

Pengolahan Limbah Cair *Laundry* Melalui Proses Elektrokoagulasi Sistem *Batch Recycle* Menggunakan Elektroda Aluminium yang disusun Secara Bipolar

Lilis Hermida*, Joni Agustian, Devi Sagitha Anggraini

Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lampung
Jl. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No.1, Kampus Unila Gedung Meneng, Rajabasa, BandarLampung,
Lampung, Indonesia 35141

* e-mail: lilis.hermida@eng.unila.ac.id

Abstrak

Penelitian elektrokoagulasi limbah cair *laundry* dilakukan di reaktor yang beroperasi secara batch recycle, yang menggunakan 6 (enam) elektroda yang berupa aluminium dalam susunan bipolar. Pengaruh variasi parameter operasi (besarnya tegangan listrik dan kondisi pH limbah *laundry*) terhadap persentase penurunan kekeruhan, COD, dan Fosfat pada air limbah yang diamati. Kemudian kondisi operasi yang optimal di investigasi menggunakan rancangan percobaan *fractional factorial taguchi*. Berdasarkan hasil percobaan dapat disimpulkan bahwa tegangan listrik sangat mempengaruhi persentase penurunan kekeruhan, COD, dan Fosfat pada limbah cair laundry. Begitu juga dengan pengaturan pH limbah sebesar 4, 6, dan 8. Kondisi optimum diperoleh pada tegangan listrik 13,8 volt, jarak antar elektroda 0,5 cm, dan dengan pH 4, laju alir 800 l/jam dan waktu pengolahan 2 jam. Persentase penurunan kekeruhan pada kondisi optimum bisa mencapai 93,53%, persentase penurunan COD mencapai 75%, sedangkan untuk persentase penurunan fosfat mencapai 95,06%.

Kata Kunci: Elektrokoagulasi, Sistem batch recycle, Elektroda aluminium, Susunan bipolar, Limbah cair laundry
Gubernur Lampung No.17 thn 2006)..

I. PENDAHULUAN

Limbah cair dapat memasuki badan air seperti sungai, danau serta laut sebagai hasil dari aktivitas manusia. Pada umumnya limbah ini mengandung bahan-bahan yang dapat membahayakan kelestarian lingkungan hidup (Irianto, 2016). Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 bahwasannya badan air dapat dimanfaatkan sebagai penerima Air Limbah bagi usaha dan/atau kegiatan dengan tidak melampaui Baku mutu Air. Pelaksanaan pemanfaatan dan/atau pembuangan air limbah dengan tidak menimbulkan dampak pencemaran dan/atau kerusakan Lingkungan Hidup serta sesuai dengan ketentuan perundang undangan. Tentunya badan air tidak dapat dimanfaatkan sebagai penerima air limbah jika melampaui baku mutu karena dapat menjadi media transmisi penyakit (Nguyen dkk, 2019).

Kandungan bahan pencemaran dalam limbah cair umumnya menurunkan kualitas air dan jika langsung dibuang ke kemungkinan dapat menimbulkan gangguan di sekitar daerah yang dilalui limbah tersebut. Limbah *laundry* mempunyai dampak negatif terhadap lingkungan. Hal ini didasari oleh kandungan yang terdapat di limbah *laundry*. Berbagai macam bahan kimia yang terkandung dalam limbah *laundry* memiliki konsentrasi yang cukup tinggi. Parameter bahan kimia yang terkandung pada limbah *laundry* suhu, pH, zat sedimen, nitrogen total dan fosfor, COD dan BOD, dan jumlah surfaktan anion. Diketahui, bahwa kehadiran surfaktan anionik dan builders dalam limbah *laundry* dapat meningkatkan konsentrasi COD (Peraturan

Untuk mengurangi pencemaran air, maka dibutuhkan pengolahan limbah terlebih dahulu sebelum limbah tersebut dibuang ke sungai. Elektrokoagulasi merupakan salah satu pengolahan limbah yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan limbah cair. Elektrokoagulasi adalah proses alternatif untuk mengolah air limbah dengan cara menggabungkan proses elektrokimia dengan koagulasi kimia konvensional. Telah banyak studi yang dilakukan untuk mengevaluasi kinerja proses ini dalam banyak air limbah. Proses ini bisa digunakan untuk mengatasi permasalahan pada limbah industri, limbah rumah tangga serta berbagai macam limbah cair lainnya (Cabrales dkk, 2016)

