

## PENURUNAN KADAR ION LOGAM TEMBAGA (Cu) DAN COD PADA LIMBAH CAIR KELAPA SAWIT MENGGUNAKAN METODE ELEKTROKOAGULASI

## DECREASE OF METAL ION CONTENT OF COOPER (Cu) AND COD ON THE LIQUID WATER OF PALM OIL INDUSTRY BY USING ELECTROCOAGULATION

Ani Trisnawati<sup>\*1</sup>, Alimuddin<sup>2</sup>, Aman Sentosa Panggabean<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa program S1 Kimia, <sup>2</sup>Dosen Jurusan Kimia

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman

Jalan Barong Tongkok No.4 Kampus Gunung Kelua, Samarinda, Kalimantan Timur

\*Corresponding author: Anitrisnawati21@gmail.com

### ABSTRAK

Penelitian tentang Penurunan Kadar Ion Logam Tembaga (Cu) dan COD Pada Limbah Cair Industri Kelapa Sawit dengan Menggunakan Metode Elektrokoagulasi telah dilakukan. Untuk memperoleh hasil penelitian optimal dilakukan berbagai pengukuran dengan variasi variasi elektroda, optimasi waktu kontak dan kuat tegangan. Pengukuran dilakukan menggunakan instrumen *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) dan metode titrasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan persen penyisihan ion logam Cu didapatkan hasil dari plat Al-Al pada titik optimum parameter lama waktu kontak didapatkan sebesar 78,487 % dan pada parameter kuat tegangan 84,607 %. Pada penyisihan kadar COD dengan parameter lama waktu kontak sebesar 79,545 % dan pada parameter kuat tegangan sebesar 82,954%. Sedangkan hasil dari plat Al-Cu pada titik optimum parameter lama waktu kontak didapatkan hasil pada penyisihan ion logam Cu sebesar 91,673 % dan pada parameter kuat tegangan sebesar 89,712 %. Pada penyisihan kadar COD dengan parameter lama waktu kontak sebesar 85,227% dan parameter kuat tegangan sebesar 82,954%.

**Kata Kunci :** *Elektrokoagulasi, Air Limbah Industri Kelapa Sawit, Tembaga (Cu), Aluminium (Al) dan Chemical Oxygen Demand (COD).*

### PENDAHULUAN

Perkebunan kelapa sawit saat ini mengalami pertumbuhan yang cukup pesat karena manfaat positif bagi sektor pertumbuhan ekonomi yang dirasakan masyarakat terutama di wilayah Kalimantan timur. Sampai saat ini (tahun 2015) luas areal kelapa sawit mencapai 1.090.106 Ha yang terdiri dari 255.976 Ha sebagai tanaman plasma/rakyat, 22.342 Ha milik BUMN sebagai inti dan 811.788 Ha milik Perkebunan Besar Swasta. Produksi TBS (Tandan Buah Segar) sebesar 10.812.893 ton atau setara dengan 1.885.391 ton CPO (*Crude Palm Oil*) pada tahun (Dinas perkebunan Kalimantan Timur, 2016).

Saat ini diperkirakan jumlah limbah cair yang dihasilkan oleh pabrik kelapa sawit di Indonesia mencapai 28,7 juta ton (Kurniaty, 2011). Apabila limbah tidak dikelola dengan baik dan hanya langsung dibuang diperairan maka akan sangat mengganggu lingkungan disekitarnya. Sebagian industri yang akan membuang limbah diwajibkan mengolahnya terlebih dahulu untuk mencegah pencemaran

lingkungan hidup di sekitarnya (Widjajanto, 2011)

Elektrolisis merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk menggulangi atau mengurangi pencemaran logam di lingkungan, khususnya pencemaran yang terjadi di perairan. Banyak penelitian tentang elektrolisis yang dilakukan untuk menanggulangi limbah hasil proses industri sebagai pencemar lingkungan. Dalam limbah industri banyak mengandung jenis logam dan zat pencemar, dimana ketika dielektrolisis maka logam-logam dan zat pencemar tersebut akan terurai menjadi ion dan menempel pada elektroda setelah dialiri arus listrik.

