

Pengolahan Limbah Cair Industri Elektroplating dengan Proses Flotasi Menggunakan *Methyl Ester Sulfonate* (MES) sebagai *Collector*

Laurentius Urip Widodo, Bika Amalia Sholekhah*, dan Hubby Hikmatu Ilma

Teknik Kimia, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Surabaya, Indonesia

*bikaamaliasholekhah@gmail.com

OPEN ACCESS

Citation: Laurentius Urip Widodo, Bika Amalia Sholekhah, dan Hubby Hikmatu Ilma. 2021. Pengolahan Limbah Cair Industri Elektroplating dengan Proses Flotasi Menggunakan *Methyl Ester Sulfonate* (MES) sebagai *Collector*. *Journal of Research and Technology* Vol. 7 No. 2 Desember 2021: Page 227–236.

Abstract

Industrial waste is a major problem for countries that are developing large industries such as Indonesia. Industrial waste with heavy metal content such as electroplating waste cannot be disposed of directly into the water because it can cause environmental pollution. Therefore, further processing is needed to reduce or eliminate metal levels in the waste water. In this study, the method used to reduce Cu metal content in electroplating waste is using the flotation method. Flotation is the process of separating minerals or ions through flotation with the help of air bubbles to the surface of the water. The parameters observed in this study were the effect of pH and collector on % Cu removal. Experiments were carried out with waste water feed containing Cu metal with an initial concentration of 107.6 mg/L, with a variation of pH 4,5,6,7,8 and a variation of the concentration of 200 mg/L, 300 mg/L, 400 mg/L, 500 mg/L and 600 mg/L of collector. After being analysed using Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS), the best% Cu removal at pH 6 conditions and 300 mg/L methyl ester sulfonate (MES) concentration was 67.19%.

Keywords: *Electroplating, Flotation, Methyl Ester Sulfonate (MES).*

Abstrak

Limbah industri merupakan permasalahan utama bagi negara yang sedang mengembangkan industri-industri besar seperti Indonesia. Limbah industri yang memiliki kandungan logam berat seperti limbah elektroplating tidak dapat langsung dibuang ke perairan karena dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan. Maka dari itu diperlukan pengolahan lebih lanjut untuk mengurangi atau menghilangkan kadar logam dalam air limbah tersebut. Dalam penelitian ini, metode yang dilakukan untuk mengurangi kadar logam Cu pada limbah elektroplating adalah menggunakan metode flotasi. Flotasi merupakan proses pemisahan mineral atau ion melalui pengapungan

dengan bantuan gelembung udara sampai ke permukaan air. Parameter yang diamati dalam penelitian ini yaitu pengaruh pH dan konsentrasi collector pada persen penyisihan logam tembaga. Eksperimen dilakukan dengan umpan air limbah yang mengandung logam tembaga dengan konsentrasi awal 107,6 mg/L, dengan variasi pH 4,5,6,7,8 dan variasi konsentrasi collector 200 mg/L, 300 mg/L, 400 mg/L, 500 mg/L dan 600 mg/L. Setelah dianalisa menggunakan Atomic Absorption Spectrofotometer (AAS), diperoleh persen penyisihan tembaga terbaik pada kondisi pH 6 dengan konsentrasi methyl ester sulfonate (MES) 300 mg/L yaitu sebesar 67,19%.

