http://doi.org/10.1016/j.reactfunctpolym.2013.03.021>
- 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. <http://doi.org/10.1080/10408347.2014.949616>
- Dewi, L., Hadisoebroto, G., Anwar, K., Farmasi, J., Al-ghifari, U., & Atom, S. S. (2021). p- ISSN 2338-6851/ e-ISSN 2723-1887, 9(2), 15–24.
- Didik, L. A. (2020). PENENTUAN UKURAN BUTIR KRISTAL CuCr_{0,98}Ni_{0,02}O₂ 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>
- Fatimah, S., Ragadhita, R., Al Husaeni, D. F., & Nandiyanto, A. B. D. (2022). How to Calculate Crystallite Size from X-Ray Diffraction (XRD) using Scherrer Method. *ASEAN Journal of Science and Engineering*, 2(1), 65–76.
<http://doi.org/10.17509/ajse.v2i1.37647>
- Fauziyah, N., Widiasanti, A., & Sutresna, Y. (2022). Kajian Pengaruh Konsentrasi Etanol Terhadap Karakteristik Oleoresin Ampas Jahe Merah (*Zingiber officinale Roscoe*) Limbah Penyulingan. *Teknotan*, 16(3), 169.
<http://doi.org/10.24198/jt.vol16n3.6>
- Gugule, S., Fatimah, F., Chaleb, D., & Maanari, P. (2019). Pemisahan dan Karakterisasi Etanol dari Nira Aren (*Arenga pinnata*). *IPTEK Journal of Proceedings Series*, (4), 13–17.
- Hakim, L., Dirgantara, M., & Nawir, M. (2019). Karakterisasi Struktur Material Pasir Bongkahan Galian Golongan C Dengan Menggunakan X-Ray Difrraction (X-RD) Di Kota Palangkaraya. *Jurnal Jejaring Matematika Dan Sains*, 1(1), 44–51. <http://doi.org/10.36873/jjms.v1i1.136>
- Hou, X., Lv, S., Chen, Z., & Xiao, F. (2018). Applications of Fourier transform infrared spectroscopy technologies on asphalt materials. *Measurement: Journal of the International Measurement Confederation*, 121(March), 304–316. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2018.03.001>
- Humaira, T., Kurniawan, B., Hasanah, S., Christina, E., Hawckins At-Tsaqib, J., & Kunci, K. (2022). Modifikasi Struktur Polistirena Menggunakan Maleat Anhidrida sebagai Pengikat Silang dan Benzoil Peroksida sebagai Inisiator. *Asian Journal of Mechatronics, and Electrical Engineering*, 1(1), 25–34. Retrieved from <https://journal.formosapublisher.org/index.php/ajmee>

- Jepara, D. P., Azizah, R., Malau, R., Susanto, A. B., Santosa, G. W., & Hartati, R. (2018). Kandungan Timbal Pada Air , Sedimen , Dan Rumput Laut *Sargassum sp .*, *21*(23), 155–166.
- Jupri, R., Fauziah., & Taba, P., (2018). Indonesian Journal of Pure and Applied Chemistry, *1*(1), 30–38.
- 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. <http://doi.org/10.56064/jps.v24i1.680>
- Khajeh, M., Heidari, Z. S., & Sanchooli, E. (2011). Synthesis, characterization and removal of lead from water samples using lead-ion imprinted polymer. *Chemical Engineering Journal*, *166*(3), 1158–1163. <http://doi.org/10.1016/j.cej.2010.12.018>
- Kharin, A. Y. (2020). Deep learning for scanning electron microscopy: Synthetic data for the nanoparticles detection. *Ultramicroscopy*, *219*(June), 113125. <http://doi.org/10.1016/j.ultramic.2020.113125>
- Kusumkar, V. V., Galamboš, M., Viglašov, E., & Da, M. (2021). and Adsorption of Radionuclides.
- Lazar, M. M., Ghiorghita, C., Dragan, E. S., Humelnicu, D., & Dinu, M. V. (2023). Ion-Imprinted Polymeric Materials for Selective Adsorption of Heavy Metal Ions from Aqueous Solution.
- Li, J., Dong, X., Liu, X., Xu, X., Duan, W., Park, J., ... Lu, Y. (2022). Comparative Study on the Adsorption Characteristics of Heavy Metal Ions by Activated Carbon and Selected Natural Adsorbents. *Sustainability (Switzerland)*, *14*(23). <http://doi.org/10.3390/su142315579>
- Li, Z., Chen, L., Su, Q., Wu, L., Wei, X., Zeng, L., & Li, M. (2019). Synthesis and characterization of a surface-grafted Pb(II)-imprinted polymer based on activated carbon for selective separation and pre-concentration of Pb(II) ions from environmental water samples. *RSC Advances*, *9*(9), 5110–5120. <http://doi.org/10.1039/c8ra09992h>
- Lubis, B., Nelly, S. Nafianti, O. Rasyianti, dan F. Mindo. 2013. Hubungan Keracunan Timbal dengan Anemia Defisiensi Besi pada Anak. *Jurnal Kedokteran* *40* (01) 17-21.
- Maimuna, Monado, F., & Royani, I. (2020). Jurnal Fisika imprinted polymer (MIP) nano kafein, *10*(1), 1–7.
- Mauricio-Sánchez, R. A., Salazar, R., Luna-Bárceñas, J. G., & Mendoza-Galván, A. (2018). FTIR spectroscopy studies on the spontaneous neutralization of