Berdasarkan uraian diatas, peneliti tertarik melakukan penelitian ini untuk menguji efektifitas metode elektrokoagulasi dalam menurunkan kadar logam dan zat pencemar di dalam air khususnya logam Cu dan COD pada limbah cair pabrik kelapa sawit menggunakan elektroda aluminium dan tembaga sebagai katoda dan aluminium sebagai anoda. Elektroda aluminium lebih banyak digunakan dibandingkan dengan logam yang lain

karena, logam Al merupakan logam yang mudah diperoleh dan harganya ekonomis. Selain itu memiliki sifat koagulan yang baik karena memiliki muatan yang besar dan jari-jari yang kecil sehingga dalam menggumpalkan polutan-polutan yang ada pada limbah selama proses elektrokoagulasi berlangsung dengan baik (Husni, 2010). Variansi yang digunakan ialah variasi elektroda, variasi waktu, dan variasi kuat tegangan.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Rancangan Penelitian

Penelitian ini dirancang secara eksperimental yaitu pengumpulan data yang dilakukan dengan analisis laboratorium, yang meliputi persiapan semua bahan-bahan baku. Dalam penelitian ini dilanjutkan dengan pengambilan sampel yang berupa limbah cair industri kelapa sawit yang bertempat di PT. Tritunggal Sentra Buana Desa Saliki, Kalimantan Timur, lalu dilakukan pengujian kadar logam Cu dan COD pada awalnya sebagai data kontrol. Lalu dilanjutkan dengan merangkai alat elektrolisis dan dilakukan penurunan kadar logam tembaga (Cu) dan COD menggunakan elektroda Al dan Cu sebagai katoda dan Al sebagai anoda dengan parameter variasi berupa penentuan lama waktu kontak dan kuat tegangan yang dapat digunakan dalam proses elektrokoagulasi, diharapkan pada proses ini kadar logam Cu dan COD yang ada dapat diturunkan agar limbah cair Industri Kelapa Sawit dapat diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan.

### Alat

Beberapa alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain *beaker glass*, termometer, oven, pipet volume penangas air, buret, tiang statif, klem, Erlenmeyer, neraca analitik, botol reagen, *hot plate*, *stirrer*, *bulb*, pompa vacum, adaptor DC sebagai sumber arus, rangkaian alat elektrolisis, penjepit tabung, *Stopwatch*, neraca analitik, corong kaca, pipet ukur, labu ukur, gelas ukur, botol semprot, Akuarium, gunting, dan *Atomic Absorbtion Spectroscopy* (AAS).

### Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah industri kelapa sawit, larutan  $K_2Cr_2O_7$ , larutan  $Ag_2SO_4$ , Larutan FAS, Larutan KHP, indikator ferroin, serbuk  $HgSO_4$ , batu didih, kertas saring, plat alumunium, kawat tembaga, amplas dan tissue.

### Penurunan Tembaga (Cu) dengan Plat Al- Al dan Al-Cu Menggunakan Variansi Lama Waktu Kontak (menit)

Dirangkai alat elektrolisis, kemudian dimasukkan sebanyak 300 mL sampel limbah cair kelapa sawit ke dalam wadah sampel pada rangkaian alat elektrokoagulasi pada variansi lama waktu kontak 30, 60, 90, 120, 180 dan 240 menit, diatur kuat tegangan adaptor pada kuat tegangan 12 Volt. Dimatikan adaptor dan diambil cuplikan hasil elektrolisis setelah itu cuplikan hasil elektrolisis disaring, lalu dianalisis dengan menggunakan AAS. Ditentukan waktu optimum dari parameter tersebut berdasarkan besar persentase penurunan kadar pencemar.