Kata Kunci: *Electroplating, Flotation, Methyl Ester Sulfonat (MES).*

1. Pendahuluan

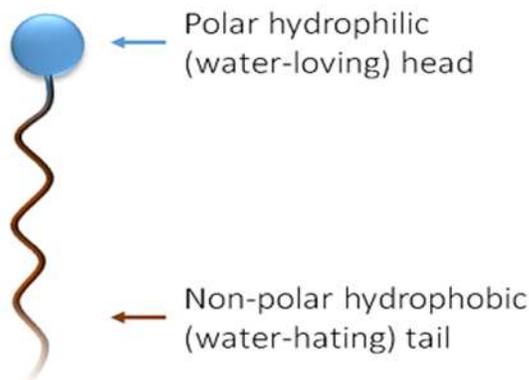
Perkembangan industri di Indonesia saat ini berlangsung sangat pesat seiring dengan kemajuan teknologi. Indonesia sudah menjadi basis industri manufaktur terbesar se-ASEAN dan berkontribusi pada perekonomian nasional. Semakin banyaknya industri-industri ini akan menjadi pemicu meningkatnya pencemaran pada sumber air yang berasal dari limbah industri yang dibuang ke lingkungan tanpa pengolahan terlebih dahulu. Limbah industri yang mengandung senyawa kimia berbahaya dan beracun serta mengandung logam berat seperti pada limbah elektroplating tidak dapat dibuang langsung ke sungai, waduk atau laut karena akan menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan. Oleh karena itu untuk meminimalisir terjadinya dampak kerusakan lingkungan, limbah tersebut sebelum dibuang, perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengolah limbah cair yang mengandung logam berat seperti besi, krom, tembaga, mangan, seng, dan nikel adalah dengan menggunakan metode flotasi.

Penelitian mengenai penghilangan logam berat dalam air limbah telah banyak dilakukan dengan berbagai metode seperti menggunakan teknologi membran, adsorpsi, pertukaran ion, presipitasi kimia dan flotasi (Ziaee et al, 2020). Flotasi merupakan proses pemisahan mineral atau ion melalui pengapungan dengan bantuan gelembung udara sampai ke permukaan air. Proses flotasi juga dapat memisahkan partikel yang berukuran kecil dengan selektif dibandingkan proses pengolahan lainnya. Pada proses flotasi digunakan gelembung gas yang berfungsi untuk memisahkan komponen-komponen yang akan dipisahkan. Besarnya laju alir gas berpengaruh terhadap kapasitas dan waktu tinggal didalam kolom flotasi (Kuntaarsa dan Subagyo, 2019).

Pada proses flotasi dilakukan dengan menambahkan *collector* yang biasanya merupakan senyawa surfaktan. *Collector* yang ditambahkan memiliki muatan yang berlawanan dengan ion logam yang akan dihilangkan (Kyzas and Matis, 2018). Metode Flotasi telah banyak digunakan untuk memisahkan logam berat dari fase cair menggunakan gelembung-gelembung dengan bantuan surfaktan. *Dissolve air flotation* (DAF), flotasi ion dan flotasi pengendapan merupakan proses yang dapat digunakan untuk menghilangkan ion logam dalam suatu larutan. Pada proses flotasi ion logam banyak sekali faktor yang dapat berpengaruh. Faktor-faktor tersebut antara

lain ukuran gelembung, ukuran partikel, pH larutan, laju udara, konsentrasi *collector*, dan lain sebagainya.

Surfaktan atau *surface active agent* adalah senyawa yang dapat menurunkan tegangan permukaan dan terdiri dari molekul amfifatik yaitu gugus hidrofilik (suka air) dan gugus hidrofobik (tidak suka air). Surfaktan dapat dibedakan menurut muatannya yaitu surfaktan anionik, kationik, non ionik, dan surfaktan amfoter. Surfaktan anionik yaitu surfaktan yang bagian alkilnya terikat pada suatu anion. Surfaktan kationik yaitu surfaktan yang bagian alkilnya terikat pada suatu kation. Surfaktan nonionik yaitu surfaktan yang bagian alkilnya tidak bermuatan. Surfaktan amfoter yaitu surfaktan yang bagian alkilnya mempunyai muatan positif dan negatif. *Methyl Ester Sulfonat* atau MES termasuk jenis surfaktan anionik dengan struktur umum $RCH(CO_2ME)SO_3Na$ berbahan baku minyak nabati, mengandung asam lemak rantai $C_{16}-C_{18}$ yang bersifat *biodegradable*. Surfaktan ini diperoleh melalui dua tahap utama yaitu esterifikasi transesterifikasi bahan baku menghasilkan *methyl ester* yang dilanjutkan dengan proses sulfonasi *methyl ester* untuk menghasilkan MES (Jaksen, 2020).