Berdasarkan uraian diatas, limbah *laundry* harusnya diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke badan air. penulis mengusulkan proses pengolahan limbah cair *laundry* dengan proses elektrokoagulasi sistem batch recycle menggunakan elektroda aluminium bipolar. Penelitian ini diharapkan mampu mengetahui kondisi terbaik untuk menurunkan kadar COD, turbidity dan fosfat pada limbah cair *laundry* menggunakan elektroda aluminium bipolar pada proses elektrokoagulasi. Dimana pH dan tegangan arus listrik yang diberikan oleh DC Power Supply sebagai faktor yang mempengaruhi elektrokoagulasi diharapkan juga mampu membantu proses tersebut.

II. METODE

Sistem operasi peralatan pada penelitian ini berlangsung batch recycle seperti diilustrasikan pada Gambar 1. Keadaan awal limbah *laundry* dianalisa terlebih dahulu yang meliputi analisis pH, kekeruhan, COD, dan fosfat. Kemudian dilakukan penetapan kondisi operasi eksperimen berdasarkan rancangan percobaan Taguchi fractional factorial pada Tabel 1.

Tabel 1. Rancangan Percobaan

| Run | pH | Tegangan (Volt) |
|-----|----|-----------------|
| 1 | 4 | 9 |
| 2 | 4 | 12 |
| 3 | 4 | 13,8 |
| 4 | 6 | 9 |
| 5 | 6 | 12 |
| 6 | 6 | 13,8 |
| 7 | 8 | 9 |
| 8 | 8 | 12 |
| 9 | 8 | 13,8 |

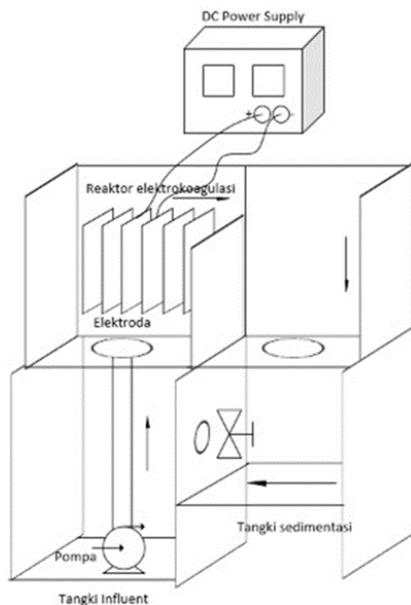
2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Terapan Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung untuk menganalisis kadar fosfat, kekeruhan (turbidity), dan COD. Penelitian ini dimulai dari bulan Maret sampai dengan bulan April 2022.

2.2 Bahan dan Alat

Bahan: Limbah *Laundry*, Air Suling, H₂SO₄, NaOH, Indikator fenoltalin, Larutan kalium antimonil tartat, larutan ammonium molibdat, larutan asam Askorbat, Larutan baku kalium dikromat, larutan pereaksi asam sulfat, larutan indikator ferroin, larutan ferro ammonium sulfat (FAS), larutan baku kalium hidrogen phtalat, asam sulfamat, serbuk merkuri sulfat dan batu didih, dan Hidrazin sulfat dan heksa metilen tetramine.

Alat: Unit Elektrokoagulasi seperti ditunjukan pada Gambar 1, Tangki Influent, Tangki Sedimen, Pompa, Pipa, Selang, Kran, DC Power Supply, Gelas Ukur, Neraca Analitik, pH Meter, Spektrofotometer, Buret, Peralatan Refluks, Hot Plate, Stopwatch, dan Nefelometer.



Gambar 1. Skematik rangkaian alat percobaan menggunakan elektroda bipolar. (Sumber: Hermida, 2019)

2.3 Rancangan Percobaan

Penelitian ini dilakukan berdasarkan desain Taguchi fraksional faktorial dengan dua parameter yaitu: waktu kontak dan tegangan arus listrik. Masing – masing parameter mempunyai 3 level. Dari desain percobaan maka diketahui bahwa penelitian ini akan dilakukan dengan 9 kali percobaan dengan variasi level tiap – tiap parameter pada tabel 1.

2.4 Prosedur Percobaan

Pada eksperimen pertama (Run 1) yaitu pada kondisi operasi tegangan arus listrik sebesar 9 volt dan pH 4 dan waktu operasi 2 jam dilakukan dengan langsung berikut:

Limbah cair *laundry* diambil sebanyak 5 liter ditempatkan di dalam tangki influent. Kemudian dilakukan pengatur pH dengan cara menambahkan H₂SO₄ untuk menurunkan pH atau NaOH untuk menaikkan pH ke dalam limbah tersebut sambil dianalisis pH-nya.