### Penurunan Tembaga (Cu) dengan Plat Al-Al dan Al-Cu Menggunakan Variansi Kuat Tegangan (Volt)

Seperangkat alat elektrolisis dirangkai, limbah cair kelapa sawit 300 mL dimasukkan ke dalam wadah sampel pada rangkaian alat, kemudian tegangan diatur dengan menggunakan adaptor pada variansi tegangan 3, 6, 9 dan 12 volt dengan lama waktu kontak optimum. Dimatikan adaptor dan diambil hasil cuplikan elektrolisis kemudian disaring, lalu dianalisis menggunakan AAS. Ditentukan tegangan optimum dari parameter tersebut berdasarkan besar persentase penurunan kadar pencemar.

### Penurunan COD dengan Plat Al- Al dan Al-Cu Menggunakan Variansi Lama Waktu Kontak (menit)

Dirangkai alat elektrolisis, kemudian dimasukkan sebanyak 300 mL sampel limbah cair kelapa sawit ke dalam wadah sampel pada rangkaian alat elektrokoagulasi pada variansi lama waktu kontak 30, 60, 90, 120, 180 dan 240 menit, diatur kuat tegangan adaptor pada tegangan optimum. Dimatikan adaptor dan diambil cuplikan hasil elektrolisis setelah itu cuplikan hasil elektrolisis disaring, lalu dianalisa Kadar COD. Ditentukan waktu optimum dari parameter tersebut berdasarkan besar persentase penurunan kadar pencemar.

### Penurunan COD dengan Plat Al- Al dan Al-Cu Menggunakan Variansi Kuat Tegangan (Volt)

Seperangkat alat elektrolisis dirangkai, limbah cair kelapa sawit 300 mL dimasukkan ke dalam wadah sampel pada rangkaian alat, kemudian tegangan diatur dengan menggunakan adaptor pada variansi tegangan 3, 6, 9 dan 12 volt dengan lama waktu kontak 120 menit. Dimatikan

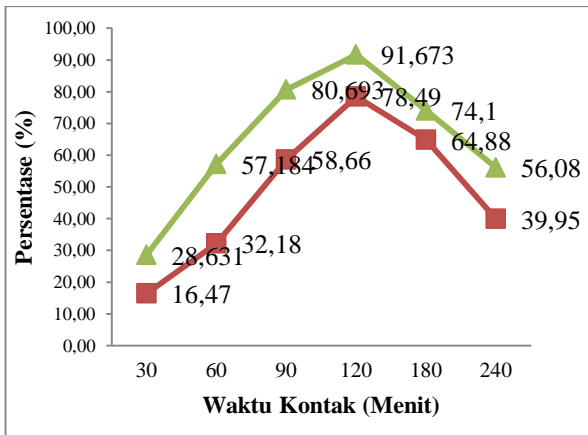
adaptor dan diambil hasil cuplikan elektrolisis kemudian disaring, lalu dianalisa kadar COD. Ditentukan tegangan optimum dari parameter tersebut berdasarkan besar persentase penurunan kadar pencemar.

Persen penurunan diketahui dengan persamaan

$$\frac{(\text{Kadar awal} - \text{kadar akhir})}{\text{kadar awal}} \times 100\%$$

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

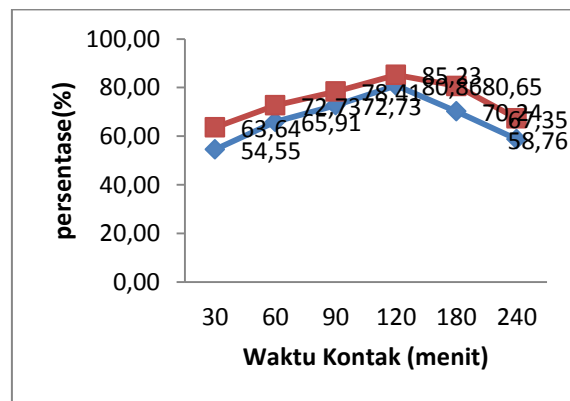
Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada proses elektrokoagulasi didapatkan hasil sebagai berikut :