Gambar 1. Surfaktan

Proses elektroplating adalah proses pelapisan logam menggunakan arus listrik dalam larutan elektrolit. Prinsip dasar dari proses elektroplating adalah dengan menggunakan metode elektrolisis dimana menempatkan ion-ion logam diatas substrat yang akan dilapisi. Proses pelapisan dilakukan dengan menggunakan larutan elektrolit yang mengandung senyawa logam. Industri elektroplating menghasilkan limbah padat dan limbah cair. Limbah padat berupa serbuk besi dari penghalusan logam yang akan dilapisi sedangkan limbah cair berasal dari proses pencucian dan pembersihan proses elektroplating (Pratiwi dkk, 2019).

Penelitian pengolahan limbah logam berat menggunakan metode flotasi telah banyak dilakukan. Chang et al. (2021) melakukan penelitian penghilangan logam Cu menggunakan nano *collector* Graphene oxide. Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa pH sangat berpengaruh terhadap %penyisihan logam Cu. Dimana semakin mendekati pH asam adsorpsi Cu pada *Graphene oxide* menurun. Hoseinian et al. (2018) juga melakukan penelitian mengenai kondisi optimum dan mekanisme pemisahan ion Zn dengan menggunakan *collector* sodium dodecyl sulfat (SDS). Pada penelitian ini menunjukkan bahwa pH dan konsentrasi *collector* memiliki efek yang besar terhadap penyisihan logam Zn. Persen penyisihan Zn meningkat

dengan peningkatan pH dan kemudian terjadi penurunan pada pH 8. Hasil penelitian didapatkan kondisi optimum untuk pemisahan Zn adalah pada pH 8 dan konsentrasi SDS sebesar 0,1765 ppm dengan persen penyisihan sebesar 76%. Pada penelitiannya yang lain, Hoseinian et al. (2018) melakukan studi kinetika penyisihan Ni dengan metode flotasi. Hasil penelitian diperoleh hasil persen penyisihan Ni maksimum sebesar dengan konsentrasi *collector* SDS sebesar 135 ppm pada pH 9,7. Chen et al. (2017) melakukan penelitian mengenai mekanisme flotasi ion timbal dari ilmenit menggunakan natrium oleat sebagai *collector*. Ziaee et al. (2020) melakukan penelitian mengenai penghilangan ion beracun dalam air limbah. Pada penelitian ini didapatkan hasil terbaik yaitu penyisihan logam arsen sebesar 99,5% menggunakan *collector* S-Octanoyl-cys 2nd crystallized pada pH 8.

Berdasarkan hal tersebut, maka dilakukan penelitian pengolahan limbah cair elektroplating dengan proses flotasi menggunakan salah satu jenis surfaktan anionik yaitu *Methyl Ester Sulfonate* (MES) sebagai *collector* untuk memisahkan logam tembaga dari air limbah. Pada penelitian ini dilakukan pengkajian mengenai pengaruh pH dan konsentrasi *collector* yang digunakan terhadap persen penyisihan logam pada proses flotasi. Proses flotasi mampu memisahkan partikel-partikel yang berukuran kecil dengan sempurna dan lebih selektif dibandingkan dengan proses pengolahan limbah lain, dan juga lebih menguntungkan karena waktu pemisahannya lebih cepat serta biaya operasi yang relatif lebih murah.

