



Excellence in
Learning Innovation



SEMINAR
NASIONAL
PEMBELAJARAN IPA



INOVASI BERNAS



PROSIDING

SEMINAR NASIONAL

PEMBELAJARAN IPA

*“Peran Pendidik IPA di Era Merdeka Belajar
Peluang dan Tantangan”*

Universitas Negeri Malang (UM)
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Oktober 2021
Terbit 2022



PROSIDING SEMINAR NASIONAL PEMBELAJARAN IPA KE-6 TAHUN 2021

“Peran Pendidik Ipa di Era Merdeka Belajar : Peluang dan Tantangan”

Malang, Sabtu 9 Oktober 2021
Online Via Zoom Meeting

Penanggung Jawab:
Dr. Munzil, M.Si.

Ketua Redaksi:
Dr. Yayuk Mulyati, S.Si., S.Pd., M.Si.

Redaksi Pelaksana:
Diana Dahniar
Dandy Wahyu Hidayat Haryanto
Yusuf Mardhani

Reviewer:
Indra Fardhani, S.Pd., M.Sc., M.I.L., Ph.D.
Agung Mulyo Setiawan, S.Pd, M.Si.
Isnani Juni Fitriyah, S.Pd, M.Si.
Erti Hamimi, S.Pd, M.Sc.
Muhammad Fajar Marsuki, S.Pd, M.Sc.
Yessi Affriyenni, S.Pd, M.Sc.
Sugiyanto, S.Pd, M.Si.
Dr.rer.nat. Safwatun Nida, S.Si., M.Pd.

e-ISSN 2721-4656

Penerbit:

Prodi Pendidikan IPA, FMIPA, Universitas Negeri Malang
Jl. Semarang No. 5 Gedung B23
Kota Malang, Jawa Timur, Indonesia, 65145
Telp: 0341-562-180
Website: <http://ipa.fmipa.um.ac.id/>
Email: ipa.fmipa@um.ac.id

*Hak cipta dilindungi oleh Undang-undang
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan cara
apapun tanpa izin tertulis dari penerbit*



KATA PENGANTAR

Atas nama panitia, dengan senang hati saya menyambut semua peserta di Seminar Nasional Pembelajaran IPA ke-6 Tahun 2021 yang diselenggarakan oleh Prodi Pendidikan IPA, FMIPA, Universitas Negeri Malang (UM). Penghargaan tertinggi kami sampaikan untuk kedua pembicara utama Seminar Nasional Pembelajaran IPA ke-6, Dr.rer.nat. Robby Zidny, M.Si, dari Prodi Pendidikan Kimia, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa; Metri Dian Insani, S.Si., M.Pd, dari Prodi Pendidikan IPA, FMIPA, Universitas Negeri Malang.

Kami menyampaikan terima kasih dan apresiasi kepada Rektor Universitas Negeri Malang, Prof. Dr. AH. Rofi'uddin, M.Pd; Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang, Prof. Dr. Hadi Suwono, M.Si; serta Koordinator Program Studi Pendidikan IPA, Dr. Munzil, M.Si atas segala dukungannya hingga terselenggaranya Seminar Nasional Pembelajaran IPA ke-6. Saya ucapkan terima kasih pula kepada segenap anggota panitia atas kerja keras, komitmen, dan dedikasinya dalam menyelenggarakan Seminar Nasional Pembelajaran IPA ke-6.

Kegiatan Seminar Nasional Pembelajaran IPA ke-6 tahun ini masih sama halnya dengan penyelenggaraan kegiatan Seminar tahun sebelumnya. Pada tahun ini kegiatan Seminar Nasional Pembelajaran IPA ke-6 juga masih dilakukan secara virtual karena adanya pandemi Covid-19 yang terjadi di seluruh dunia, termasuk di Indonesia. Hal tersebut tidak menyurutkan semangat panitia untuk menyelenggarakan acara sebaik mungkin.

Seminar Nasional Pembelajaran IPA ke-6 Tahun 2021 mengangkat Tema “Peran Pendidik IPA di Era Merdeka Belajar : Peluang dan Tantangan” dan diharapkan dapat memberikan kontribusi untuk seluruh peserta sehingga bisa sharing informasi maupun bertukar ide terkait dengan pembelajaran IPA dengan memperhatikan peluang dan tantangan di era merdeka belajar saat ini.

Sekitar lebih dari lima puluh peserta telah mendaftar baik untuk menyajikan presentasi penelitian ataupun berpartisipasi dalam seminar yang berasal dari berbagai daerah di Indonesia. Artikel yang terpilih akan diterbitkan dalam Jurnal Pembelajaran Sains, FMIPA, Universitas Negeri Malang, yang terindeks Sinta 5, sedangkan artikel yang lain akan diterbitkan dalam prosiding ber-ISBN.

Kami berharap buku prosiding ini dapat memberikan banyak kontribusi untuk menyebarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, baik oleh Dosen, Guru, Peneliti, ataupun Mahasiswa, dan semoga semua peserta mendapatkan banyak wawasan dan pengalaman. Sampai jumpa di Seminar Nasional Pembelajaran IPA ke-7 tahun 2022.

Malang, 9 oktober 2021

Panitia



SUSUNAN PANITIA

SEMINAR NASIONAL PEMBELAJARAN IPA KE-6 TAHUN 2021

No	Nama	Tugas
1.	Dr. Munzil, M.Si.	Penanggung Jawab
2.	Indra Fardhani, S.Pd., M.Sc., M.I.L., Ph.D.	Ketua
3.	Agung Mulyo Setiawan, S.Pd, M.Si.	Sekretaris
4.	Isnanik Juni Fitriyah, S.Pd, M.Si.	Bendahara
5.	Erti Hamimi, S.Pd, M.Sc.	Sie Acara
6.	Muhammad Fajar Marsuki, S.Pd, M.Sc.	Sie Humas, Desain, dan Dokumentasi
7.	Dr. Yayuk Mulyati, S.Si., S.Pd., M.Si.	Sie Makalah
8.	Yessi Affriyenni, S.Pd, M.Sc.	Sie Konsumsi
9.	Sugiyanto, S.Pd, M.Si.	Sie Perlengkapan
10.	Dr.rer.nat. Safwatun Nida, S.Si., M.Pd.	Sie Perlengkapan