**Gambar 1.** Optimasi Waktu Kontak pada Kadar Ion logam Cu

Pada gambar 1. terlihat bahwa peningkatan persen penyisihan kandungan kadar ion logam Cu terdapat pada menit 90 dan pada menit ke 120 telah mencapai titik optimum pada kedua plat (Al dan Cu). Pada waktu 30 menit mengalami penyisihan hanya sebesar 16,470% dan 28,631% , menurut Fatimah, N (2016) hal ini terjadi dimungkinkan akibat kurangnya interaksi antar ion yang terhubung oleh aliran listrik. Pada menit ke 60 terjadi peningkatan persen penyisihan menjadi 32,178% dan 57,184% tetapi kenaikan yang terjadi masih kurang signifikan akibat dari waktu kontak yang diberikan singkat sehingga proses masih harus dilanjutkan. Pada waktu 90 menit terjadi peningkatan yang sangat signifikan hingga mencapai 58,655% dan 80,693%. Hal ini sesuai dengan penelitian Yesa (2015) yang menyatakan semakin lama waktu yang digunakan untuk mengalir arus listrik dalam proses elektrokoagulasi, maka persentase penurunan kekeruhan juga menjadi semakin meningkat, sehingga air yang dihasilkan akan menjadi semakin jernih karena semakin besar waktu yang digunakan pada saat proses elektrokoagulasi,

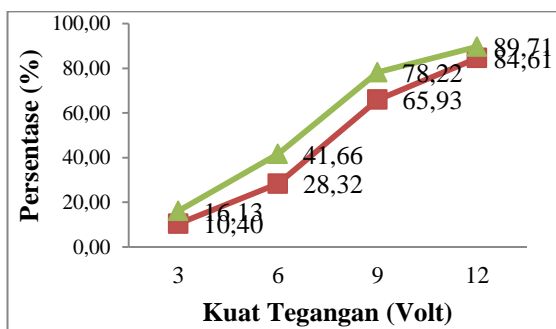
maka akan semakin banyak ion Alumunium (Al<sup>3+</sup>) yang dilepaskan. Akan tetapi waktu elektrolisis yang terlalu lama juga dapat menyebabkan flok-flok yang terbentuk mengalami ketidakstabilan yang menyebabkan kejenuhan suatu koagulan mengikat ion logam Cu dalam waktu yang sangat lama sehingga perputaran elektron dan gerakan partikel-partikel didalam suatu proses elektrokoagulasi dapat memecah kembali ikatan kedalam larutan. Hal ini disebabkan dalam reaksi elektrolisis pada kondisi sebenarnya dibutuhkan voltase yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan yang ditunjukkan oleh potensial elektroda standar (Chang, R. 2003). Dalam hal ini, berkaitan dengan jumlah spesies aktif dan ion Al dan Cu yang terbentuk. Hal ini dapat dilihat pada waktu ke 180 dan 240 menit kadar ion logam Cu yang tersisihkan tidak maksimal lagi. Pada waktu 120 menit didapatkan persen penyisihan sebesar 78,487% dan 91,673%. Pada waktu 180 menit terjadi penurunan persen penyisihan menjadi 64,880% dan 74,100%. Hal ini juga terjadi pada menit ke 240 dimana terjadi penurunan yang signifikan sebesar 39,952% dan 56,080% . Dari hasil pengamatan yang terlihat bahwa flok-flok yang terbentuk justru tidak mengalami kestabilan. Hal ini dapat menyebabkan kejenuhan suatu koagulan mengikat ion logam Cu dalam waktu yang sangat lama sehingga perputaran elektron dan gerakan partikel-partikel didalam suatu proses elektrokoagulasi dapat memecah kembali ikatan kedalam larutan.