Reaktor elektrokoagulasi disiapkan dengan memasang dan mengatur elektroda aluminium pada tempatnya dengan jarak 1 cm. Reaktor ini dihubungkan dengan sumber arus listrik searah sehingga menghasilkan voltase. Jarak antar elektroda sama untuk semua percobaan. Pompa dihidupkan untuk mensirkulasi limbah *laundry* melalui sistem peralatan elektrokoagulasi selama beberapa menit untuk memastikan tidak adanya kebocoran. Reaktor elektrokoagulasi kemudian dijalankan secara batch recycle. Laju alir yang dipakai 800 liter/jam. Sistem dibiarkan berjalan beberapa menit hingga laju alir tidak berubah. Percobaan dimulai ketika sumber arus listrik searah dinyalakan. Sistem elektrokoagulasi dioperasikan selama 2 jam. Kemudian matikan sumber arus listrik dan timbang kembali elektroda. Ulangi prosedur diatas kepada run 2 hingga 10 dengan memvariasikan pH dan tegangan arus listrik sesuai dengan rancangan percobaan di Tabel 1. Terakhir, analisa semua sampel akhir dari setiap run dan amatilah perbandingan sampel awal dan akhir.

III. PETUNJUK TAMBAHAN

Berikut ini hasil analisa limbah *laundry* menggunakan metode elektrokoagulasi.

Tabel 2. Hasil Analisa

| Sampel | Kekeruhan (NTU) | COD (mg/L) | Fosfat (mg/L) |
|-------------|-----------------|------------|---------------|
| Sampel Awal | 3.71 | 200 | 0,152 |
| Run 1 | 0.30 | 80 | 0,054 |
| Run 2 | 0.30 | 70 | 0,016 |
| Run 3 | 0.24 | 50 | 0,0075 |
| Run 4 | 0.50 | 150 | 0,063 |
| Run 5 | 0.45 | 120 | 0,044 |
| Run 6 | 0.30 | 90 | 0,023 |
| Run 7 | 0.75 | 190 | 0,069 |
| Run 8 | 0.60 | 170 | 0,067 |
| Run 9 | 0.44 | 160 | 0,065 |

Tabel 3. Persentase Penurunan

| Sampel | Kekeruhan (%) | COD (%) | Fosfat (%) |
|--------|---------------|---------|------------|
| Run 1 | 91,91 | 60 | 64,47 |
| Run 2 | 91,91 | 65 | 89,47 |
| Run 3 | 93,53 | 75 | 95,06 |
| Run 4 | 86,52 | 25 | 58,55 |
| Run 5 | 87,87 | 40 | 71,05 |
| Run 6 | 91,91 | 55 | 84,86 |
| Run 7 | 79,78 | 5 | 54,60 |
| Run 8 | 83,82 | 15 | 55,92 |
| Run 9 | 88,14 | 20 | 57,23 |

Dari rancangan percobaan pada tabel 1 dapat diketahui level dari faktor-faktor: tegangan dan pH. Hal ini didiskripsikan pada tabel 4.

Tabel 4. Level Faktor Desain Percobaan

| Level Faktor | Tegangan Arus Listrik | pH Limbah |
|--------------|-----------------------|-----------|
| Ke-1 | 9 | 4 |
| Ke-2 | 12 | 6 |
| Ke-3 | 13,8 | 8 |

Berdasarkan data hasil penelitian pada Tabel 2 dapat diketahui hasil analisis Taguchi terhadap rata-rata % penurunan kekeruhan pada setiap parameter atau faktor. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil analisis Taguchi terhadap rata-rata % penurunan kekeruhan pada setiap parameter

| Level Faktor | Rata-rata % | |
|--------------|-----------------------|-----------|
| | Tegangan Arus Listrik | pH Limbah |
| Ke-1 | 86,07 | 92,45 |
| Ke-2 | 87,86 | 88,76 |
| Ke-3 | 91,19 | 83,91 |
| Delta | 3,32 | 8,53 |
| Rengking | 2 | 1 |

Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 5 diketahui bahwa pH memiliki nilai delta yang paling besar yaitu 8,53 dibandingkan tegangan dengan delta 3,32. Nilai delta terbesar menunjukkan bahwa pH merupakan faktor utama yang mempengaruhi persentase penurunan kekeruhan limbah *laundry*.