DAFTAR ISI

PROSIDING SEMINAR NASIONAL PEMBELAJARAN IPA KE-6	1
TAHUN 2021.....	1
KATA PENGANTAR	2
SUSUNAN PANITIA.....	3
DAFTAR ISI.....	4
MEDIA PEMBELAJARAN <i>e</i> -MODUL HUKUM NEWTON TENTANG GRAVITASI DAN HUKUM KEPLER DENGAN PERSEPEKTIF ISLAM BERBANTUAN <i>FLIPBOOK</i> SEBAGAI PENDUKUNG PEMBELAJARAN DARING.....	8
Ahmad Ziyadatul Khoir Faqih 1*, Suci Prihatiningtyas 2, Ino Angga Putra ³	8
KUALITAS PROSES DAN HASIL BELAJAR KLASIFIKASI DIKOTOMI SISWA SMP DENGAN PENERAPAN <i>DRAG AND DROP</i> DI MASA PANDEMI.....	19
Nur Hidayati Puspita S.....	19
REKONSTRUKSI <i>e</i> -MODUL BERBASIS STEM DENGAN <i>DIAGNOSTIC TEST</i> PADA MATERI USAHA DAN ENERGI BAGI SISWA KELAS X SMA.....	23
Muhammad Rif'an ¹ , Ino Angga Putra ² , Suci Prihatiningtyas ³	23
ANALISIS APLIKASI <i>CONTEXTUAL TEACHING AND LEARNING</i> (CTL) DALAM PENGUATAN PENDIDIKAN KARAKTER SISWA MELALUI PEMBELAJARAN IPA DI SEKOLAH DASAR.....	34
Yanti Kusuma ¹ *, Avivatul Novi Aziza ²	34
MEDIA PEMBELAJARAN <i>e</i> -MODUL BERBASIS <i>FLIP PDF PROFESSIONAL</i> PADA MATERI MOMENTUM DAN IMPULS	41
Olifiya Diajeng Ayu Mawarni ¹ *, Kartika Wulandari ² , Suci Prihatiningtyas ³	41
REKONSTRUKSI <i>e</i> -MODUL BERBASIS STEM DENGAN <i>DIAGNOSTIC TEST</i> PADA MATERI GERAK LURUS BAGI SISWA KELAS X SMA/MA	50
Nunuk Hartutik ¹ , Ino Angga Putra ² , Novia Ayu Sekar Pertiwi ³	50
MODEL PEMBELAJARAN ARTIKULASI UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP PADA MATERI PELAJARAN IPA SMP	59
Isnanik Juni Fitriyah	59
PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN MENGGUNAKAN <i>FLIP PDF PROFESSIONAL</i> PADA MATERI GERAK HARMONIS SEDERHANA UNTUK MENINGKATKAN PENGUASAAN KONSEP SISWA	64
Khoirotun Nisa ¹ , Kartika Wulandari ² , Novia Ayu Sekar Pertiwi ³	64
ANALISIS KEBUTUHAN PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN PADA MATERI SISTEM GERAK PADA TUBUH MANUSIA UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN SISWA KELAS VIII SMP/SEDERAJAT	77
A'yunin Nadhifah ¹ , Herunata ² , Muhammad Fajar Marsuki ³	77
PENGEMBANGAN MEDIA <i>E-TORSO</i> BERBASIS APLIKASI ANDROID MATERI SISTEM GERAK PADA TUBUH MANUSIA UNTUK SISWA KELAS VIII SMP/SEDERAJAT	83
A'yunin Nadhifah ¹ , Herunata ² *, Muhammad Fajar Marsuki ³	83
PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) BERBASIS <i>POE</i> (<i>PREDICT, OBSERVE, DAN EXPLAIN</i>) DENGAN PENDEKATAN LITERASI SAINS.....	93
Cindy Audia Sahara *, Syaiful Arif	93



ANALISIS KEBUTUHAN BAHAN AJAR DALAM MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA PADA MATERI BIOTEKNOLOGI KELAS IX	105
Dwi Tina Arianti ¹ , Parno ^{2*} , Muhammad Fajar Marsuki ³	105
PENGEMBANGAN MEDIA INTERAKTIF BERBANTUAN <i>ADOBE FLASH "BIOLOGICAL FOREST"</i> DENGAN MATERI STRUKTUR TUMBUHAN PADA SISWA KELAS VIII	112
Titania Virda Nirmala ¹ , Munzil ² , Yessi Affriyenni ³	112
ANALISIS KEBUTUHAN BAHAN AJAR DALAM MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA PADA MATERI BIOTEKNOLOGI KELAS IX	117
Dwi Tina Arianti ¹ , Parno ^{2*} , Muhammad Fajar Marsuki ³	117
PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) BERBASIS POE (<i>PREDICT, OBSERVE, DAN EXPLAIN</i>) DENGAN PENDEKATAN LITERASI SAINS	124
Cindy Audia Sahara ^{1*} , Syaiful Arif ²	124
PENGARUH MODEL PROJECT BASED LEARNING (PJBL) TERHADAP KETERAMPILAN CRITICAL THINKING, CREATIVE THINKING, COLLABORATION & COMMUNICATION (4C) SISWA DI SMP	136
Beatrik Nova ^{1*}	136
STUDI LITERATUR <i>E-MODUL</i> BERBASIS <i>PROBLEM BASED LEARNING</i> (pbl) PADA MATERI SISTEM EKSKRESI MANUSIA UNTUK SISWA KELAS VIII SMP	141
Anisah Hanun ¹ , Hadi Suwono ^{2*} , Muhammad Fajar Marsuki ¹	141
STUDI LITERATUR KEBUTUHAN PENGEMBANGAN BAHAN AJAR UNTUK MEMFASILITASI SISWA SMP/MTs DALAM MENGANALISIS PENCEMARAN LINGKUNGAN	147
STUDI LITERATUR BAHAN AJAR IPA MODEL INKUIRI TERBIMBING PADA KEGIATAN MENGANALISIS INTERAKSI MAKHLUK HIDUP DENGAN LINGKUNGANNYA SEBAGAI SOLUSI UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA KELAS VII SMP/MTs	154
Ahmad Rizal Barozi Ilmi ¹ , Sugiyanto ^{2*} , Muhammad Fajar Marsuki ³	154
ANALISIS KEBUTUHAN MULTIMEDIA INTERAKTIF BERBASIS APLIKASI ANDROID UNTUK MENINGKATKAN KEMANDIRIAN BELAJAR SISWA	160
Hindun Mar'atus Sholihah ^{1*} , I Wayan Sumberartha ² , Muhammad Fajar Marsuki ³	160
<i>FORMATIVE FEEDBACK</i> BERBASIS SOAL PILIHAN GANDA ISOMORFIK PADA TOPIK PEMBENTUKAN BAYANGAN PADA CERMIN UNTUK SISWA SMP	165
Nur Hidayati Rifa'i ¹ , Sentot Kusairi ^{2*} , Erti Hamimi ¹	165
ANALISIS PEMAHAMAN KONSEP FISIKA PADA MAHASISWA PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA UNIVERSITAS HAMZANWADI	175
Laxmi Zahara ^{1*} , Bq. Aryani Novianti ² , Tsamarul Hizbi ³	175
ANALISIS KEBUTUHAN PENGEMBANGAN BAHAN AJAR BERBASIS <i>EXPLICIT SCIENTIFIC INQUIRY INSTRUCTION</i> (ESII) SEBAGAI SOLUSI UTAMA UNTUK MEMFASILITASI KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA PADA MATERI INTERAKSI MAKHLUK HIDUP DENGAN LINGKUNGANNYA	179
Aulia Zaldiana ¹ , Muntholib ^{2*} , Muhammad Fajar Marsuki ³	179
STUDI LITERATUR MEDIA PEMBELAJARAN IPA BERBASIS APLIKASI ANDROID BERBANTUAN HOLOGRAM 3D SEBAGAI SOLUSI UTAMA DALAM MENINGKATKAN MINAT BELAJAR SISWA PADA MATERI SISTEM PERNAPASAN MANUSIA	185
Natasia Paramita ¹ , Munzil ^{2*} , Muhammad Fajar Marsuki ³	185
PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN IPA DENGAN PENDEKATAN STEAM BERMETODE BRAINSTORMING PADA KEGIATAN MENGANALISIS	191



