

EFEKTIVITAS DAN LAJU PENURUNAN KADAR COD DAN TSS AIR LIMBAH ARTIFISIAL DENGAN PROSES ELEKTROKOAGULASI

¹Dodi Satriawan, ²Ayu Pramita, ³Agus Santoso

¹²³Politeknik Negeri Cilacap, Jalan Dr. Soetomo No.1, Sidakaya, Kec. Cilacap Selatan, Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah 53212, Indonesia

Penulis korespondensi: dodi.satriawan@pnc.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan elektrokoagulasi menggunakan elektrode besi dan aluminium pada penurunan kadar Chemical Oxygen Demand (COD) dan Total Suspended Solid (TSS) di dalam air limbah artifisial. Penelitian ini merupakan studi pendahuluan untuk mengetahui kemampuan elektrode besi dan aluminium dengan variasi tegangan dan arus dalam menurunkan kadar COD dan TSS. Elektrode besi dan aluminium yang digunakan berbentuk pelat dengan ketebalan 0,2 cm, panjang 10 cm dan lebar 5 cm. Air limbah artifisial yang digunakan sebanyak 1 liter. Limbah artifisial yang digunakan berasal dari limbah tepung tapioka dengan konsentrasi 10.000 ppm. Variasi tegangan listrik digunakan berupa 10 volt dan 20 volt serta menggunakan arus 5 A dan 10 A. Analisis TSS mengacu pada SNI 6989.3:019 dan COD mengacu pada SNI 6989.02.2019. Hasil optimum didapatkan pada tegangan 20 volt dan 5 A dengan efektivitas penurunan TSS sebesar 52,06% dan efektivitas penurunan COD sebesar 90,06%.

Kata kunci: air limbah, elektrode aluminium, elektrode besi, elektrokoagulasi.

1. PENDAHULUAN

Air limbah merupakan permasalahan yang sering dihadapi oleh setiap industri dan masyarakat Indonesia. Polutan yang terdapat di dalam air limbah banyak jenisnya baik itu polutan organik maupun polutan logam. Polutan yang terdapat di dalam air limbah ini bila tidak diolah dan direduksi konsentrasinya, maka dapat menyebabkan permasalahan kesehatan bagi manusia bahkan hewan. Dibutuhkan suatu teknologi dalam menurunkan kandungan polutan tersebut sehingga air dapat dimanfaatkan oleh manusia dan makhluk hidup lainnya. Salah satu teknologi yang dapat membantu menurunkan kadar organik di dalam air limbah adalah teknologi elektrokoagulasi (elektrolisis) (Amri, et al., 2020a; Amri, et al., 2020b; Mulyadi & Sowohy, 2020).

Elektrokoagulasi merupakan suatu teknologi dalam menurunkan kadar organik maupun kadar logam dengan menggunakan lempeng logam sebagai elektrode yang dialirkan aliran listrik (Yunitasari et al., 2017). Elektrode logam ini berjumlah dua pelat yang dialirkan arus listrik dengan tegangan dan arus yang dapat divariasikan (Ananda et al., 2018; Fauzi et al., 2019). Elektrode yang dialirkan arus listrik akan terjadi suatu proses elektrokimia yang dapat mengalirkan aliran listrik yang bermuatan kation menuju ke pelat katoda dan aliran listrik yang bermuatan anion akan menuju pelat yang anode (Lestari & Agung, 2014). Aliran listrik ini akan bereaksi dengan air limbah sehingga akan terbentuk flok-flok yang menggumpal dan mengendap di bawah air limbah. Flok-flok ini dapat disaring dan dibuang dari air limbah sehingga diperoleh air limbah yang jernih (Nashrullah et al., 2016).

Penelitian yang dilakukan Ananda et al., (2018) menyebutkan bahwa proses elektrokoagulasi dengan menggunakan pelat Al dan Fe sebagai elektrode dapat menurunkan nilai kadar COD sebesar 67 % - 80% dan menurunkan kadar TSS sebesar 75 % - 86%. Selain itu, penelitian yang dilakukan Fauzi et al., (2019) menggunakan pelat aluminium dan besi sebagai elektrode untuk menurunkan kadar organik berupa COD, BOD dan TSS yang terdapat di dalam limbah batik. Fauzi et al., (2019)

menggunakan variasi tegangan 3, 6, 9 dan 12 volt dengan waktu kontak 90, 150 dan 210 menit. Didapatkan penurunan kadar COD di dalam limbah batik hingga 94,01 % pada tegangan 6 volt dengan waktu kontak 90 menit, menurunkan BOD sebesar 97,3% pada tegangan 6 volt dengan waktu kontak 90 menit, dan menurunkan TSS sebesar 76,08% pada tegangan 12 volt dengan waktu kontak 150 menit.