Berdasarkan data hasil penelitian pada Tabel 2 dapat diketahui hasil analisis Taguchi terhadap rata-rata % penurunan COD pada setiap parameter atau faktor. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 6.

Diketahui bahwa jarak pH memiliki nilai delta yang paling besar yaitu 53,33 dibandingkan tegangan dengan delta 10. Nilai delta terbesar menunjukkan bahwa pH merupakan faktor utama yang mempengaruhi persentase penurunan COD limbah *laundry* dapat dilihat berdasarkan hasil analisis Taguchi pada Tabel 6

Tabel 6. Hasil analisis Taguchi terhadap rata-rata % penurunan COD pada setiap parameter

| Level Faktor | Rata-rata % | |
|--------------|-----------------------|-----------|
| | Tegangan Arus Listrik | pH Limbah |
| Ke-1 | 30 | 66,66 |
| Ke-2 | 40 | 40 |
| Ke-3 | 50 | 13,33 |
| Delta | 10 | 53,33 |
| Rengking | 2 | 1 |

Berdasarkan data hasil penelitian pada Tabel 2 dapat diketahui hasil analisis Taguchi terhadap rata-rata % penurunan fosfat pada setiap parameter atau faktor. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil analisis Taguchi terhadap rata-rata % penurunan fosfat pada setiap parameter.

| Level Faktor | Rata-rata % | |
|--------------|-----------------------|-----------|
| | Tegangan Arus Listrik | pH Limbah |
| Ke-1 | 59,20 | 83 |
| Ke-2 | 72,14 | 71,48 |
| Ke-3 | 79,05 | 55,91 |
| Delta | 6,90 | 27,08 |
| Rengking | 2 | 1 |

Berdasarkan hasil analisis Taguchi pada Tabel 7 diketahui bahwa pH memiliki nilai delta yang paling besar yaitu 27,08 dibandingkan tegangan dengan delta 6,90. Nilai delta terbesar menunjukkan bahwa pH merupakan faktor utama yang mempengaruhi persentase penurunan fosfat limbah *laundry*.

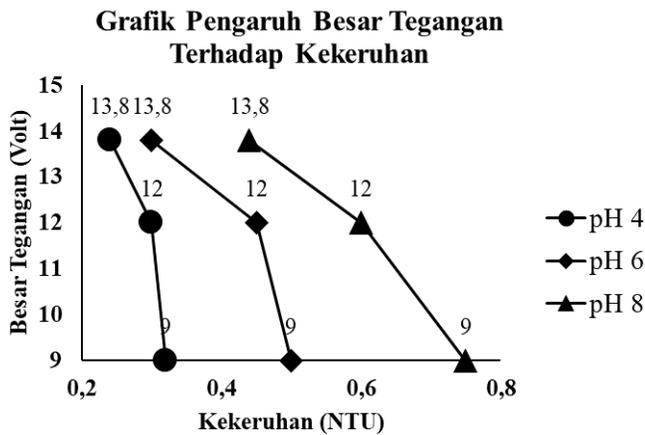
Berdasarkan dari hasil pengolahan limbah *laundry* menggunakan metode elektrokoagulasi yang terdapat pada tabel 2 dapat diketahui bahwa proses elektrokoagulasi penurunan kekeruhan, COD, dan fosfat paling banyak pada percobaan ke-3 dengan besar kekeruhan 0,24 NTU, kadar COD 50 mg/l, fosfat 0,0075 mg/l. Pada percobaan ke-3 elektrokoagulasi dilakukan dengan menggunakan tegangan 13,8 volt dan pH 4 selama 2 jam waktu proses.

3.1 Pengaruh Besar Tegangan Terhadap Kekeruhan

terlihat bahwa penurunan kekeruhan paling banyak terjadi menggunakan tegangan 13,8 Volt jika dibandingkan dengan menggunakan tegangan yg lain. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar tegangan yang digunakan maka besar kekeruhan pada limbah semakin menurun. % penurunan kekeruhan yang tertinggi untuk tegangan 9 Volt adalah 91,91 %, untuk kuat arus 12 Volt sebesar 91,91%, sedangkan untuk kuat arus 13,8 Volt mencapai 93,53%. Sehingga rata-rata persentase penurunan kekeruhan yang optimal yaitu 93,53% diperoleh pada kuat arus 13,8 Volt dengan waktu 2 jam dapat dilihat pada Gambar 1.