Dinik Afrianingsih, Sugiyanto*, Erti Hamimi.....	191
STUDI LITERATUR MEDIA PEMBELAJARAN E-LEARNING SEBAGAI SOLUSI DALAM MENINGKATKAN MINAT BELAJAR PESERTA DIDIK.....	204
Nuvira Maulidia ^{1*} , Arif Hidayat ² , Muhammad Fajar Marsuki ³	204
STUDI LITERATUR PENGEMBANGAN BAHAN AJAR IPA MODEL <i>PROBLEM BASED LEARNING</i> PADA KEGIATAN MENGANALISIS PENCEMARAN LINGKUNGAN UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA	208
Galuh Rizky Titania 1*, Sugiyanto 2, Muhammad Fajar Marsuki 3 ³	208
ANALISIS KEBUTUHAN PENGEMBANGAN E-MODUL INTERAKTIF MODEL PBL UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA PADA KEGIATAN MENGANALISIS PENCEMARAN AIR	213
Dyah Fitrianiingsih ^{1*} , Sugiyanto 2 ² , Muhammad Fajar Marsuki 3 ³	213
Santi Ramadhani Putri 1 ¹ , Sugiyanto 2 ² , Muhammad Fajar Marsuki 3 ³	216
STUDI LITERATUR MODEL PEMBELAJARAN <i>EXPLICIT SCIENTIFIC INQUIRY INSTRUCTION</i> (ESII) YANG BERORIENTASI BERPIKIR KRITIS SISWA.....	221
Amalia Nur Safitri ¹ , Muntholib ² , Muhammad Fajar Marsuki ¹	221
ANALISIS KEBUTUHAN BAHAN AJAR <i>E-BOOK</i> BERBASIS STEAM SEBAGAI SOLUSI UNTUK MENUMBUHKAN KESADARAN PESERTA DIDIK TERHADAP PENCEMARAN UDARA	225
Farin Natasya Panjaitan ¹ , Hadi Suwono ^{2*} , Muhammad Fajar Marsuki ³	225
KONSEP IPA TERAPAN DALAM PEMANFAATAN ALAT PENYARING KARBON MONOKSIDA PADA KNALPOT KENDARAAN BERMOTOR	234
Isnanik Juni Fitriyah ^{1*} , Audi Three Ninenova ² , Khomsiyah Naili ³ , Lutfiatul Nur Khasanah ⁴ , Shintia Ani Fatimatus Zahro ⁵	234
KONSEP IPA TERAPAN METODE PENGERINGAN JAGUNG DENGAN PENGERING EFEK RUMAH KACA (<i>GREEN HOUSE EFFECT</i>)	238
Isnanik Juni Fitriyah ^{1*} , Nadiyyatul Husna ² , Yana Lazuardhana Shalsabilla ³ , Lutvi Indah Oktavia Riyanto ⁴ , Reniita Fatjah ⁵	238
KONSEP IPA TERAPAN PADA PENGGUNAAN <i>AUTOCLAVE</i> DALAM INDUSTRI PENGALENGAN IKAN SARDEN.....	243
Isnanik Juni Fitriyah ^{1*} , Qorina Firdausi Nuzula 2 ² , Shalma Noeravizha 3 ³ , Shila Dwi Pratiwi 4 ⁴ , Zulfa Farikhatma 5 ⁵	243
KONSEP IPA TERAPAN PADA KALUNG PEMANTAU KONDISI HEWAN TERNAK BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) SEBAGAI UPAYA PENINGKATAN MUTU HASIL PETERNAKAN	249
Isnanik Juni Fitriyah ¹ , Azizah Wahyuningsih ² , Fanny Putri Danissa ³ , Iin Fadilatus Sholicha ⁴ , Senda Tiara Putri ⁵	249
KONSEP IPA TERAPAN PADA PENGEMABANGAN MASKER ANTIVIRUS BAGI TENAGA MEDIS DALAM PENANGANAN PASIEN COVID-19	253
Isnanik Juni Fitriyah *, Zahra Fajarani A, Anjas Prasetyo, Nisita Hardyanti	253
KONSEP IPA TERAPAN DALAM PENGOLAHAN LIMBAH CAIR TAHU SEBAGAI UPAYA PREVENTIF PENCEMARAN LINGKUNGAN	258
Isnanik Juni Fitriyah ^{1*} , Fianita Eka Putri ² , Mukrimah Rufaida Rochman ³ , Akhmad Khabibulloh Amir ⁴ , Muhammad Zainu Fuadin ⁵	258
UPAYA PENINGKATAN NUTRISI JERAMI DENGAN FERMENTASI SEBAGAI ALTERNATIF KRISIS PAKAN TERNAK RUMINASI.....	264
Isnanik Juni Fitriyah ^{1*} , Ade Rizky Nanda Perdana 2 ² , Arum Mulyani 3 ³	264