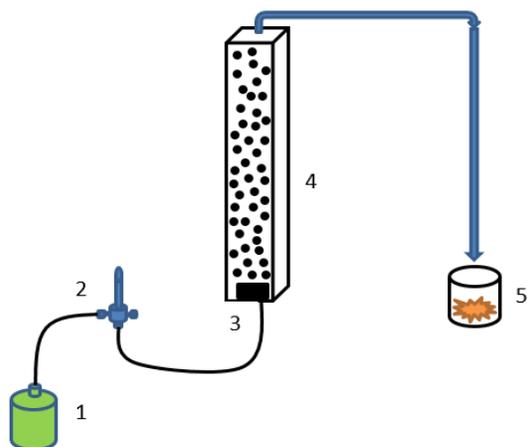
2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan secara eksperimen pada bulan September sampai bulan Desember 2020 di Laboratorium Limbah Teknik Kimia Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

2.1 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah limbah cair yang berasal dari home industri Elektroplating di Surabaya; *Methyl Ester Sulfonat* (MES) merk *Wilfames* sebagai *collector*; Natrium Hidroksida (NaOH) dan Asam Klorida (HCl) merk *Merck* sebagai pengatur pH; etanol merk *Emsure*® sebagai *frother* dan *Aquadest*.

2.2 Alat



Keterangan Gambar:

1. Tabung udara/Kompresor
2. *Flowmeter*
3. *Bubbler*
4. Kolom flotasi
5. Penampung busa

Gambar 2. Rangkaian Alat Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah seperangkat unit flotasi, neraca analitik, *beaker glass* Iwaki ukuran 1000 ml, pengaduk, labu ukur Iwaki 500 ml, gelas ukur Iwaki 10 ml, corong kaca, pipet tetes, dan Extech pH meter IP57. Rangkaian alat penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.

2.3 Kondisi yang Ditetapkan

Kondisi yang ditetapkan pada penelitian ini yaitu:

1. Konsentrasi logam awal 107,6 ppm
2. Volume limbah elektroplating 500 ml
3. Waktu operasi 30 menit
4. Laju alir udara 1,5 cm³/detik

2.4 Kondisi yang Diubah

Kondisi yang diubah dalam penelitian ini yaitu:

1. Konsentrasi *collector*: 200 mg/L, 300 mg/L, 400 mg/L, 500 mg/L, 600 mg/L
2. pH larutan: 4, 5, 6, 7, 8

2.5 Proses Flotasi

Menyiapkan limbah industri elektroplating dengan kadar 107,6 ppm sebanyak 500 ml sebagai umpan air limbah yang mengandung logam. Masukkan umpan tersebut ke dalam gelas beker 1000 ml. Tambahkan *collector* Methyl Ester Sulfonate (MES) dengan kadar 200, 300, 400, 500 dan 600 ppm. Larutan diatur pH nya dengan menambahkan NaOH 0.1 N atau HCL 0.1 N hingga dicapai pH 4, 5, 6, 7 dan 8. Larutan ditambahkan dengan 5 ml etanol sebagai *frother*. Selanjutnya dimasukkan ke dalam rangkaian alat flotasi dan dialiri udara selama 30 menit. Limbah yang telah diproses dianalisis kadar Cu menggunakan *Atomic Absorption Spectrofotometer* (AAS).

2.6 Persentase Pemisahan Logam

Persentase pemisahan logam berat dari air limbah diperoleh dengan cara mengukur konsentrasi logam tembaga awal pada air limbah sebelum dilakukan proses flotasi dan konsentrasi logam tembaga akhir pada air limbah hasil pengolahan. Persamaan persen pemisahan logam adalah sebagai berikut:

$$\% \text{Pemisahan Logam} = \frac{C_0 - C_a}{C_0} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

C₀: Konsentrasi logam tembaga awal

C_a: Konsentrasi logam tembaga akhir

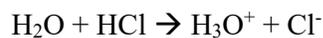
3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil analisa pada limbah elektroplating yang telah dilakukan pengolahan dengan metode flotasi, diperoleh konsentrasi tembaga akhir dan persen penyisihan tembaga. Pada hasil pengukuran sebelum proses flotasi kandungan logam tembaga di dalam limbah elektroplating adalah sebesar 107,6 mg/L dan pH 9,8.