- chitosan acetate films by moisture conditioning. *Vibrational Spectroscopy*, 94, 1–6. <http://doi.org/10.1016/j.vibspec.2017.10.005>
- Mays, Z. E. A., Adsorbent, S., Mays, Z. E. A., Zulfania, F., Fathoni, R., & Nur, A. M. (2022). *Jurnal chemurgy*, 6(200), 65–69.
- Meila Anggramiani, U., Hasan, A., Purnamasari, I., Teknik Kimia, J., Sriwijaya, N., Srijaya, J., ... Palembang, B. (2021). Kinetika Adsorpsi Karbon Aktif Dalam Penurunan Konsentrasi Logam Tembaga (Cu) Dan Timbal (Pb) Kinetic Adsorption Of Activated Carbon In Decreasing Concentrations Of Copper (Cu) And Lead (Pb) Metals. *Jurnal Kinetika*, 12(2), 29–37. Retrieved from <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/kimia/index>
- Melanie, K., Djamani, R., Zulfahmi, I., Nurlian, R., Sardi, A., Paujiah, E., ... Humairani, R. (2021). Toxic effect of lead (Pb) on hatching rate and larvae abnormalities of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 674(1). <http://doi.org/10.1088/1755-1315/674/1/012096>
- Muhkriani. (2016). Ekstraksi, Pemisahan Senyawa, Dan Identifikasi Senyawa Aktif. *Jurnal Kesehatan*, 16(2), 76.
- Muttaqin, R. (2023). Pengembangan Buku Panduan Teknik Karakterisasi Material : X-ray Diffractometer (XRD) Panalytical Xpert3 Powder. *Indonesian Journal of Laboratory*, 1(1), 9. <http://doi.org/10.22146/ijl.v1i1.78970>
- Nandiyanto, A. B. D., Oktiani, R., & Ragadhita, R. (2019). How to read and interpret ftir spectroscopy of organic material. *Indonesian Journal of Science and Technology*, 4(1), 97–118. <http://doi.org/10.17509/ijost.v4i1.15806>
- Nishchaya, K., Rai, V. K., & Bansode, H. (2023). Methacrylic acid as a potential monomer for molecular imprinting: A review of recent advances. *Results in Materials*, 18(February), 100379. <http://doi.org/10.1016/j.rinma.2023.100379>
- Nurhamidah dkk.,Cooling-heating, M. M. M. (2017). Pembuatan Molecularly Imprinted Polymer (Mip) Snf2017-Mps-45 Snf2017-Mps-46, VI, 45–50.
- Nurmawan, W., Bartholomeus, O. T., & Kainde, R. P. (2019). Analisis Kandungan Timbal (Pb) Dalam Daun Tanaman Di Ruang Terbuka Hijau. *J. Eugenia*, 25(3), 79–85. Retrieved from <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/eugenia/article/view/31403>
- Paudel, S., Kumar, S., & Mallik, A., 2021. Atomic Absorption Spectroscopy: A Short Review. *EPRA International Journal of Research and Development (IJRD)*, 9 (6).
- Paul, V., Pandey, R., K.V., R., & Meena, R. C. (2017). Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) for Elemental Analysis of Plant Samples. *Manual of*

ICAR Sponsored Training Programamme on “Physiological Techniques to Analyze the Impact of Climate Change on Crop Plants,” (January), 84–86. <http://doi.org/10.13140/RG.2.2.20976.15367>

Pinctada Putri Pamungkas, A. D. (2022). Microstructure With Scanning Electron Microscope and Sensory. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pertanian*, 9(2), 275–286.

Pratiwi, D. Y. (2020). Dampak Pencemaran Logam Berat (Timbal, Tembaga, Merkuri, Kadmium, Krom) Terhadap Organisme Perairan Dan Kesehatan Manusia. *Jurnal Akuatek*, 1(1), 59–65.