Elektrokoagulasi dapat dimanfaatkan secara luas dalam pengolahan air limbah yang berasal dari industri, rumah makan, limbah pengolahan minyak, limbah tekstil, limbah paper, limbah pulp, limbah penyamakan kulit, dan limbah lainnya (Hanum et al., 2015; Nasrullah et al., 2016; Priambodo et al., 2019; Setianingrum & Prasetya, 2017; Yulianto et al., 2019). Dalam pengolahan limbah minyak, proses elektrokoagulasi mampu menurunkan polutan minyak hingga didapatkan efisiensi 99% (Priambodo et al., 2019). Selain itu, teknologi elektrokoagulasi mampu mereduksi zat warna di dalam air limbah, mereduksi air yang mengandung nitrat maupun fosfor, dan mampu mereduksi senyawa organik (Amri et al., 2020a; Galih et al., 2020; Kurniati & Mujiburohman, 2020; Ni'am et al., 2018). Selain itu, teknologi elektrokoagulasi membutuhkan peralatan pengoperasian yang lebih mudah dan sederhana, tidak membutuhkan senyawa kimia tambahan dalam pengoperasiannya, membutuhkan waktu yang lebih singkat dalam mereduksi senyawa polutan di dalam air, serta menghasilkan endapan yang relatif lebih sedikit (Amri et al., 2020a; Fadli et al., 2018; Setianingrum & Prasetya, 2017)

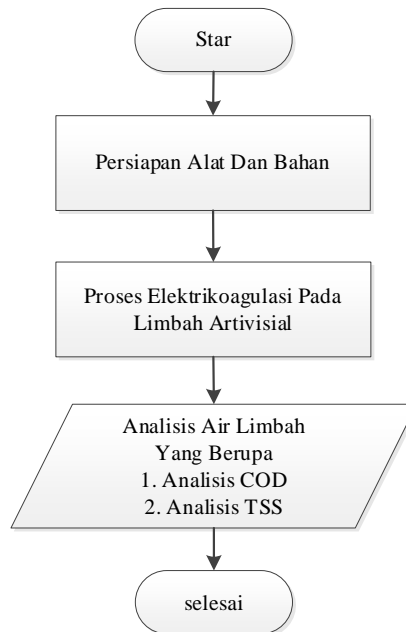
Penelitian ini merupakan studi pendahuluan dalam melihat efektivitas proses elektrokoagulasi dengan menggunakan elektrode besi dan aluminium dalam menurunkan polutan yang terdapat di dalam air limbah artifisial. Air limbah artifisial yang dibuat merupakan air limbah yang dibuat dari air tepung tapioka yang memiliki konsentrasi 10.000 ppm. Air limbah artifisial ini akan direduksi dengan pelat elektrode besi dan aluminium untuk mengetahui kemampuan elektrode besi dan aluminium pada tegangan 10 volt atau 20 volt dengan arus 5 A dan 10 A yang terbaik dalam mereduksi senyawa organik yang terdapat di dalam air limbah artifisial. Penelitian ini memiliki perbedaan dengan yang dilakukan Fauzi et al., (2019) diantaranya berupa perbedaan variasi tegangan dan arus. Selain itu, juga terdapat perbedaan ukuran pelat dan aplikasi dalam penurunan kadar organik di dalam air limbah. Diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi ilmu pengetahuan dalam mereduksi polutan organik yang terdapat di dalam air limbah menggunakan teknologi elektrokoagulasi.

2. METODE

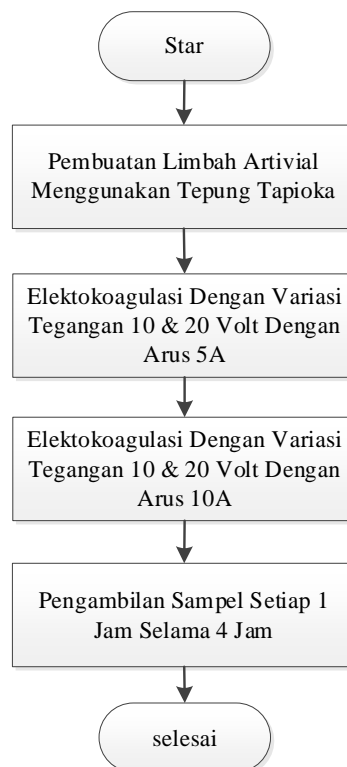
Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Pengendalian Limbah, Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan Politeknik Negeri Cilacap. Penelitian ini menggunakan peralatan berupa erlenmeyer, box countener, labu ukur, gelas ukur, beker gelas, kaca arloji spatula, corong, pipet ukur, mikropipet, ball pipet, tabung ampul, satu unit alat elektrokoagulasi, pelat besi berukuran ketebalan 0,2 cm, panjang 10 cm, dan lebar 5 cm; pelat aluminium berukuran ketebalan 0,2 cm, panjang 10 cm, dan lebar 5 cm; oven, desikator, neraca analitik, buret, statis, hot pelat, magnetik stirrer, reaktor *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan spektrofotometer UVI-VIS. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa kertas saring, tepung tapioka, H_2SO_4 , $K_2Cr_2O_7$, $HgSO_4$, Ag_2SO_4 dan aquades. *Flowchat* penelitian secara umum dapat dilihat pada gambar 1.