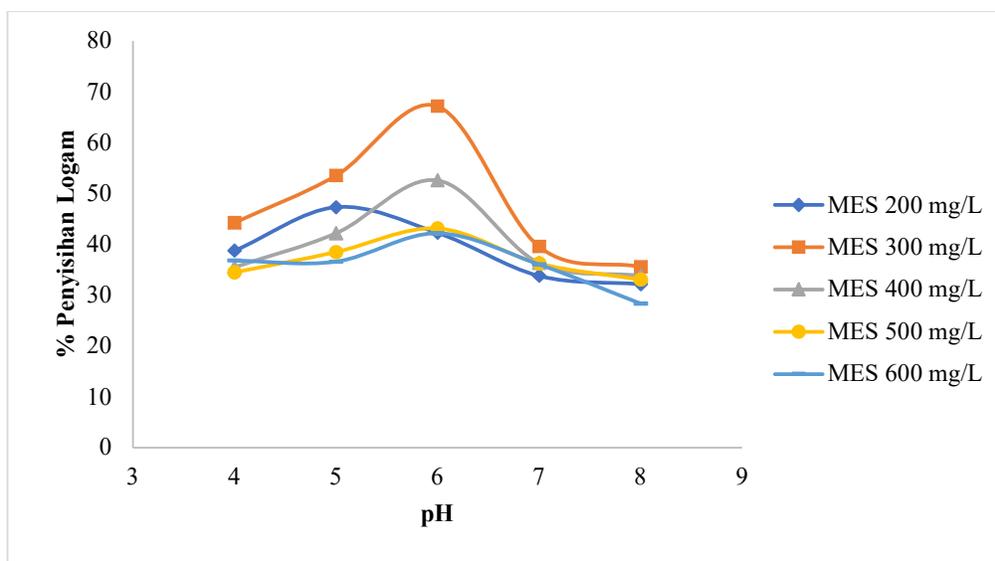
3.1 Pengaruh pH terhadap Persen Penyisihan Logam

Pada umumnya, logam-logam akan memiliki muatan positif pada kondisi pH yang cenderung asam dan akan terbentuk hidroksida logam pada kondisi pH basa. Oleh karena itu dalam proses flotasi, pengaruh pH sangat besar terhadap aktifitas ion *collector* maupun ion-ion logam yang terkandung di dalam larutan (Yenial dan Bulut, 2017).

Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa hasil terbaik terjadi pada pH 6 dengan konsentrasi MES 300 mg/L menghasilkan persen penyisihan logam sebesar 67.19%. Pada konsentrasi *collector* 300 mg/L pH 4 sampai 6 hasil persen penyisihan logam meningkat dari 44,23 % menjadi 67,19 % dan kemudian pada pH 6 sampai 8 persen penyisihan logam mengalami penurunan menjadi 35,59 %. Hal ini dikarenakan pada pH yang besar, di dalam larutan banyak mengandung ion hidroksil (OH⁻) yang akan mempercepat terbentuknya Cu(OH)₄²⁻ di dalam larutan. Sehingga jumlah ion tembaga yang akan berikatan dengan *collector* MES menjadi berkurang dan persen penyisihan logamnya menjadi kecil. Menurut (Yenial dan Bulut, 2017) pH Tembaga akan bermuatan 2+ hingga pH 6. Setelah itu akan membentuk CuO hingga pada pH 13 dan pada akhirnya akan terbentuk Cu(OH)₄²⁻. Sedangkan pada pH yang rendah, di dalam larutan banyak mengandung ion-ion hidronium (H₃O⁺). Ion hidronium ini berasal dari penambahan asam klorida pada saat pengaturan pH larutan. Hal ini dapat dijelaskan berdasarkan reaksi:



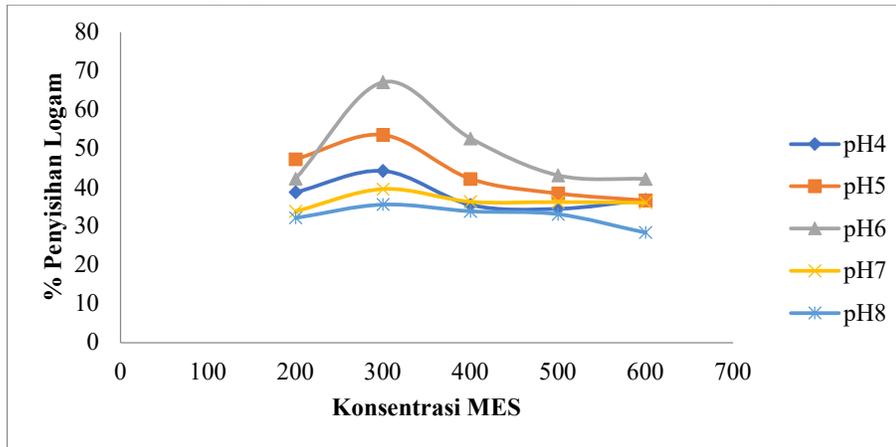
Pada penelitian sebelumnya menjelaskan bahwa adanya ion hidronium yang terbentuk ini akan mengakibatkan terjadinya persaingan antara ion hidronium dengan ion tembaga yang ada pada larutan untuk berikatan dengan ion *collector* pada permukaan gelembung (Nazari et al., 2015). Dengan demikian akan mengurangi proses pengambilan ion tembaga yang terkandung pada larutan dan persen penyisihan logamnya menjadi kecil.



Gambar 3. Pengaruh pH terhadap Persen Penyisihan Logam

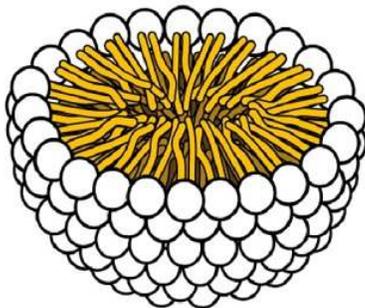
3.2 Pengaruh Konsentrasi *Collector* pada Persen Pemisahan Logam

Konsentrasi *collector* merupakan salah satu parameter yang mempunyai pengaruh terhadap persen penyisihan logam pada proses flotasi ion. Persen penyisihan logam akan mengalami kenaikan seiring dengan meningkatnya konsentrasi *collector* yang ditambahkan pada larutan sampai pada konsentrasi tertentu (Astuti dkk, 2018).



Gambar 4. Pengaruh Konsentrasi *collector* terhadap Persen Penyisihan Logam

Pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa Hasil terbaik terjadi pada konsentrasi *collector* 300 mg/L dan pH 6 menghasilkan persen penyisihan logam sebesar 67,19 %. Pada pH 6 dengan konsentrasi *collector* 200 mg/L sampai 300 mg/L, hasil persen penyisihan logam meningkat dari 42,28 % menjadi 67,19 %. Kondisi ini disebabkan oleh karena pada konsentrasi *collector* yang besar, maka jumlah ion MES yang teradsorpsi pada gelembung menjadi banyak sehingga jumlah ion tembaga yang teradsorpsi pada gelembung juga semakin besar. Kemudian pada konsentrasi *collector* 300 mg/L sampai 600 mg/L persen penyisihan logam mengalami penurunan menjadi 42,19 %. Hal ini dikarenakan konsentrasi *collector* yang ditambahkan pada larutan terlalu besar. Pada konsentrasi *collector* yang terlalu besar, persen penyisihan logam mengalami penurunan. Hal ini dapat terjadi karena *collector* telah melewati konsentrasi *micelle* kritis (KMK). Konsentrasi *micelle* kritis adalah konsentrasi surfaktan dimana mulai terjadi pembentukan *micelle*. *Micelle* adalah kumpulan dari molekul surfaktan yang membentuk partikel seukuran koloid.