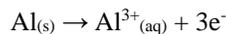
Besar Tegangan listrik pada proses elektrokoagulasi memiliki pengaruh yang signifikan terhadap penurunan kekeruhan limbah *laundry*. Berdasarkan hukum Faraday, kuat arus listrik berbanding lurus dengan berat atau banyaknya ion-

ion logam yang meluruh, maka semakin besar kuat arus listrik yang disuplai ke elektroda besi akan semakin banyak pula peluruhan.

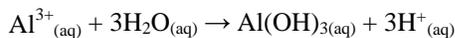


Gambar 2. Grafik Pengaruh Besar Tegangan Terhadap Turbidity

Ion-ion Fe^{2+} yang nantinya akan berikatan dengan partikel-partikel koloid dalam air limbah sehingga dapat meningkatkan persentase penurunan turbiditas (Kencanawati, 2016). Reaksi oksidasi dan peluruhan ion-ion Al^{3+} terjadi di kutub positif (anoda) elektroda dengan reaksi sebagai berikut:



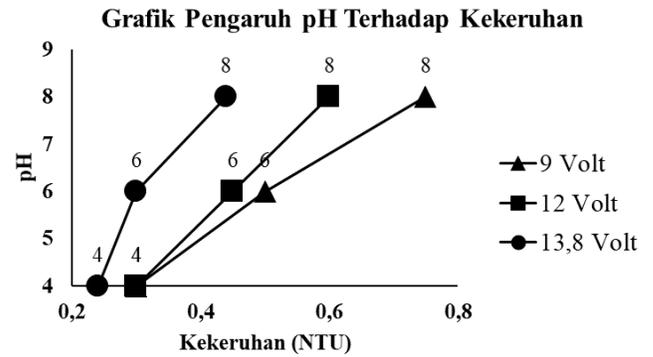
Reaksi tersebut terjadi ketika sumber arus listrik serah dialirkan mengakibatkan elektroda besi yang digunakan luruh menghasilkan ion-ion Al^{3+} . Ion-ion Al^{3+} kemudian berikatan dengan senyawa air yang terdapat dalam limbah dan membentuk senyawa $\text{Al}(\text{OH})_3$ dan ion H^{+} .



Pada anoda terjadi reaksi oksidasi atau pelepasan ion logam sebagai koagulan aktif ke dalam larutan. Sedangkan, di katoda terjadi reaksi reduksi yang menyebabkan pelepasan gas hidrogen. Penggunaan arus listrik pada proses elektrokoagulasi berguna untuk menggantikan peran bahan kimia sebagai koagulan, di mana dengan digunakannya arus listrik partikel-partikel koloid yang berukuran kecil dapat diendapkan (Kencanawati, 2016)

3.2 Pengaruh pH Terhadap Kekeruhan

pH adalah parameter kunci dalam elektrokoagulasi karena mempengaruhi konduktivitas larutan, potensial zeta dan elektroda pembubaran. Namun sulit untuk membangun hubungan yang jelas antara pH larutan dan efisiensi elektrokoagulasi karena pH air yang diolah berubah selama proses elektrokoagulasi, oleh karena itu biasanya diukur pH awal larutan (Cabrales, 2014)



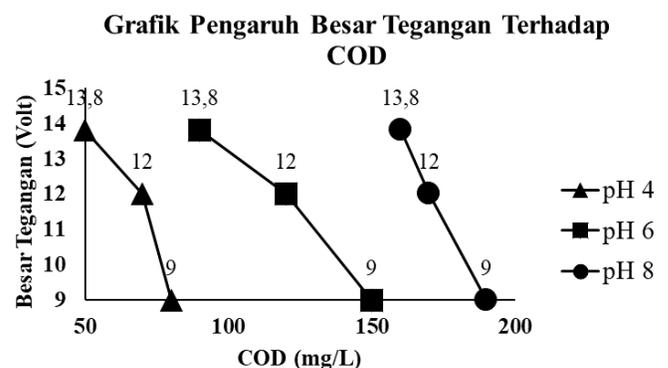
Gambar 3. Grafik pengaruh pH terhadap turbidity

Dari Gambar 2. terlihat bahwa penurunan kekeruhan paling banyak terjadi menggunakan pH 4 jika dibandingkan dengan menggunakan pH yg lain. Hal ini meunjukkan bahwa semakin asam yang digunakan maka besar kekeruhan pada limbah semakin menurun. % penurunan kekeruhan yang tertinggi untuk pH 4 adalah 93,53 %, untuk kuat arus pH 6 sebesar 91,91%, sedangkan untuk kuat arus pH 8 mencapai 88,14%. Sehingga rata-rata persentase penurunan kekeruhan yang optimal yaitu 93,53% diperoleh pada pH 4 dengan waktu 2 jam.