Proses elektrokoagulasi dimulai dengan membuat limbah artifisial dari tepung tapioka sebanyak 10.000 ppm di dalam 1 L. Limbah artifisial ini kemudian dilakukan proses elektrokoagulasi dengan menggunakan pelat elektrode besi (Fe) dengan ukuran panjang 10 cm, ketebalan 0,2 cm dan lebar 5 cm, serta pelat elektrode aluminium dengan ukuran panjang 10 cm, ketebalan 0,2 cm dan lebar 5 cm. Pelat elektrode ini dihubungkan dengan sumber listrik dengan variasi tegangan 10 volt dan 20 volt, serta dengan variasi arus 5A dan 10 A. Proses elektrokoagulasi dilakukan selama 5 jam dan diambil sampelnya sebanyak 50 ml setiap 1 jam untuk dianalisis kadar senyawa organik dalam *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total Suspended Solid* (TSS). Analisis COD mengacu pada

SNI 6989.2:2009 secara spektrofotometri dengan refluks tertutup dan analisis TSS mengacu pada SNI 6989.3:20019 secara gravimetri. *Flowchat* proses elektrokoagulasi yang dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 1. *Flowchat Penelitian Elektrokoagulasi*

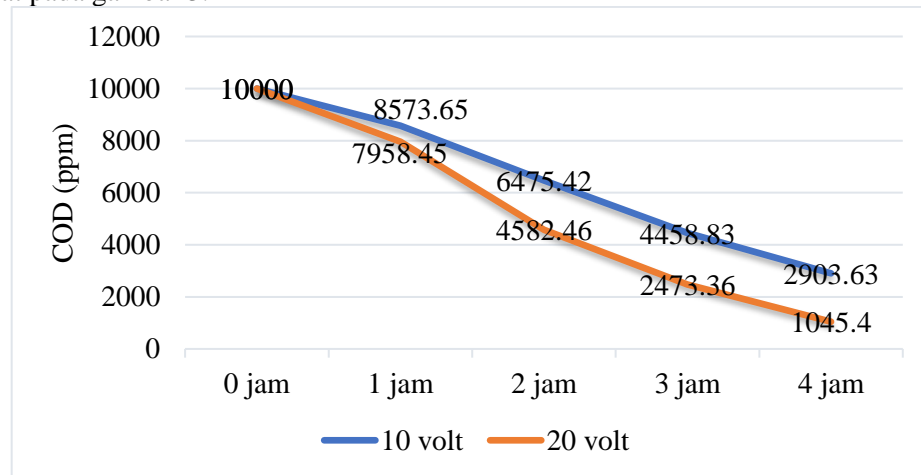


Gambar 2. *Flowchat Proses Elektrokoagulasi dengan Menggunakan Limbah Artivisial*

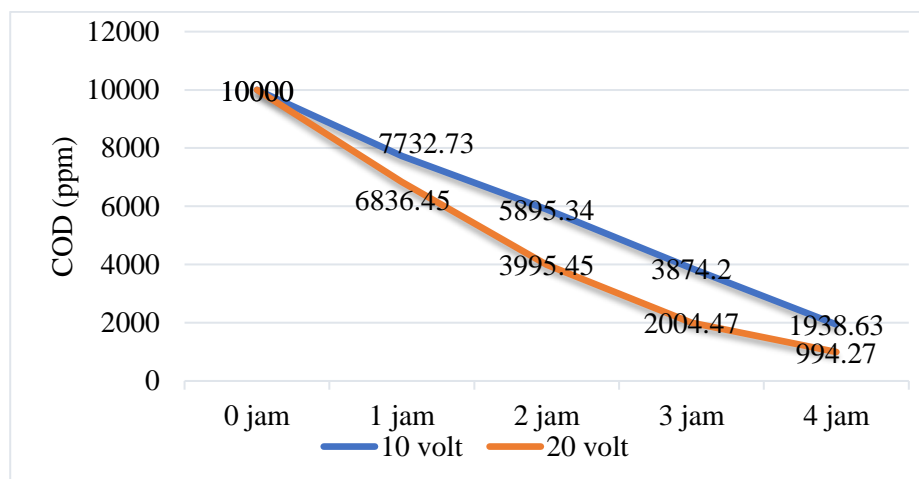
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penurunan kadar organik (*Chemical Oxygen Demand / COD*) pada limbah artifisial

dapat dilihat pada gambar 3.