Gambar 5. *Micelle*

Menurut Hoseinian et al., (2018) Terbentuknya *micelle* ini menyebabkan proses adsorpsi ion tembaga pada gelembung menjadi berkurang. Jika ion tembaga yang teradsorpsi pada gelembung berkurang maka persentase penyisihan logam dari air limbah juga berkurang yaitu seperti yang terjadi pada penambahan *collector* dengan konsentrasi *collector* 400, 500, dan 600 mg/L.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwasanya untuk mengurangi kadar logam tembaga dalam limbah cair dapat dilakukan dengan metode flotasi menggunakan *methyl ester sulfonat* (MES) sebagai *collector*. Keberhasilan dalam metode ini dipengaruhi oleh beberapa faktor. Salah satunya adalah pH dan konsentrasi *collector* yang digunakan. Hasil terbaik yang didapatkan terjadi pada pH 6 dan konsentrasi *collector* sebesar 300 mg/L dengan menghasilkan persen penyisihan logam tembaga sebesar 67,19%

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, W., Kusno, I., Fika, R.M, Ulin, H., dan Isti, N. 2018. Benefisiasi Bijih Emas dan Perak Kadar Rendah Menggunakan Palong dan Metode Flotasi, *Jurnal Rekayasa Proses*, 12, 2, 59-67.
- Chang, L., Yijun Cao, Weijung Peng, Yiheng Miao, Guixia Fan, Chao Li, Yukun Huang, and Xiangyu Song. 2021. Enhancing The Ion Flotation Removal Of Cu (II) Via Regulating the Oxidation Degree of Nano Collector Graphene Oxide, *Journal of Cleaner Production*, 295,
- Chen, Pan, Jihua Zhai, Wei Sun, Yuehua Hu, and Zhigang Yin. 2017. The Activation Mechanism of Lead Ions in the Flotation of Ilmenite Using Sodium Oleate as a Collector, *Minerals Engineering* 111, 100-107.
- Hoseinian, Fatemeh Sadat; Bahram, Rezai; Elaheh, Kowsari; and Mehdi, Safari. 2018. Kinetic study of Ni(II) removal using ion flotation: Effect of chemical interactions, *Minerals Engineering*, 119, 212–221.
- Jaksen. 2020. Pengaruh Variasi Suhu, Rasio Mol, Reaktan dan Persen Katalis terhadap Metil Ester Sulfonat Menggunakan Reaktor Sulfonasi, *Jurnal Kinetika*, 11, 9, 18-26.
- Kyzas, George Z and Matis, Kostas A. 2018. Flotation in Water and Wastewater Treatment, *Journal of Processes*.
- Kuntaarsa, Abdullah dan Subagyo, Purwo. 2019. Batubara dengan Model Flotasi dengan Menggunakan Gel Lidah Buaya, 386–391.
- Nazari, Amir Mohammad; Cox, Philip W; and Waters, K. E. 2015. Biosorptive flotation of copper ions from dilute solution using BSA-coated bubbles, *Minerals Engineering*, 75, 140–145.
- Pratiwi, Y., Sunarsih, S., dan Dewi, K. P. Pengolahan Limbah Cair Industri Elektroplating dengan Fitoremediasi Menggunakan *Azolla Microphylla*.
- Yenial, Ü. and Bulut, G. 2017. Examination of flotation behavior of metal ions for process water remediation, *Journal of Molecular Liquids*, 241,130–135.

Ziaee, M., Taseidifar, M., Richard, M. and Ninham, B. N. 2020. Selective Removal of Toxic Ions from Water/Wastewater: Using a Novel Surfactant. *Journal of the History of Chemistry*.