Pratush, A., Kumar, A., & Hu, Z. (2018). Adverse effect of heavy metals (As, Pb, Hg, and Cr) on health and their bioremediation strategies: a review. *International Microbiology*, 21(3), 97–106. <http://doi.org/10.1007/s10123-018-0012-3>

Puspita Sari, I., & Bachri Amran, M. (2021). Sintesis dan Karakterisasi SiO₂@APTES-IIP Sebagai Material Fungsional Penjerap Ion Kadmium(II). *IJCA (Indonesian Journal of Chemical Analysis)*, 4(1), 18–29. <http://doi.org/10.20885/ijca.vol4.iss1.art3>

Ramaiah, G. B., & Ramesh, K. P. (2017). Structural Analysis Of Merino Wool, Pashmina And Angora Fibers Using Analytical Instruments Like Scanning Electron Microscope And Infra-Red Spectroscopy Application and Evaluation of Properties of Ethylene Acrylic Acid Co-Polymer on Cotton Fabrics using E. *International Journal of Engineering Technology Science and Research*, 4(8), 112–125. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/319135784>

Rambe, M. D., Sitorus, T. B., Ambarita, H., Napitupulu, F. H., Andianto, P., Mesin, D. T., ... Utara, U. S. (2018). Edisi Cetak Jurnal Dinamis , Desember 2018 (ISSN : 0216-7492) Edisi Cetak Jurnal Dinamis , Desember 2018 (ISSN : 0216-7492). *Jurnal Dinamis*, (4), 60–73.

Rasyid, Z. W., & Paramita, V. (2022). Optimization of Pb(II) Metal Adsorption on Pomelo Peel Biosorbent by Immobilization in Ca-Alginate. *Journal of Vocational Studies on Applied Research*, 4(1), 27–32. <http://doi.org/10.14710/jvsar.v4i1.14624>

Rosita, B., & Widiarti, lidia. (2018). Hubungan Toksisitas Timbal (Pb) Dalam Darah Dengan Hemoglobin Pekerja Pengecatan Motor Pekanbaru. *Prosiding Seminar Kesehatan Perintis*, 1(1), 2622–2256.

Sankhla, M. S., Kumari, M., Nandan, M., Kumar, R., & Agramawal, P. (2016). Heavy Metals Contamination in Water and their Hazardous Effect on Human Health-A Review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 5(10), 759–766. <http://doi.org/10.20546/ijcmas.2016.510.082>

- Sari, T. I., Hadiah, F., Bahrin, D., Putri, T. J., & Amanda, R. (2023). Pengaruh konsentrasi inisiator kalium persulfat dan monomer sama akrilat terhadap persentase grafting karet alam / starch Effect of potassium persulfate and acrylic acid monomer concentration on the grafting percentage of natural rubber, 29(1), 9–18.
- Sayekti, R. W., Yuliani, E., Bisri, M., Juwono, P. T., Prasetyorini, L., Sonia, F., & Putri, A. P. (2015). Studi evaluasi kualitas dan status trofik air Waduk Selorejo akibat erupsi Gunung Kelud untuk budidaya perikanan. *Jurnal Teknik Pengairan*, 6(1), 133–145.
- Septiano, A. F., Sutanto, H., & Susilo. (2021). Synthesis and characterization of resin lead acetate composites and ability test of X-ray protection. *Journal of Physics: Conference Series*, 1918(2). <http://doi.org/10.1088/1742-6596/1918/2/022003>
- 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. <http://doi.org/10.1016/j.trac.2016.08.001>
- 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. <http://doi.org/10.1021/acs.jced.9b00953>
- Sharma, S. K., Verma, D. S., Khan, L. U., Kumar, S., & Khan, S. B. (2018). *Handbook of Materials Characterization. Handbook of Materials Characterization*. <http://doi.org/10.1007/978-3-319-92955-2>
- Shie P, Zhang Y, Li Z, Li P and Xu G, 2017. Influence of Land Use and Land Cover Patterns on Seasonal Water Quality at Multi-Spatial Scales. *Catena*, 151: 182–190.
- Shooto, N. D. (2020). Removal of toxic hexavalent chromium (Cr(VI)) and divalent lead (Pb(II)) ions from aqueous solution by modified rhizomes of *Acorus calamus*. *Surfaces and Interfaces*, 20(August). <http://doi.org/10.1016/j.surfin.2020.100624>
- Sianita, M. M., & Butar, M. B. (2022). Pengaruh Jumlah Crosslinker Pada Sintesis Molecularly Imprinted Polymer (Mip) Terhadap Kemampuan Adsorpsi Kloramfenikol. *Unesa Journal of Chemistry*, 11(1), 18–25. <http://doi.org/10.26740/ujc.v11n1.p18-25>
- Sinaga, Z., & Joniwarta, J. (2020). Analisis Ukuran Kristal Dan Sifat Magnetik Melalui Proses Pemesinan Milling Menggunakan Metode Karakterisasi Xrd, Mechanical Alloying, Dan Ultrasonik Tekanan Tinggi Pada Material Barium