(a)



(b)

Gambar 3. (a) Penurunan Kadar COD pada Air Limbah Artifisial Menggunakan Elektrode Besi dan Aluminium pada arus 5 A, (b) Penurunan Kadar COD pada Air Limbah Artifisial Menggunakan Elektrode Besi dan Aluminium pada arus 10 A

Gambar 3 (a) memperlihatkan penurunan kadar COD yang terdapat pada air limbah artifisial dengan menggunakan tegangan 10 volt dan 20 volt dengan arus 5A. Pada elektrode besi dan aluminium dengan tegangan 10 volt dan arus 5 A, dapat menurunkan kadar COD hingga 2903,63 ppm, sedangkan pada tegangan 20 volt dan arus 5 A dapat menurunkan kadar COD hingga 1045,4 volt. Hal ini dapat menunjukkan bahwa makin besar tegangan, maka akan makin besar kadar polutan organik yang dapat diturunkan. Namun, makin tinggi tegangan, maka makin tinggi konsumsi energi yang dibutuhkan. Penurunan kadar COD pada tegangan 10 volt dapat menurunkan kadar organik hingga 1938,63 ppm, namun pada tegangan 20 volt, senyawa organik (COD) yang dapat diturunkan dari proses elektrokogulasi besi dan tembaga ini sebesar 994,27 ppm. Dari grafik dapat diketahui bahwa makin tinggi tegangan yang diberikan pada proses elektrokoagulasi air limbah, maka makin tinggi penurunan kadar COD yang diturunkan. Laju penurunan kadar COD pada tegangan 10 volt dengan arus 5 A selama 4 jam sebesar $49.280,72 \text{ ppm/m}^3 \cdot \text{s}$, sedangkan pada tegangan 20 volt dengan arus 10 A sebesar $62.184,72 \text{ ppm/m}^3 \cdot \text{s}$. Laju penurunan kadar organik pada tegangan 20 volt dengan arus 10 A lebih tinggi dibandingkan dengan 5A. Perhitungan laju penurunan kadar organik mengacu pada persamaan 1 dan grafik laju penurunan kadar organik dapat dilihat pada gambar 4.

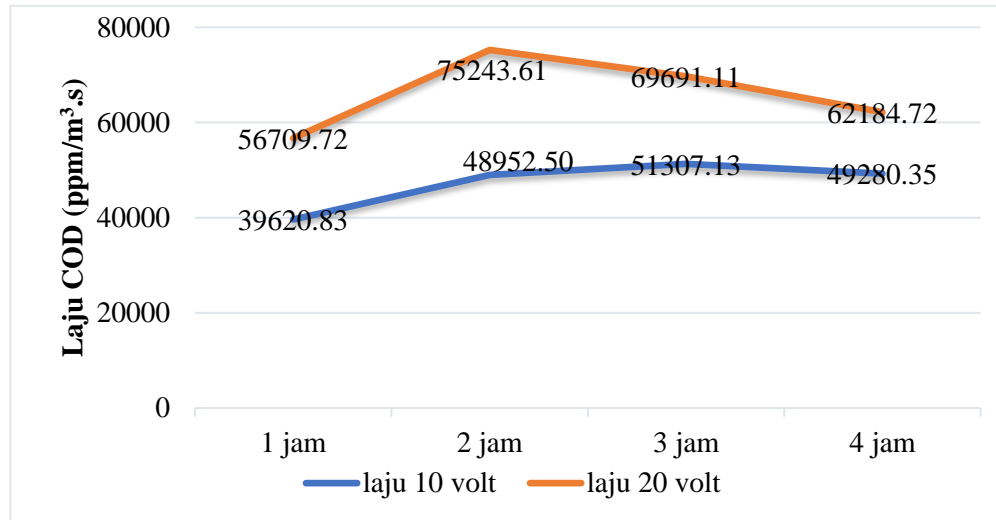
$$\text{Laju penurunan kadar organik} = \frac{\text{COD}}{V \times t} \quad (1)$$

Keterangan:

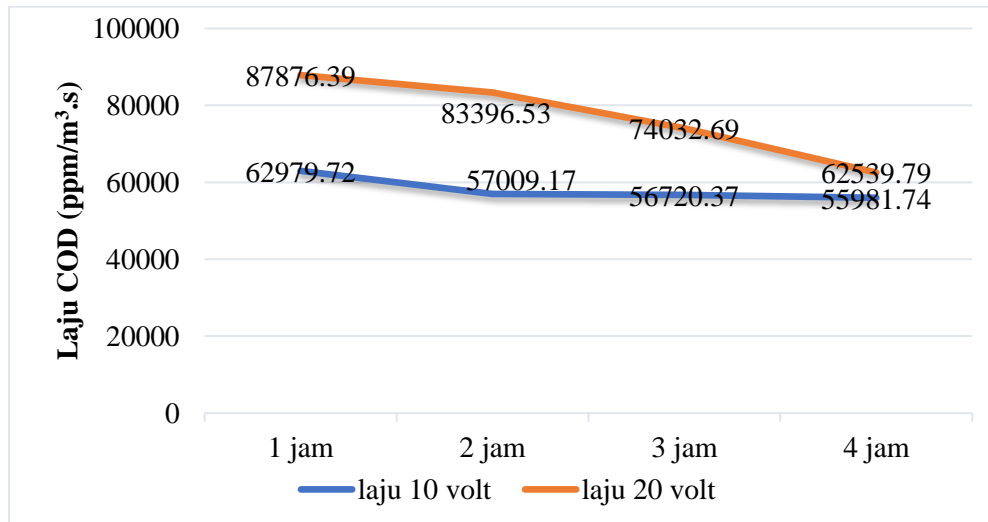
COD = Chemical Oxygen Demand (ppm)