KONSEP IPA TERAPAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SAMPAH PLASTIK RAMAH LINGKUNGAN	268
Isnanik Juni Fitriyah ^{1*} , Ilzha Akbar Muharomi Wicaksono ² , Ratna Dewi Firdaus ³ , Ulin Nuha Hanifah ⁴	268
Dosen Jurusan Pendidikan IPA, Program Studi S1 Pendidikan IPA, Universitas Negeri Malang	268
KONSEP IPA TERAPAN DALAM UPAYA PENANGANAN WABAH COVID DENGAN WORMVIT (SUPLEMEN EKSTRAK CACING DAN KUNYIT) SEBAGAI ALTERNATIF PENGOBATAN PEREDA DEMAM	272
Isnanik Juni Fitriyah ¹ , Fira Naimatul Husna ² , Meirna Rahayu ³ , Natalie Pniel Dipa ⁴	272
ELEKTROKOAGULASI, SEBAGAI SUATU TEKNOLOGI DALAM PENGOLAHAN LIMBAH HASIL INDUSTRI ELEKTROPLATING	277
Isnanik Juni Fitriyah*, Wan Eka Yusi Saputri, Indrasta Wahyu Bagus Prasajo, Muhammad Nurul , Rayhan Osla Auditia	277
ANALISIS MODEL PEMBELAJARAN SEARCH SOLVE CREATE AND SHARE (SSCS) DALAM MELATIH KETRAMPILAN PROSES SAINS SISWA SMP	285
Amri Yahya ^{1*} , Habiddin Habiddin ² , Muhammad Fajar Marsuki ³	285
KONSEP IPA TERAPAN PADA PENGGUNAAN MOBIL LISTRIK SEBAGAI TEKNOLOGI TRANSPORTASI MASA DEPAN YANG RAMAH LINGKUNGAN	291
Isnanik Juni Fitriyah*, Nurul Azmi Listyani, Ilham Qoriatul Lailah, Novi Eka Putri	291
KONSEP IPA TERAPAN DALAM PENGGUNAAN BIOFILTRASI UNTUK MENGURANGI POLUTAN AIR LIMBAH	295
Isnanik Juni Fitriyah*, Cantik Azzaroiha, Nindy Eklesia Madelu, Nur Eva Ekasari Putri Madi, Nur Lailatul Fajri	295
KONSEP IPA TERAPAN PADA PEMANFAATAN LIMBAH JERAMI PADI DENGAN TEKNOLOGI AMONIASE SEBAGAI SUMBER PAKAN TERNAK	299
Isnanik Juni Fitriyah ^{1*} , Rif'atul Himmah ² , Desi Anggraini ³ , Yurike Utari ⁴	299
KONSEP IPA TERAPAN DALAM BRIKET ARANG AKTIF SEBAGAI PENYARING KARBONMONOKSIDA	303
Isnanik Juni Fitriyah ^{1*} , Wulidah Ainur Rokhmah ² , Hesti Fajar Lestari ³ , Erly Agustina Neta ⁴	303
RUMAH SEBAGAI LABORATORIUM PEMBELAJARAN IPA UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN PROSES SAINS DAN HASIL BELAJAR PESERTA DIDIK DI ERA PANDEMI	307
Sri Endarwati ^{1*}	307
KONSEP IPA TERAPAN DALAM PEMANFAATAN TENAGA SURYA SEBAGAI SUMBER ENERGI BATERAI SKUTER ELEKTRIK LUMAKSANA	316
Isnanik Juni Fitriyah ¹ , Anas Tasia Ory Zasativa ² , Brilliana Ghorbiy ³ , Cherry Salmaliana Lucky ⁴	316



ELEKTROKOAGULASI, SEBAGAI SUATU TEKNOLOGI DALAM PENGOLAHAN LIMBAH HASIL INDUSTRI ELEKTROPLATING

Isnani Juni Fitriyah*, Wan Eka Yusi Saputri, Indrasta Wahyu Bagus Prasojo, Muhammad Nurul , Rayhan Osla Auditia

Pendidikan IPA, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang

*Email : isnani.juni@um.ac.id

Abstrak

Perindustrian merupakan sesuatu yang berkaitan dengan industri. Industri adalah suatu kegiatan yang mengolah atau memproses suatu barang dengan menggunakan suatu sarana maupun peralatan yang tersedia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cara mengolah limbah hasil industri elektroplating menggunakan teknologi elektrokoagulasi. Metode analisis yang digunakan dalam artikel ini adalah metode studi literatur. Berdasarkan hasil analisis, Elektrokoagulasi atau dikenal dengan Elektrolisis Gelombang Pendek adalah proses dari mengolah suatu limbah dari hasil elektroplating atau penyepuhan yang mengandung beberapa bahan berbahaya seperti limbah logam berat nikel, tembaga, krom dimana elektrokoagulasi disini dilakukan dengan menghilangkan kadar limbah tersebut dengan mengaplikasikan arus listrik dalam mengelola kontaminan tersebut tanpa adanya tambahan koagulan. Teknologi elektrokoagulasi sangat bermanfaat di bidang industri terutama industri logam karena dapat membuat logam yang berkarat menjadi kembali mengkilat dan mengurangi adanya limbah hasil industri elektroplating.

Kata kunci: Limbah Elektroplating; Elektrokoagulasi

PENDAHULUAN

Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) mendefinisikan perindustrian adalah suatu sesuatu atau suatu urusan yang berikatan dengan industri. Sedangkan, industri sendiri adalah bagian dari perindustrian. Industri dalam KBBI dijelaskan sebagai suatu kegiatan yang mengolah atau memproses suatu barang dengan menggunakan suatu sarana maupun peralatan yang tersedia. Di Indonesia sendiri, pembangunan ekonomi nasional menjadikan sektor perindustrian menjadi suatu komponen yang utama. Banyak yang telah dikontribusikan oleh sektor perindustrian ini kepada ekonomi di Indonesia.

Indonesia dapat dikatakan salah satu negara dengan industri yang terbilang cukup banyak. Sektor perindustrian di Indonesia diantaranya tersebar dalam sektor pertanian, mineral, migas, dan transportasi. Sektor-sektor tersebut tersebar di seluruh wilayah Indonesia. Salah satu teknik dalam industri adalah elektroplating, yaitu teknik pelapisan. Limbah yang dihasilkan merupakan limbah B3 dan berbahaya. Dengan adanya studi literatur ini, diharapkan mengetahui teknologi yang dapat digunakan untuk mengolah limbah berbahaya hasil elektroplating. teknologi tersebut adalah elektrokoagulasi.

METODE

Artikel ini ditulis dengan menggunakan metode studi literatur. Pengumpulan data diperoleh dengan mengumpulkan materi-materi yang sesuai. Proses diawali dengan mencari artikel-artikel dari jurnal maupun buku online. Langkah selanjutnya yaitu membaca, memahami, dan menuliskan hasilnya dalam pembahasan. Studi literatur ini diperoleh hasil mengenai industri, jenisnya, elektroplating, hingga teknologi elektrokoagulasi seperti yang tertera dalam artikel berikut ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Industri dan Perindustrian

Segala sesuatu atau urusan yang berkaitan (bertalian) dengan industri merupakan makna perindustrian dalam KBBI (Kamus Besar Bahasa Indonesia). Industri sendiri dalam KBBI bermakna suatu kegiatan guna memproses atau mengolah suatu barang dengan menggunakan peralatan maupun sarana yang tersedia [1]. Dari pengertian tersebut, dapat dikatakan bahwa industri merupakan bagian dari perindustrian dan merupakan suatu kegiatan untuk mengolah suatu bahan menjadi barang yang memiliki nilai jual tinggi dan bermanfaat nantinya bagi kehidupan sehari-hari.