**Gambar 2.** Presentase Penurunan Kadar COD Pada Optimasi Waktu

Pada gambar 2 terlihat bahwa peningkatan persen penyisihan kandungan kadar COD terdapat pada menit 60 dan pada menit ke 120 telah mencapai titik optimum pada kedua plat (Al dan Cu). Pada waktu 30 menit mengalami penyisihan hanya sebesar 54,55% dan 63,64%, hal ini terjadi dimungkinkan akibat kurangnya interaksi antar

ion yang terhubung oleh aliran listrik. Pada menit ke 60 terjadi peningkatan persen penyisihan menjadi 65,91% dan 72,73% tetapi kenaikan yang terjadi kenaikan yang signifikan kemudian proses masih terus dilanjutkan. Pada waktu 90 menit terjadi peningkatan yang mulai kurang signifikan hanya mencapai 72,73% dan 78,409%. Kemudian pada menit ke 120 mengalami kenaikan mencapai 80,86% dan 85,23%. Sesuai dengan yang dikemukakan oleh (Hudha, 2014) secara keseluruhan pengaruh waktu elektrolisis terhadap konsentrasi COD semakin menurun, karena semakin lama waktu elektrolisis terbentuknya jumlah spesies aktif semakin bertambah sehingga bahan-bahan organik yang teroksidasi semakin banyak. Selain itu ion  $Al^{3+}/Cu^{2+}$  yang terbentuk selama proses elektrolisis dapat berfungsi sebagai koagulan. Sesuai dengan yang dikemukakan oleh Michael Faraday, bahwa semakin lama waktu elektrolisis hasil dari suatu reaksi kimia yang dikehendaki juga akan semakin bertambah.

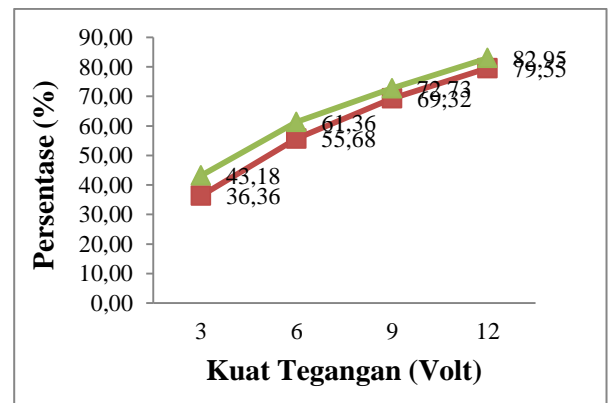


**Gambar 3.** Presentase Penurunan Kadar Ion Logam Cu Pada Optimasi Kuat Tegangan

Dari gambar 3 dapat diketahui bahwa kuat tegangan yang diberikan pada proses elektrokoagulasi sangat mempengaruhi presentasi penurunan kadar ion logam Cu. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa presentase penyisihan terbesar terjadi pada kuat tegangan 12 Volt, dimana kuat tegangan tersebut sudah sangat maksimal mengingat karena adanya keterbatasan alat, dimana alat yang digunakan hanya mencapai 12 Volt sementara persen penyisihan pada kuat tegangan tersebut hanya 84,61% dan 84,71% dimana hal ini dapat mengindikasikan bahwa masih dapat terjadi penyisihan kadar ion logam Cu di atas kuat tegangan 12 Volt. Persen penyisihan terendah yaitu pada kuat tegangan 3 Volt dimana persen penyisihan hanya mencapai 10,40% dan 16,13%. Pada kuat tegangan 6 Volt didapatkan persen penyisihan sebesar 28,32% dan 41,66% dimana penyisihan yang terjadi masih sangat

rendah kenaikan hanya selisih 17,91% dan 25,53%. Pada kuat tegangan 9 Volt persen penyisihan yang didapatkan dapat dikatakan sangat signifikan karena pada kuat tegangan ini mampu menyisihkan kadar ion logam Cu hingga 65,931% dan 78,224% dengan selisih yang diperoleh yaitu 37,62% dan 36,56%.