V = Volume elektrokuagulan yang terkena air (m³)

t = waktu proses elektrokuagulasi (second)



(a)

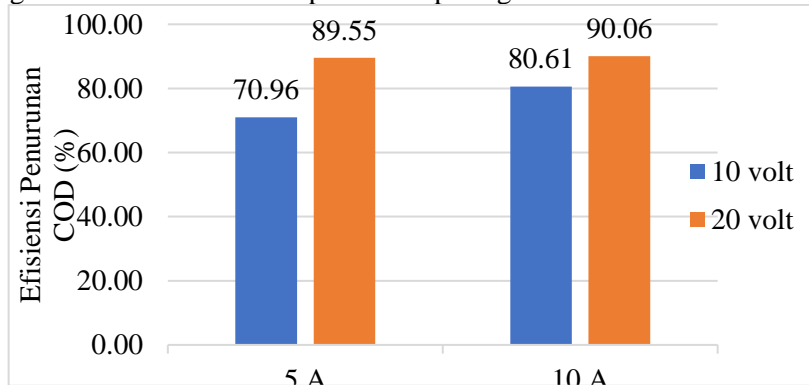


(b)

Gambar 4. Laju COD pada Air Limbah Artifisial Menggunakan Elektrode Besi dan Aluminium (a) 5 A, (b) 10 A

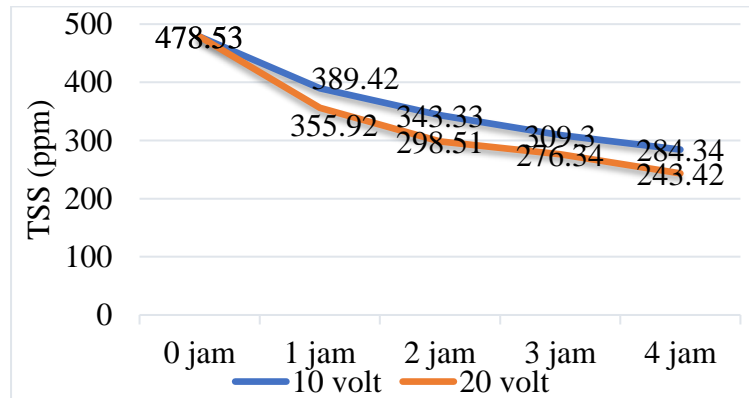
Gambar 4 memperlihatkan laju penurunan kadar COD pada tegangan 10 volt dan 20 volt dengan arus 5A dan 10A. Dapat diketahui dari gambar 4 bahwa makin lama waktu yang digunakan pada proses elektrokogulasi, maka akan makin menurun laju penurunan kadar organiknya. Hal ini dikarenakan pelat elektrode besi dan aluminium bereaksi dengan polutan yang terdapat di dalam air limbah. Makin besar polutan yang terdapat di dalam air limbah, maka makin berkurang laju penurunan polutan yang terdapat di dalam air limbah (Sulistyaningsih et al., 2020). Efektivitas penurunan kadar organik dengan menggunakan elektrode besi dan aluminium pada tegangan 10 volt

dan 20 volt dengan arus 5 A dan 10 A dapat dilihat pada gambar 5.

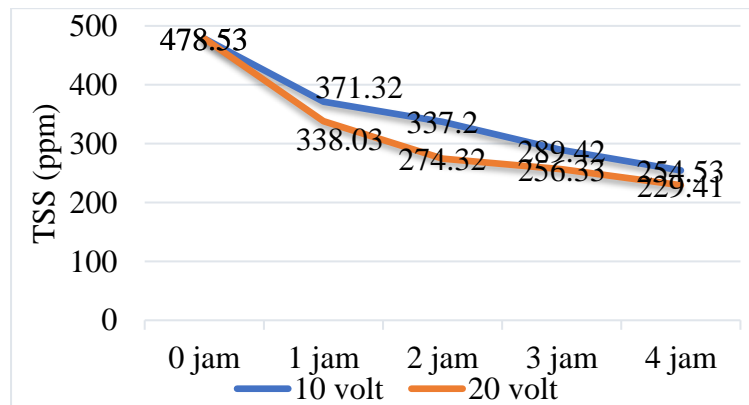


Gambar 5. Efektivitas Penurunan Kadar COD pada Air Limbah Artifisial Menggunakan Elektrode Besi dan Alumanium pada Variasi Tegangan 10 volt dan 20 volt serta variasi arus 5 A dan 10 A.