Industri yang tersebar di seluruh Indonesia, bahkan dunia terbagi menjadi berbagai jenis industri. Industri yang tersebar diantaranya didasarkan atas bahan baku, klasifikasi, hasil produksi, bahkan produktivitasnya[2].

1. Berdasarkan Bahan Baku

a. Industri ekstraktif

Industry ini merupakan industry yang bahan baku utamanya berasal dari alam. Pertanian, pertambangan, perikanan, dan kehutanan merupakan contoh indutri ekstraktif dengan bahan baku utamanya diambil langsung dari alam.

b. Industri nonekstraktif

Industry ini berkebalikan dengan industri ekstraktif, industri nonekstraktif merupakan industry yang bahan baku utamanya bukan dari alam. Industri ini terbagi menjadi 3 bagian, diantaranya sebagai berikut.

- 1) Industri reproduksi, merupakan industri yang melakukan pemulihan kembali setelah mengambil bahan baku yang berasal dari hasil alam.
- 2) Industri fasilitas, nama lain dari industri ini adalah jasa yang produk utama industri ini adalah jasa yang dijual pada konsumen. Contohnya adalah jasa yang bergerak di bidang perbankan, transportasi pendidikan, dan sebagainya.



Gambar 1: Contoh Industri Jasa

Sumber: smkbelajar.com

- 3) Industri manufaktur, secara sederhana industri ini dimaknai sebagai proses pembuatan produk menggunakan tangan. Namun, saat ini dimaknai sebagai memproduksi suatu produk dengan mesin tetapi masu dalam pengawasan secara manual. Obat-obatan, pakaian, tekstil, barang-barang rumah tangga merupakan contoh industri manufaktur.



Gambar 2: Contoh Industri Manufaktur

Sumber: pelajaran.co.id

2. Berdasarkan Klasifikasi

Klasifikasi ini didasarkan pada Surat Keputusan Menteri Perindustrian Indonesia No. 19/M/I/1986. Dalam SK Menteri Perindustrian tersebut jenis-jenis industri dibagi menjadi berikut.

- a. Industri kimia dasar, seperti industri obat-obatan (farmasi), industri pupuk, industri ban, industri kertas.
 - b. Industri mesin dan logam dasar, seperti industri pesawat terbang, industri mesin, industri alat komunikasi.
 - c. Industri kecil, seperti industri makanan ringan, industri minyak goreng, industri roti.
 - d. Aneka industri, semua industri yang tidak termasuk dalam 3 jenis industri di atas, seperti industri pakaian.
3. Berdasarkan Hasil Produksi
- a. Industri berat, industri ini menghasilkan mesin dan/ alat produksi, seperti alat transportasi dan alat berat (kontruksi).
 - b. Industri ringan, industri ini menghasilkan barang jadi langsung pakai, seperti makanan dan minuman serta obat-obatan (farmasi).
4. Berdasarkan Produktivitas Perorangan
- a. Industri primer, merupakan industri yang barang produksinya bukan hasil olahan langsung atau tanpa diolah terlebih dahulu. Industri ini terbagi menjadi dua industri yaitu industri ekstraktif dan industri genetik. Kedua industri tersebut termasuk industri primer karena barang produksinya tidak diolah terlebih dahulu.
 - 1) Industri ekstraktif, menggunakan SDA (Sumber Daya Alam) seperti air, tanah udara. Contohnya penebangan, pertambangan.
 - 2) Industri genetik, berhubungan dengan tumbuh dan kembang hewan maupun tumbuhan. Contohnya pembibitan tanaman.
 - b. Industri sekunder, merupakan industri yang mengolah bahan mentah menjadi bahan yang dapat diolah kembali. Industri ini melalui dua proses pengolahan untuk memperoleh barang jadi, yang diawali dengan pengolahan bahan mentah akan menjadi bahan setengah jadi akan diolah lagi menjadi bahan jadi. Contohnya industri pemintalan benang sutra, komponen elektronik dan sebagainya.
 - c. Industri tersier, hasil industri berupa layanan yang bergerak dalam bidang jasa. Contohnya seperti telekomunikasi, transportasi, perbankan, perawatan kesehatan dan sebagainya.
 - d. Industri kuartier, merupakan industri yang melibatkan penelitian (riset) dan pengembangannya, seperti informasi teknologi atau TI.

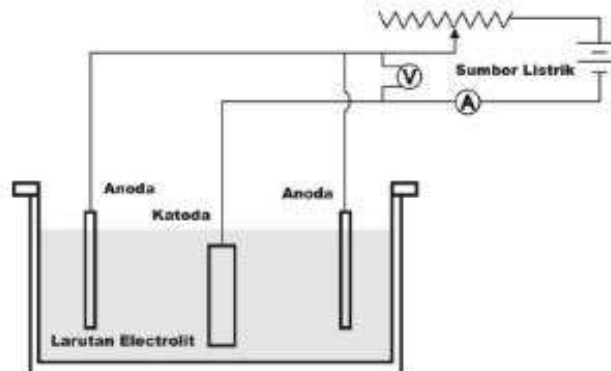
Elektroplating

Salah satu bidang industri yang termasuk ke dalam industri manufaktur adalah industri elektroplating yang mana kegiatan yang dilakukan adalah kegiatan elektroplating. Disebutkan oleh Nurhasni, dkk (2013) elektroplating bermakna sebagai proses yang dilakukan yang diupayakan sebagai pelindung dari proses redoks, dalam konteks ini adalah perkaratan pada baja maupun besi sehingga efek yang ditimbulkan adalah kilapan [3]. Industri ini banyak tersebut di seluruh bagian Indonesia. Teknik elektroplating yang berkembang pesat di Indonesia, sering diaplikasikan pada beberapa industri, layaknya industri kontruksi pabrik, industri peralatan rumah tangga, bahkan industri otomotif [4].

Penelitian yang dilakukan oleh Anisa, dkk pada tahun 2020 memberikan suatu contoh daerah yang dalam industrinya menggunakan teknik atau teknologi elektroplating. Salah satunya berada di Kotagede tepatnya di Kota Yogyakarta, yaitu kerajinan yang terbuat dari perak dengan nama sehari-harinya penyepuhan [5]. Umumnya, caranya yakni dengan proses koagulasi logam yang dipakai untuk melapisi logam atau plastik yang akan dilakukan elektroplating, prosesnya dengan cara elektrolitik [6]. Utamanya, kegiatan elektroplating ini dilakukan dengan tujuan utama dalam hal penampilan produk yang dihasilkan, misalnya bagus, mengkilap, atau sebagai unsur dekoratif dari sebuah hasil produk, tujuan selanjutnya yaitu penting dalam hal perlindungan produk dari adanya korosi, bisa pula hal ini menjadi sifat yang khas dari sebuah permukaan produk yang dihasilkan [7].