- Hexaferrite (Bafe12o19). *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, 5(1), 9–14.
<http://doi.org/10.52447/jktm.v5i1.2372>
- Soni, D., Hasanah, A. N., & Mutakin. (2018). Selection of Functional Monomers on Diazepam Molecularly Imprinted Polymer (MIP) with Computational Techniques Pemilihan Monomer Fungsional pada Molecularly Imprinted Polymer (MIP) Diazepam dengan Teknik Komputasi. *Jurnal Ilmiah Farmako Bahari*, 9(2), 1–15.
- Sugito, S., & Rachmad Setiawan, A. K. (2022). Uji Performa AAS Thermo Ice 3000 Terhadap Logam Cu Menggunakan CRM 500 dan CRM 697 Di UPT Laboratorium Terpadu UNS. *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan*, 4(1), 1–6. <http://doi.org/10.14710/jplp.4.1.1-6>
- Sujatno, A., Salam, R., Bandriyana, B., & Dimiyati, A. (2017). Studi Scanning Electron Microscopy (Sem) Untuk Karakterisasi Proses Oksidasi Paduan Zirkonium. *Jurnal Forum Nuklir*, 9(1), 44.
<http://doi.org/10.17146/jfn.2015.9.1.3563>
- 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 KESEHATAN LINGKUNGAN INDONESIA*, 1 (2), 68.
- Tangga, R., Kecamatan, D. I., & Kabupaten, P. (2019). Zuhlilmi, 2 Ismail Efendy, 3 Darwin Syamsul, 4 Idawati, (November), 110–126.
- Tunjungsari, F., & Woro Sumarni, dan. (2019). Indonesian Journal of Chemical Science Karakteristik Adhesive Polymer Polivinil Asetat Termodifikasi Butil Akrilat untuk Aplikasi Transfer Metalize. *J. Chem. Sci*, 8(2). Retrieved from <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ijcs>
- Wahyuhadi, M. E., Kusumadewi, R. A., & Hadisoebroto, R. (2023). Effect of Contact Time on the Adsorption Process of Activated Carbon from Banana Peel in Reducing Heavy Metal Cd and Dyes Using a Stirring Tub (Pilot Scale). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1203(1).
<http://doi.org/10.1088/1755-1315/1203/1/012035>
- Wahyuningsih, K., Marwoto, P., & Sulhadi., 2013. Konduktivitas dan Transmittansi Fil Tipis *Zinc Oxide* yang Dideposisikan pada Temperatur Ruang. *Unnes Physics Journal*, 2 (1). <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/upj>
- Waode Jelita Ma'ruff Bay, & Linda Pulungan. (2022). Pemanfaatan Bahan Galian Mineral Kalsit Berdasarkan Karakteristik Sifat Fisik di Cikembar Sukabumi. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 40–47.
<http://doi.org/10.29313/jrtp.v2i1.994>

- Wijayanto, S. O., & A.P Bayuseno. (2013). Analisis kegagalan material pipa ferrule nickel alloy N06025 pada waste heat boiler akibat suhu tinggi berdasarkan pengujian : mikrogramafi dan kekerasan. *Jurnal Teknik Mesin Undip*, 1(4), 33–39.
- Yanti, Nurhayati, T., Royani, I., Widayani, & Khairurrijal. (2016). Synthesis and characterization of MAA-based molecularly-imprinted polymer (MIP) with D-glucose template. *Journal of Physics: Conference Series*, 739(1). <http://doi.org/10.1088/1742-6596/739/1/012143>
- Zega, F. I., Selly, R., & Zubir, M. (2021). Review of Adsorption of Fe Metal by Activated Carbon Adsorbent. *Indonesian Journal of Chemical Science and Technology (IJCST)*, 4(2), 74. <http://doi.org/10.24114/ijcst.v4i2.27600>
- Zhang, M., Yin, Q., Ji, X., Wang, F., Gao, X., & Zhao, M. (2020). High and fast adsorption of Cd(II) and Pb(II) ions from aqueous solutions by a waste biomass based hydrogel. *Scientific Reports*, 10(1), 3285. <http://doi.org/10.1038/s41598-020-60160-w>
- Zhou, Q., Yang, N., Li, Y., Ren, B., Ding, X., Bian, H., & Yao, X. (2020). Total concentrations and sources of heavy metal pollution in global river and lake water bodies from 1972 to 2017. *Global Ecology and Conservation*, 22, e00925. <http://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e00925>