Gambar 5 menunjukkan efektivitas penurunan kadar COD air limbah artifisial dengan menggunakan pelat elektrode besi dan aluminium. Gambar 5 dapat diketahui bahwa efektivitas tertinggi dalam menurunkan polutan air limbah organik terdapat pada tegangan 20 volt dan arus 10 A, yaitu sebesar 90.06%. Pada tegangan 20 volt dan arus 5 A masih memiliki efektivitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan tegangan 10 volt dan arus 10 A. Hal ini dapat disimpulkan bahwa tegangan yang lebih tinggi dengan arus yang lebih kecil (efektivitas 89,55%) lebih baik dibandingkan dengan tegangan yang kecil dengan arus yang lebih besar (efektivitas 80,61%). Sehingga makin tinggi tegangan dengan arus yang lebih kecil mampu meningkatkan efektivitas dari penurunan kadar COD di dalam air limbah artifisial organik (Arnita et al., 2017).



(a)

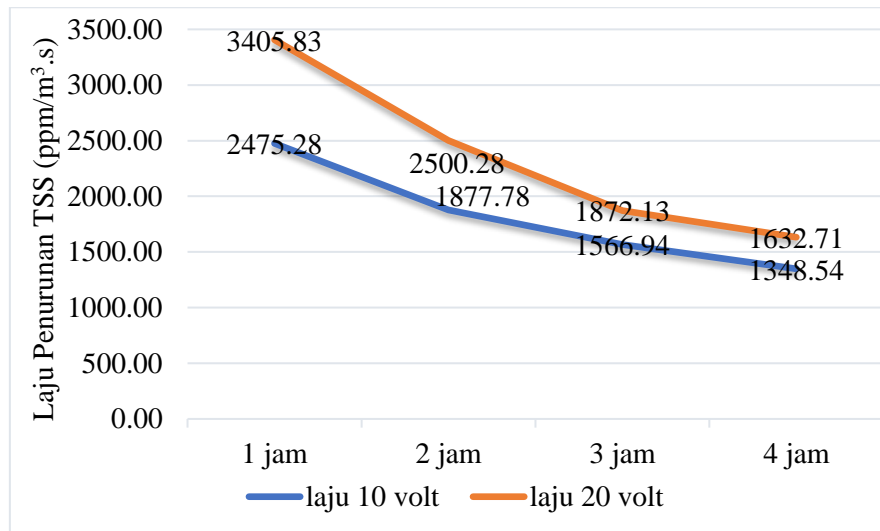


(b)

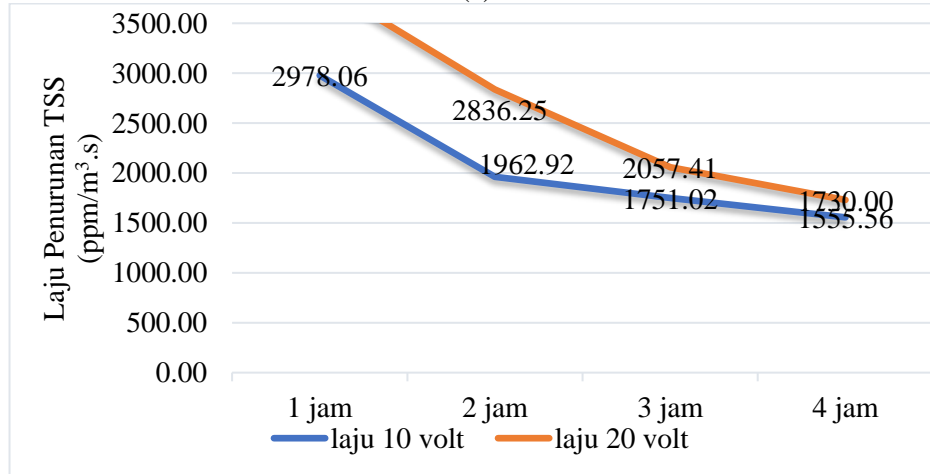
Gambar 6. Kadar TSS pada Air Limbah Artifisial Menggunakan Elektrode Besi dan Alumanium

(a) 5 A, (b) 10 A

Gambar 6 menunjukkan penurunan kadar TSS di dalam air limbah artifisial dengan tegangan 10 volt dan 20 volt dengan variasi arus 5 A dan 10A. Gambar 6 (a) memperlihatkan penurunan optimal dalam mengurangi kadar TSS terdapat pada tegangan 20 volt dengan arus 5 A, yaitu sebesar 243,42 ppm. Begitu juga pada gambar 6 (b) dapat menunjukkan bahwa penurunan kadar TSS tertinggi pada tegangan 20 volt dengan arus 10 A. Dari data tersebut dapat diketahui bahwa makin tinggi tegangan, maka makin tinggi penurunan kadar TSS yang terdapat di dalam air limbah artifisial. Begitu juga sebaliknya, makin tinggi arus yang diberikan pada proses elektrokoagulasi, maka makin besar kemampuan pelat besi dan aluminium dalam menurunkan kadar TSS di dalam air limbah artifisial (Fadli et al., 2018). Laju penurunan TSS dapat dilihat pada gambar 7.