Komponen utama dari elektroplating adalah arus listrik yang searah atau DC (*direct current*) dan larutan kimia elektrolit [8]. Pertama-tama, disiapkan sebuah bejana atau wadah yang diisi dengan larutan kimia yang digunakan, bahan kimia ini disesuaikan dengan apa yang akan dilapiskan. Selanjutnya, arus listrik dialirkan melalui kutub positifnya menuju kutub negatifnya. Bagian kutub positif ini disebut sebagai anoda yang berisikan logam yang digunakan untuk melapisi seperti perak, tembaga, maupun krom. Sedangkan pada bagian negatifnya atau disebut katodanya berupa benda atau logam yang ada dilapisi oleh pelapisnya. Hasilnya,

logam yang sudah terlapisi [5]. Kedua elektrode tersebut, dicelupkan (dimasukkan) dan merendamnya dalam larutan elektrolit tersebut. Sesaat setelah arus DC dialirkan, pada bagian katodanya, akan dihasilkan endapan yang disebut sebagai pelapisan logam. Aliran arus DC itu, menyebabkan adanya elektron mengalir menuju katoda, ion logam akan didapat dari elektrolit, hal itulah yang menjadikan perpindahan logam yang akan melapisi logam lainnya [8].



Gambar 3: Skema Proses Electroplating

Sumber: Prasetyaningrum & Dharmawan, 2018.

Electroplating, sebuah teknik yang dapat dikatakan sebagai prosedur positif dalam perindustrian di era modern ini, disisi lainnya, jika dilihat, positifnya dari suatu teknik tidak selalu seperti itu, sesuatu hal juga bisa bernilai negatif. Sebuah proses didalam industri, pasti menghasilkan suatu limbah. Limbah bermakna sebagai suatu benda yang boleh dianggap tidak ada gunanya, tidak ada yang menginginkan, tidak disenangim bahkan limbah harus segera dihilangkan keberadaannya, limbah ini ada akibatnya lingkungan masyarakat yang normal, yang bentukannya atau wujudnya padat, cair, bahkan bisa gas [9]. Hasil elektroplating tidak hanya berupa lapisan pada bahan yang dilapisi, tetapi juga limbah jenis limbah cair yang dihasilkan. Limbah-limbah elektroplating masuk dalam limbah kategori bahan beracun dan berbahaya atau B3. Fe, Ni, Cu, Mn, dan Cr adalah beberapa dari banyak unsur logam yang ada dalam limbah cair [3]. Adanya daya racun yang cukup tinggi dimiliki oleh Ni (nikel) dan Cu (tembaga), akibatnya unsur-unsur fisiologis dalam tubuh manusia akan berinteraksi dengan itu. Jika demikian itu terjadi, metabolismenya akan mengalami gangguan [10]. Selain itu pula, Cr^{6+} pada limbah tersebut kandungannya cukup tinggi dan menyebabkan kesehatan manusia bisa memburuk, tidak hanya itu, organisme akuatikpun juga bisa terganggu [5]. Oleh sebab dampak yang ditimbulkan cukup serius untuk kelangsungan hidup ini, maka diperlukan adanya suatu proses yang digunakan untuk mengolah hasil-hasil limbah elektroplating ini. Suatu cara yang dianggap bisa sebagai referensi yaitu elektrokoagulasi. Elektrokoagulasi ini adalah teknologi yang dapat diterapkan untuk mengurangi berbahaya limbah tersebut [11].

Elektrokoagulasi

Elektrokoagulasi atau dikenal dengan Elektrolisis Gelombang Pendek adalah proses dari mengolah suatu limbah dari hasil elektroplating atau penyepuhan yang mengandung beberapa bahan berbahaya seperti limbah logam berat nikel, tembaga, krom dimana elektrokoagulasi disini dilakukan dengan menghilangkan kadar limbah tersebut dengan mengaplikasikan arus listrik dalam mengelola kontaminan tersebut tanpa adanya tambahan koagulan. Koagulan yang dimaksud disini yakni Elektrokoagulasi tidak menggunakan bahan kimia sebagai bahan pengendapan dalam pengolahan limbah tersebut. Elektrokoagulasi disini menggunakan alat berupa elektroda anoda dan katoda sebagai lempengan logamnya, dimana anoda dan katoda disini dialiri oleh arus listrik searah (DC) yang juga menerapkan prinsip elektrokimia. Prinsip elektrokimia yaitu anoda yang teroksidasi, air limbah tereduksi sehingga mampu menjadikan air limbah terolah dan mampu menurunkan konsentrasi dari kandungan limbah electroplating kepada konsentrasi yang sangat rendah. Keunggulan dari proses elektrokoagulasi disini adalah dari segi penggunaan peralatan yang sederhana serta tidak komplikatif dalam pengoperasiannya, tidak memakai koagulan atau bahan kimia berbahaya dalam pengolahannya sehingga termasuk ke dalam pengolahan limbah yang ramah lingkungan[12].

Prinsip Elektrokoagulasi

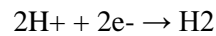
Prinsip dari Elektrokoagulasi berdasarkan konsep fisika dasar, yakni pengaruh oleh gaya magnet terhadap ion pada medan magnet yang nantinya akan ditarik oleh plat. Dalam elektrokoagulasi juga terdapat aliran listrik searah atau yang dikenal dengan arus DC yang mengakibatkan destabilisasi unsur partikel yang terikat didalamnya yakni bisa berupa logam, hidrokarbon bahkan senyawa organik. Disaat tidak stabil, muatan pada partikel serta ion akan menarik unsur dari partikel dan senyawa lainnya hingga membentuk senyawa yang sangat stabil. Elektrokoagulasi menerapkan proses dengan penggunaan sebuah plat logam berupa elektroda yakni anoda dan katoda yang diletakkan pada suatu wadah yang sudah diisi dengan limbah yang akan diolah. Elektroda tersebut nantinya akan dimasukkan ke dalam wadah berupa bejana yang dialiri arus listrik searah (DC) sehingga terjadilah proses elektrokimia yang secara konsep kation menuju katoda dan anion menuju anoda yang membentuk flokulan. Flokulan hasil elektrokimia ini nanti bisa mengikat kontaminan partikel pada limbah dari hasil electroplating [12][13].