3.3 Pengaruh Besar Tegangan Terhadap COD

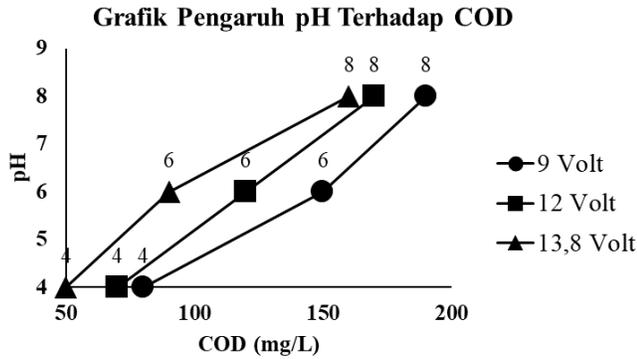
Penurunan COD paling banyak terjadi menggunakan tegangan 13,8 volt jika dibandingkan dengan menggunakan tegangan yg lain. Hal ini meunjukkan bahwa semakin besar tegangan yang digunakan maka besar COD pada limbah semakin menurun. % penurunan COD yang tertinggi untuk tegangan 9 Volt adalah 60 %, untuk tegangan 12 Volt sebesar 65 %, sedangkan untuk tegangan 13,8 Volt mencapai 75 %. Sehingga rata-rata persentase penurunan kekeruhan yang optimal yaitu 75 % diperoleh pada tegangan 13,8 Volt dengan waktu 2 jam dapat dilihat pada Gambar 4.

pH air limbah dapat mempengaruhi elektokoagulasi, untuk mengontrol kelarutan produk yang terbentuk selama elektrolisa. pH sangat penting untuk mengontrol spesies produk dan kelarutannya dalam air limbah.



Gambar 4. Grafik Pengaruh Besar Tegangan Terhadap COD

3.4 Persamaan Pengaruh pH Terhadap COD

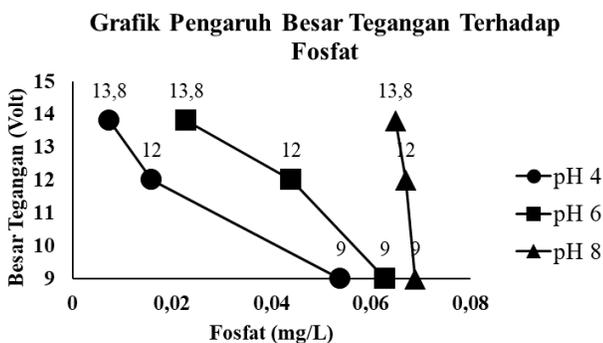


Gambar 5. Grafik Pengaruh pH Terhadap COD

Dari Gambar 5. terlihat bahwa penurunan COD paling banyak terjadi menggunakan pH 4 dengan besar tegangan 13,8 volt jika dibandingkan dengan menggunakan pH yg lain. Hal ini meunjukkan bahwa semakin asam yang digunakan makabesar COD pada limbah semakin menurun. % penurunan COD yang tertinggi untuk pH 4 adalah 75%, untuk pH 6 sebesar 55%, sedangkan untuk H 8 mencapai 20%. Sehingga rata-rata persentase penurunan COD yang optimal yaitu 75% diperoleh pada pH 4 dengan waktu 2 jam.