Menurut Fatimah, N (2016) ada kemungkinan bahwa besar kuat tegangan yang diberikan pada saat proses elektrokoagulasi maka efisiensi penurunan akan berjalan dengan baik, hal ini dapat terjadi karena besar arus listrik yang terjadi akibat adanya beda potensial akan melewati medium elektroda dan elektrolit lebih cepat, namun yang perlu diperhatikan yakni adanya batas ketahanan logam atau elektroda yang digunakan bisa berbeda, kenaikan beda potensial yang berlebihan bisa saja mengakibatkan kerja elektroda tidak bekerja secara optimal.



**Gambar 4.** Optimasi Kuat Tegangan pada Kadar COD

Dari gambar 4 dapat diketahui bahwa kuat tegangan yang diberikan pada proses elektrokoagulasi sangat mempengaruhi presentasi penurunan kadar COD. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa presentase penyisihan terbesar terjadi pada kuat tegangan 12 Volt sementara persen penyisihan pada kuat tegangan tersebut yaitu 79,55% dan 82,95% dimana hal ini dapat mengindikasikan bahwa masih dapat terjadi penyisihan kadar ion logam Cu di atas kuat tegangan 12 Volt. Persen penyisihan terendah yaitu pada kuat tegangan 3 Volt dimana persen penyisihan hanya mencapai 36,36% dan 43,18%. Pada kuat tegangan 6 Volt didapatkan persen penyisihan sebesar 55,68% dan 61,36%. Pada kuat tegangan 9 Volt persen penyisihan yang didapatkan dapat dikatakan masih kurang signifikan karena pada kuat tegangan ini hanya mampu menyisihkan kadar COD sebesar 69,31% dan 72,73% dengan selisih yang diperoleh yaitu

13,64% dan 11,36%. Menurut (Hudha, 2014) sama halnya dengan pengaruh tegangan yang semakin besar, % removal juga akan semakin besar terutama pada tegangan 9 dan 12 Volt.

#### KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan persen penyisihan ion logam Cu didapatkan hasil dari plat Al-Al pada titik optimum parameter lama waktu kontak didapatkan sebesar 78,487 % dan pada parameter kuat tegangan 84,607 %. Pada penyisihan kadar COD dengan parameter lama waktu kontak sebesar 79,545 % dan pada parameter kuat tegangan sebesar 82,954%. Sedangkan hasil dari plat Al-Cu pada titik optimum parameter lama waktu kontak didapatkan hasil pada penyisihan ion logam Cu sebesar 91,673 % dan pada parameter kuat tegangan sebesar 89,712 %. Pada penyisihan kadar COD dengan parameter lama waktu kontak sebesar 85,227% dan parameter kuat tegangan sebesar 82,954%.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Chang, R. 2005. *Kimia Dasar Konsep-Konsep Inti Edisi Ketiga Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- [2] Dinas Perkebunan Provinsi Kalimantan timur. 2016. *Data Statistik Perkebunan Kelapa Sawit di Kalimantan Timur*.
- [3] Fatimah, N. 2016. *Penurunan Intensitas Zat Warna Remazol Red RB 133 Dalam Limbah Batik Dengan Proses Elektrokoagulasi Menggunakan Elektrolit NaCl*. Skripsi Jurusan Kimia. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam; Universitas Mulawarman.
- [4] Husni, F. 2010. *Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Effluen Ranut (Reaktor Anaerobik Unggun Tetap) Menggunakan Teknik Elektrokoagulasi*. Tesis Fakultas Teknik. Medan : Universitas Sumatera Utara.
- [5] Kurniaty, Elli. 2011. *Kandungan Kelapa Sawit Serta Pengolahan Limbah Sawit*.
- [6] Widjajanto, D. 2011. "Penurunan Kadar Logam Berat Dan Kekeruhan Air Limbah Menggunakan Proses Elektrokoagulasi. Jurusan Teknik Elektro. Politeknik Negeri Jakarta. 2(1): 1-6.
- [7] Yesa, Y. 2015. *Efektifitas Proses Elektrokoagulasi Terhadap Penurunan Kadar Besi Air Sumur*. Universitas Sumatera Utara Medan.