Reaksi Pada Katoda dan Anoda

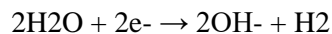
Secara konsep dari reaksi yang terjadi, terbagi kedalam 2 bagian

Katoda

Pada katoda, akan terjadi reduksi ion H^+ dari suatu asam yang menjadi gas H_2 (hydrogen) yang nantinya bebas dan menjadi gelembung gas. Berlaku persamaan =



Untuk larutan yang mengalami reduksi adalah pada pelarutnya yakni berupa air dari limbahnya yang dimana akan terbentuk gas H_2 (hydrogen) pada katodanya. Berlaku persamaan



Anoda

Pada anoda, terkandung atas logam yang akan teroksidasi. Berlaku persamaan

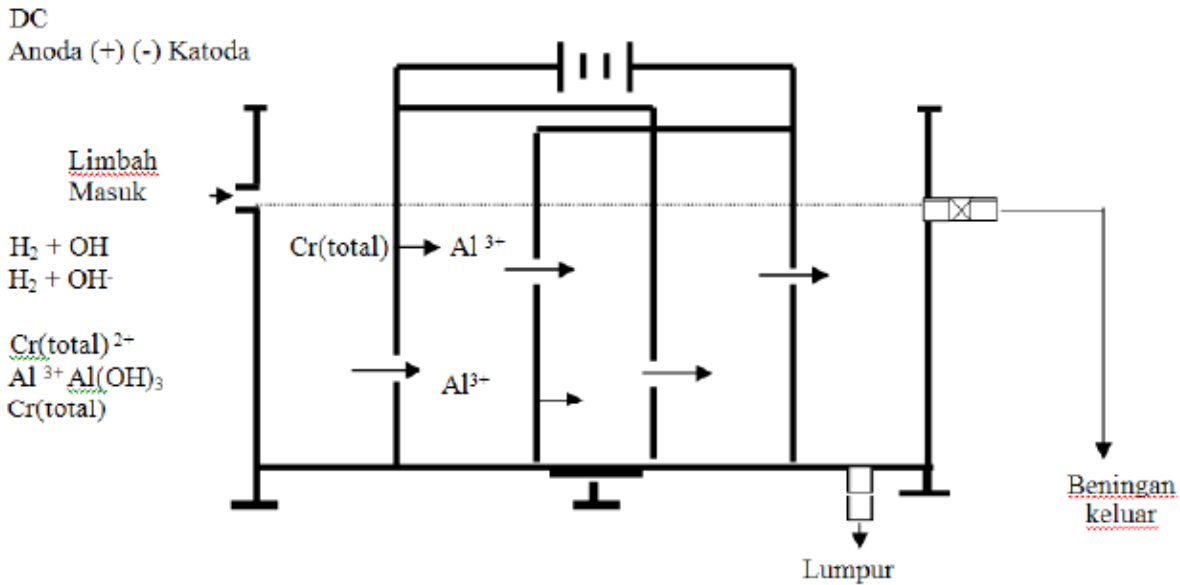


Dan pada ion OH^- dari basa mengalami oksidasi yang membentuk gas O_2 (oksigen). Berlaku persamaan



Dari persamaan diatas, maka pada anoda terbentuklah gas H_2 dan flok logam hidroksida[12].

Proses Elektrokoagulasi



Gambar 4: Proses Elektrokoagulasi
Sumber: Prayitno & Kismolo, 2012.

Tahapan yang bisa dilakukan dalam proses Elektrokoagulasi disini adalah =

1. Limbah cair yang akan di olah dipisah sesuai dengan kandungan senyawa kimianya sehingga tidak terjadi reaksi kimia yang tidak diinginkan. Setelah itu dipompa untuk masuk dalam bak equalisasi sesuai dengan debit yang ditentukan.
2. Setelah bak equalisasi penuh, kemudian dimasukkan aliran arus listrik searah dengan menghidupkan melalui adaptor yang sudah disetting didalamnya.
3. Kemudian limbah dari bak equalisasi dialirkan menuju bak sedimentasi dengan melalui rangkaian elektroda yang sudah dialiri arus listrik searah dan dilanjutkan menuju bak media filtrasi untuk menyaring beberapa partikel yang lolos.

Jika dilihat dari reaksi-reaksi diatas, anoda akan menghasilkan gas, gelembung (buih), dan flok $Al(OH)_3$. Logam Pb pada limbah akan terikat oleh flok yang terbentuk. Ketika ada ikatan antara flok dan logam Pb akan menimbulkan kecenderungan membentuk endapan (mengendap). Endapan hasil ikatan flok terhadap logam Pb akan diletakkan pada bak sedimentasi (mengalami proses sedimentasi) dan sisa-sisa buih akan terpisah pada bagian filtrasi (penyaringan)[14].

Kelebihan dan Kekurangan Elektrokoagulasi

Proses pengolahan limbah dengan menggunakan elektrokoagulasi memiliki beberapa kekurangan, diantaranya sebagai berikut [15][16].

- Teknik ini tidak bisa digunakan untuk mengolah limbah cair yang memiliki sifat elektrolit yang tinggi. Hal ini sebab akan terjadi reaksi antar elektroda.
- Kekuatan reduksi dari logam berat dalam limbah cair dipengaruhi oleh besar maupun kecilnya dari arus voltase listrik searah yang ada pada elektroda.
- Mahalnya penggunaan listrik yang bisa terjadi.
- Anoda yang berbentuk batangan sehingga berpotensi untuk mengalami korosi. Hal ini menyebabkan harus selalu diganti.
- Terbentuknya lapisan di elektroda dapat mengurangi efisiensi dari pengolahan limbah.

Disisi lain, kelebihan-kelebihan juga dimiliki dalam teknik elektrokoagulasi ini, diantaranya sebagai berikut [16][17].

- Peralatan yang dibutuhkan dalam teknik ini sederhana.
- Selain sederhana, teknik ini juga dinilai mudah dalam pengoperasiannya.
- Hasil olahan dari air limbah ini adalah *effluent* yang jernih atau tidak berwarna serta tidak berbau.

- Bisa digunakan untuk mengurangi pencemaran yang berskala besar. pH yang cenderung konstan karena kandungan garam yang tidak bertambah secara signifikan yang seperti pada pengolahan kimiawi.

PENUTUP

Kesimpulan

Industri merupakan bagian dari perindustrian dan merupakan suatu kegiatan untuk mengolah suatu bahan menjadi barang yang memiliki nilai jual tinggi dan bermanfaat nantinya bagi kehidupan sehari-hari. Industri yang terdapat di Indonesia diklasifikasikan berdasarkan bahan baku, klasifikasi, hasil produksi, bahkan produktivitasnya. Limbah yang dihasilkan dari industri sebagian besar merupakan limbah anorganik dan bisa berbahaya bagi lingkungan, sehingga diperlukan pengolahan limbah sebelum adanya pembuangan. Elektroplating merupakan suatu proses yang memiliki tujuan sebagai perlindungan dari perkaratan dan pada baja dan besi akan terlihat efek mengkilapnya. Teknologi yang dapat digunakan dalam mengolah limbahnya yaitu koagulasiflokulasi dan elektrokoagulasi.