(a)

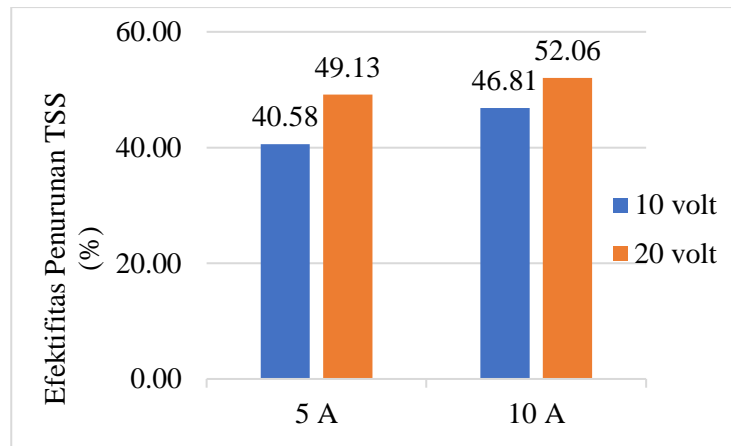


(b)

Gambar 7. Laju Penurunan TSS pada Air Limbah Artifisial Menggunakan Elektrode Besi dan Alumanium (a) 5 A, (b) 10 A

Gambar 7 menunjukkan laju penurunan TSS pada elektrode besi dan aluminium dengan variasi tegangan 10 volt dan 20 volt serta variasi arus 5 A dan 10 A. Dari gambar 7 dapat diketahui bahwa makin lama proses elektrokoagulasi, maka makin kecil laju penurunan TSS yang terjadi. Keadaan ini juga sebanding dengan laju penurunan COD yang dapat dilihat pada gambar 5. Hal ini disebabkan makin lama proses elektrokoagulasi terjadi, maka elektrode besi dan aluminium akan bereaksi dengan polutan di dalam air dan menyebabkan elektrode besi dan aluminium makin berkurang. Berkurangnya elektrode besi dan aluminium ini menyebabkan luas kontak elektrode

makin mengecil dan makin lama akan makin habis. Laju penurunan COD yang paling baik terdapat pada tegangan 20 volt dan arus 10 A sebesar 1730 ppm/m³.s. Namun, dari gambar 7 dapat diketahui bahwa laju penurunan TSS pada tegangan 10 volt dengan arus 10 A (yaitu 1730,00 ppm/m³.s) lebih baik dibandingkan pada tegangan 20 volt dengan arus 5 A (yaitu 1632,71 ppm/m³.s). Hal ini dapat disimpulkan bahwa untuk penurunan kadar TSS, tegangan yang lebih rendah dengan arus yang lebih tinggi dapat menurunkan kadar TSS lebih baik dibandingkan dengan tegangan yang lebih tinggi dengan arus yang lebih rendah. Efektivitas penurunan kadar TSS dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Efektivitas Penurunan Kadar TSS pada Air Limbah Artifisial Menggunakan Elektrode Besi dan Alumanium pada Variasi Tegangan 10 volt dan 20 volt serta variasi arus 5 A dan 10 A.

Gambar 8 dapat diketahui bahwa efektivitas terbesar pada penurunan kadar TSS terdapat pada tegangan 20 volt dengan arus 10 A, yaitu sebesar 52,06%. Namun, pada tegangan 20 volt dengan arus 5 A lebih efektif pada menurunkan kadar TSS (yaitu efektivitas 49,13%) dibandingkan dengan tegangan 5 volt dengan arus 10 A. Sehingga dapat diketahui bahwa tegangan yang tinggi dengan arus yang lebih rendah dapat menurunkan kadar TSS lebih efektif dibandingkan dengan arus yang tinggi dengan tegangan yang rendah. Hal ini juga sebanding dengan Efektivitas penurunan kadar organik (*Chemical Oxygen Demand / COD*) yang lebih baik pada tegangan yang tinggi dengan arus yang lebih rendah.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa makin tinggi tegangan dan arus pada proses elektokoagulasi menggunakan pelat besi dan aluminium, maka akan makin efektif dalam menurunkan kadar COD dan kadar TSS air limbah organik. Efektivitas dalam menurunkan kadar COD yang terbaik terdapat pada pelat besi dan aluminium dengan tegangan 20 volt dan arus 10 A sebesar 90,06%. Begitu juga dengan efektivitas dalam penurunan kadar TSS terbaik terdapat pada pelat besi dan aluminium dengan tegangan 20 volt dan arus 10 A sebesar 52,06%. Pemilihan tegangan yang tinggi dengan arus yang lebih rendah lebih baik dibandingkan dengan penggunaan arus yang tinggi dengan tegangan yang rendah.