Dikarenakan pada pH 4 Ini dapat dikaitkan dengan berbagai pembentukan simultan monomer dan polimer spesies yang akhirnya berubah menjadi $Al(OH)_3$, seperti yang ditunjukkan oleh presipitasi kompleks. $Al(OH)_3$ ini senyawa yang memiliki luas permukaan yang besar dan bertindak sebagai koagulan. Dengan demikian, mereka berguna untuk adsorpsi cepat senyawa organik terlarut dan ion logam, menghasilkan efisiensi penyisihan COD yang tinggi (Irianto, 2016)

3.5 Pengaruh Besar Tegangan Terhadap Fosfat



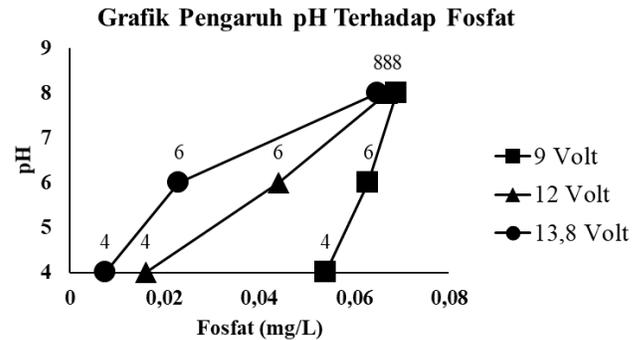
Gambar 6. Grafik Pengaruh Besar Tegangan Terhadap Fosfat

Dari Gambar 6. terlihat bahwa penurunan fosfat paling banyak terjadi menggunakan tegangan 13,8 volt jika dibandingkan dengan menggunakan tegangan yg lain. Hal ini meunjukkan bahwa semakin besar tegangan yang digunakan maka besar fosfat pada limbah semakin menurun. % penurunan fosfat yang tertinggi untuk tegangan 9 Volt adalah 64,47%, untuk tegangan 12 Volt sebesar 84,47%, sedangkan untuk tegangan 13,8 Volt mencapai 94,06%. Sehingga rata-

rata persentase penurunan fosfat yang optimal yaitu 94,06% diperoleh pada tegangan 13,8 Volt dengan waktu 2 jam.

Hal ini sesuai bahwa tegangan merupakan faktor fundamental yang dapat mempengaruhi elektrokoagulasi dimana kenaikan tegangan menyebabkan kenaikan efisiensi penyisihan pewarna. Tegangan elektrokoagulasi memiliki pengaruh yang kuat pada densitas arus (Chen, 2002)

3.6 Pengaruh pH Terhadap Fosfat



Gambar 7. Pengaruh pH Terhadap Fosfat

Dari Gambar 7. terlihat bahwa penurunan fosfat paling banyak terjadi menggunakan pH 4 dengan besar tegangan 13,8 volt jika dibandingkan dengan menggunakan pH yg lain. Hal ini meunjukkan bahwa semakin asam yang digunakan maka besar fosfat pada limbah semakin menurun. % penurunan fosfat yang tertinggi untuk pH 4 adalah 95,06%, untuk pH 6 sebesar 84,86%, sedangkan untuk pH 8 mencapai 57,23%. Sehingga rata-rata persentase penurunan kekeruhan yang optimal yaitu 95,06 % diperoleh pada pH 4 dengan waktu 2 jam.

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa penghilangan fosfat lebih efisien pada tingkat pH yang sedikit asam penghilangan fosfat sebanding dengan kombinasi rapat arus dan periode elektrolisis. Sebaliknya, penghapusan fosfatberbanding terbalik dengan jarak antara elektroda dan konsentrasi awal fosfat (Hasyim, 2018)

Hal ini dapat dijelaskan dengan gaya tarik columbic, di mana pada kisaran pH asam, permukaan produk yang baru diproduksi koagulan menunjukkan muatan positif, yang meningkatkan penghapusan fosfat anionik. Dalam rentang pH dasar, koagulan menunjukkan muatan negatif yang menolak fosfat anionik, ini menurunkan efisiensi penyisihan (Bingul, 2021)

3.7 Proses Elektrokoagulasi pada kondisi operasi optimal

Kondisi optimal proses elektrokoagulasi limbah cair laundry dengan sistem batch recycle berada pada running 3 dengan didapatkan dari analisa data hasil penelitian yang telah dilakukan yaitu sebagai berikut :

- Kuat arus : 13,8 volt
- Jarak antar elektroda : 1,5 cm
- pH: 4
- Waktu operasi : 2 jam
- Laju alir: 800 l/jam

Setelah dilakukan proses elektrokoagulasi limbah cair dari laundry pada kondisi operasi optimal didapatkan hasil

analisa limbah seperti ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Analisis limbah *laundry* sebelum dan sesudah diolah secara elektrokoagulasi pada kondisi optimum

| Analisis | Kondisi Awal | Kondisi Akhir | Persentase Penurunan (%) |
|-----------|--------------|---------------|--------------------------|
| Kekeruhan | 3,71 | 0,24 | 93,53 |
| COD | 200 | 50 | 75 |
| Fosfat | 0,152 | 0,0075 | 95,06 |