Keterbatasan

Studi literatur ini telah dilaksanakan sesuai dengan prosedur ilmiah, namun demikian masih memiliki keterbatasan. Dimana pada masa pandemic covid-19 ini anggota kelompok tidak dapat berkumpul dan melakukan observasi langsung terkait pengolahan sampah dengan teknik elektrokoagulasi ini.

Saran

Bagi pabrik yang menggunakan bahan-bahan yang berpotensi berbahaya dapat menggunakan teknik-teknik tersebut untuk mengurangi dampak yang ditimbulkan dari limbah tersebut terhadap lingkungan disekitarnya. Dengan adanya artikel ini, diharapkan dapat menjadi acuan untuk melakukan penelitian lebih lanjut terkait efektivitas teknik elektokoagulasi dalam pengolahan limbah berbahaya.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] “Arti kata industri - Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) Online.” <https://kbbi.web.id/industri> (accessed Sep. 08, 2021).
- [2] “Industri Olahraga - Google Books.” https://www.google.co.id/books/edition/Industri_Olahraga/RiAPEAAAQBAJ?hl=id&gbpv=1&dq=Nugroho,+Sigit.+2020.+Industri+Olahraga.+Yogyakarta:+UNY+Press&pg=PR4&printsec=frontcover (accessed Sep. 08, 2021).
- [3] N. Nurhasni, Z. Salimin, and I. Nurfitriyani, “Pengolahan Limbah Industri Elektroplating Dengan Proses Koagulasi Flokulasi,” *J. Kim. Val.*, vol. 3, no. 1, pp. 305–314, 2013, doi: 10.15408/jkv.v3i1.328.
- [4] G. Murdikaningrum, D. Djaenudin, K. Kencanawati, and W. Hermawan, “Sistem Pengolahan Air Limbah Elektroplating Berbasis Nikel,” *Sainteks J. Sains dan Tek.*, vol. 1, no. 2, pp. 57–68, 2019, doi: 10.37577/sainteks.v1i2.126.
- [5] A. H. Jauharoh, A. Nurmiyanto, and A. Yulianto, “Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) pada Kegiatan Pelapisan Logam (Elektroplating) Skala Kecil Dan Menengah (IKM X) di Daerah Istimewa Yogyakarta,” *J. Sains dan Teknol. Lingkung.*, vol. 12, no. 1, pp. 25–44, 2020, [Online]. Available: <https://journal.uin.ac.id/JSTL/article/view/14427>.
- [6] R. Triwulandari, N. Pahlevi, M, and A. Mirwan, “PENGAMBILAN LOGAM Cr6+ DAN Cr TOTAL DARI LIMBAH INDUSTRI ELEKTROPLATING SECARA ELEKTROKOGULASI,” *Konversi*, vol. 1, no. 1, pp. 45–49, 2012, doi: 10.20527/k.v1i1.117.
- [7] N. Effendi, “Pengaruh Variasi Rapat Arus Terhadap Ketebalan Lapisan Elektroplating Seng Pada Baja Karbon Rendah,” *Traksi*, vol. 9, no. 1, pp. 18–24, 2009.
- [8] A. Prasetyaningrum and Y. Dharmawan, “Aplikasi Teknologi Elektrokoagulasi pada Pengolahan Limbah Industri Elektroplating sebagai Upaya Menghasilkan Produksi Kerajinan Logam Berbasis Green Technology,” vol. 12, no. 1, pp. 37–44, 2018.
- [9] M. Rizal, “ANALISIS PENGELOLAAN PERSAMPAHAN PERKOTAAN (Studi kasus pada



- Kelurahan Boya Kecamatan Banawa Kabupaten Donggala),” *Smartek*, vol. 9, pp. 155–172, 2011.
- [10] R. Nofitasari, G. Samudro, J. T. Lingkungan, F. Teknik, and U. Diponegoro, “Studi Penurunan Konsentrasi Nikel Dan Tembaga Pada Limbah Cair Elektroplating Dengan Metode Elektrokoagulasi,” *Tek. Lingkung.*, vol. 9, no. 2, pp. 96–106, 2012, doi: 10.14710/presipitasi.v9i2.96-106.
- [11] T. Hernaningsih, “Tinjauan Teknologi Pengolahan Air Limbah Industri Dengan Reviews of Electrocoagulation Process on Waste Water Treatment,” *J. Rekayasa Lingkung.*, vol. 9, no. 1, pp. 31–46, 2016.
- [12] A. R. Pratika, B. Widiono, J. T. Kimia, and P. N. Malang, “Studi Literatur Pengolahan Limbah Cair Elektroplating Untuk Mengurangi Kadar Logam Nikel Dan Tss (Total Suspended Solid) Menggunakan Elektrokoagulator,” *Distilat J. Teknol. Separasi*, vol. 6, no. 2, pp. 346–353, 2020, doi: 10.33795/distilat.v6i2.120.
- [13] N. Puspita Sari, L. Santoso, and S. Hudaidah, “e-JRTBP Volume 1 No 1 Oktober 2012,” *J. Rekayasa dan Teknol. Budid. Perair.*, vol. I, no. 1, pp. 31–38, 2012.
- [14] Prayitno and E. Kismolo, “Percobaan awal proses elektrokoagulasi sebagai metode alternatif pada pengolahan limbah cair,” *Pros. Pertem. dan Present. Ilmiah-Penelitian Dasar Ilmu Pengetah. dan Teknol. Nukl.*, pp. 94–99, 2012.
- [15] E. Wardhani, M. Dirgawati, and K. P. Valyana, “Penerapan Metode Elektrokoagulasi Dalam Pengolahan Air Limbah Industri Penyamakan Kulit,” *Semin. Ilm. Nas.*, pp. 1–16, 2012.
- [16] B. Rachmawati, Y. Surya, P, and M. Mirwan, “Proses Elektrokoagulasi Pengolahan Limbah Laundry,” *J. Ilm. Tek. Lingkung.*, vol. 6, no. 1, pp. 15–22, 2014, doi: 10.26578/jrti.v6i11.1505.
- [17] E. Wiyanto, B. Harsono, A. Makmur, R. Pangputra, and M. Stefanus Kurniawan, “Penerapan Elektrokoagulasi Dalam Proses Penjernihan Limbah Cair,” *JETri*, vol. 12, no. 1, pp. 19–36, 2014.



Program Studi Pendidikan IPA
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Malang
Jalan Semarang No. 5 Malang
ipa.fmipa.um.ac.id