REFERENSI

- Amri, I., Awalsya, F., & Irdoni, I. (2020a). Pengolahan Limbah Cair Industri Pelapisan Logam dengan Proses Elektrokoagulasi secara Kontinyu. *Chempublish Journal*, 5(1), 15–26. <https://doi.org/10.22437/chp.v5i1.7650>
- Amri, I., Destinefa, P., & Zultiniar, Z. (2020b). Pengolahan Limbah Cair Tahu Menjadi Air Bersih dengan Metode Elektrokoagulasi secara Kontinyu. *Chempublish Journal*, 5(1), 57–67. <https://doi.org/10.22437/chp.v5i1.7651>

- Ananda, E. R., Irawan, D., Wahyuni, S. D., Kusuma, A. D., Buadiarto, J., & Hidayat, R. (2018). Pembuatan Alat Pengolah Limbah Cair dengan Metode Elektrokoagulasi untuk Industri Tahu Kota Samarinda. *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 6(1), 54. <https://doi.org/10.32487/jtt.v6i1.439>
- Arnita, Y., Elystia, S., & Andesgur, I. (2017). Penyisihan Kadar COD dan TSS pada Limbah Cair Pewarnaan Batik Menggunakan Metode Elektrokoagulasi. *Jom FTEKNIK*, 4(1), 1–9.
- Fadli, R. K., Riswanto, A. S., Aji, D., & Widiasih, W. (2018). Aplikasi Elektrokoagulasi Untuk Pengolahan Limbah Batik. *Jurnal Karya Pengabdian Dosen dan Mahasiswa*, 01(2).
- Fauzi, N., Udyani, K., Ridho Zuchrillah, D., & Hasanah, F. (2019). Penggunaan Metode Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda Alumunium dan Besi pada Pengolahan Air Limbah Batik. *Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi di Industri 2019*, 100, 213–218.
- Galih, V., Putra, V., Mohamad, J. N., & Yusuf, Y. (2020). Penerapan Gelombang Plasma dalam Mengurangi Kadar Chemical Oxygen Demand (COD) pada Limbah Batik Melalui Corona Plasma dan Elektrokoagulasi dengan Metode Variasi. *Jurnal Ilmu Fisika (JIF)*, 12(2), 60–69.
- Hanum, F., Tambun, R., Ritonga, M. Y., Kasim, W. W. (2015). Aplikasi Elektrokoagulasi Dalam Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 4(4), 13–17.
- Kurniati, T. R., & Mujiburohman, M. (2020). Pengaruh Beda Potensial dan Waktu Kontak Elektrokoagulasi Terhadap Penurunan Kadar COD dan TSS pada Limbah Cair Laundry. *The 11th University Research Colloquium 2020 Universitas ‘Aisyiyah Yogyakarta*, 309–313.
- Lestari, N. D., & Agung, T. (2014). Penurunan TSS dan Warna Limbah Batik secara Elektro Koagulasi. *Envirotek: Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 6(1), 37–44.
- Muliyadi, M., & Sowohy, I. S. (2020). Perbandingan Efektifitas Metode Elektrokoagulasi dan Destilasi Terhadap Penurunan Beban Pencemar Fisik pada Air Limbah Domestik. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 19(1), 45–50. <https://doi.org/10.14710/jkli.19.1.45-50>
- Nashrullah, F., Hidayat, M., & Fahrurrozi, M. (2016). Integrasi Proses Elektrokoagulasi-Elektrooksidasi sebagai Alternatif dalam Pengolahan Limbah Cair Batik Zat Warna Naftol. *Jurnal Rekayasa Proses*, 10(1), 30–35.
- Ni’am, A. C., Caroline, J., & Afandi, M. . H. (2018). Variasi Jumlah Elektroda dan Besar Tegangan dalam Menurunkan Kandungan COD Dan TSS Limbah Cair Tekstil dengan Metode Elektrokoagulasi. *Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan*, 3(1), 21–26. <https://doi.org/10.29080/alard.v3i1.257>
- Priambodo, A. N., Wijayanto, A. A., & Udyani, K. (2019). Pengolahan Limbah Industri Batik Tulis dengan Metode Gabungan Adsorpsi Dan Elektrokoagulasi. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan VII*, 1(1), 519–524.
- Setianingrum, N. P., & Prasetya, A. (2017). Pengurangan Zat Warna Remazol Red Rb Menggunakan Metode Elektrokoagulasi secara Batch. *Jurnal Rekayasa Proses*, 11(2), 78–85.
- Sulistyaningsih, A., (2020). Peningkatan efektivitas elektrokoagulasi dan fotokatalis pada proses degradasi limbah batik.
- Yulianto, A., Hakim, L., Purwaningsih, I., & Pravitasari, V. A. (2019). Pengolahan Limbah Cair Industri Batik Pada Skala Laboratorium Dengan Menggunakan Metode Elektrokoagulasi. *Jurnal Teknologi Lingkungan Universitas Trisakti*, 5(1), 6–11.
- Yunitasari, Y., Elystia, S., & Andesgur, I. (2017). Metode Elektrokoagulasi untuk Mengolah Limbah Cair Batik di Unit Kegiatan Masyarakat Rumah Batik Andalan PT. Riau Andalan Pulp and Paper (RAPP). *Jom F TEKNIK*, 4(1), 1–9.