Dari Tabel 8 diketahui bahwa sebelum diolah kekeruhan limbah *laundry* sebesar 3,71 NTU dan setelah diolah terjadi penurunan yang sangat signifikan yaitu menjadi 0,24 NTU, sehingga besarnya persentase removal kekeruhan adalah 93,53%. Hasil analisa COD didapatkan 50 mg/L, yang sebelum diolah besarnya kekeruhan sebesar 200 mg/L. Dari nilai akhir dan awal COD tersebut, maka besarnya persentase penurunan COD sebesar 75%. Hasil Analisa fosfat didapatkan 0,0075 mg/L, yang sebelum diolah besarnya fosfat sebesar 0,152 mg/L. Dari nilai akhir dan awal fosfat tersebut, maka besarnya persentase penurunan fosfat sebesar 95,06%. kondisi optimal tersebut sudah memenuhi baku mutu Peraturan Gubernur Lampung No. 17 Tahun 2006 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan atau Kegiatan Di Provinsi Lampung yaitu dengan kekeruhan, COD, dan fosfat sebesar 100 NTU, 180 mg/L, dan 2 mg/L.

4 KESIMPULAN

Sistem proses elektrokoagulasi secara batch recycle menggunakan elektroda aluminium yang disusun secara bipolar. Untuk kadar kekeruhan air limbah *laundry* persentase penurunan tertinggi mencapai 93,53% pada kondisi tegangan 13,8 volt pH 4. Untuk kadar COD air limbah *laundry* persentase penurunan tertinggi mencapai 75% pada kondisi tegangan 13,8 volt dengan pH 4. Sedangkan untuk kadar fosfat air limbah *laundry* persentase penurunan tertinggi mencapai 95,06% pada kondisi tegangan 13,8 volt dengan pH

4. Berdasarkan rancangan percobaan Taguchi fractional factorial diperoleh kondisi optimum dicapai pada tegangan 13,8 volt, pH 4, jarak antar elektroda 0,5, waktu operasi 2 jam, dan laju alir 800 mL/menit. Sebelum diolah angka kekeruhan air limbah 3.71 NTU, setelah diolah melalui system elektrokoagulasi angka kekeruhan air limbah menjadi 0,24 NTU. Sebelum diolah kadar COD air limbah 500 mg/L, setelah diolah melalui system elektrokoagulasi kadar COD air limbah menjadi 50 mg/L. Sebelum diolah kadar fosfat air limbah 0,0125 mg/L, setelah diolah melalui system elektrokoagulasi kadar fosfat air limbah menjadi 0,0075 mg/L.

DAFTAR PUSTAKA

- Bingul, Zuleyha, et.al. 2021. “*The Effect of Ph on Removal of Phosphate from water using Aluminum Electrodes by Electrocoagulation Method*”
- Cabrales, Nilson Marriaga., Martinez, Fiderman Machuca. 2014. “*Dasar-dasar elektrokoagulasi*”. Sekolah Teknik kimia, Universitas del Valle, Columbia
- Chen, G. 2002. “*Electrochemical Technologies in wastewater treatment. Separation and purification technology*”.
- Hashim, et.al. 2018. “*Electrocoagulation as a Green Technology for Phosphate Removal From River Water*”.
- Hermida, Lilis., Agustian Joni. 2019 “*Demo Sistem Elektrokoagulasi Penjernihan Air Untuk Peningkatan Pemahaman Pelajaran Kimia Siswa SMA Muhammadiyah 6 Palembang*”
- Irianto, Ketut. 2016. *Penanganan Limbah Cair*. Bali. PT.Percetakan Bali Gajah Mada
- Kencanawati, Cok Istri P. K. 2016. *Diktat Mata Kuliah Sistem Pengolahan Air Limbah*. Bali: Universitas Udayana.
- Nguyen, et.al. 2019. “*COD Removal From Artificial Wastewater by Electrocoagulation Using Aluminum Electrodes*”.
- Peraturan Gubernur Lampung No. 17 Tahun 2006 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan atau Kegiatan
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. 2021. Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. H. Poor, *An Introduction to Signal Detection and Estimation*. New York: Springer-Verlag (1985) Ch. 4.