

# Penggunaan Zeolit Terpadu Proses Elektrokoagulasi untuk Menurunkan Kandungan Minyak dan Lemak dalam Air Limbah

Sutanto<sup>1\*)</sup>, Nanang Rohadi<sup>2</sup>, Hidjan<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI, Depok

<sup>3</sup> Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI, Depok

email: <sup>1</sup>stanto09@gmail.com, <sup>2</sup>nnng\_rohadi@yahoo.com, <sup>3</sup>hidjanag@gmail.com,

**Abstrak** - Kandungan minyak dan lemak (bahan organik) dalam air limbah yang tidak terkontrol dapat menyebabkan terjadinya polusi dan kerusakan lingkungan. Peraturan Menteri Kesehatan RI No 416/Menkes/Per/IX/1990 menyebutkan bahwa kandungan maksimum polutan dalam air limbah harus dijaga masing-masing: 1,0 mg/l untuk besi (Fe), 0,5 mg/l untuk mangan (Mn), 500 mg/l untuk kesadahan (CaCO<sub>3</sub>), 0,05 mg/l untuk arsen (As), 200 mg/l untuk natrium (Na) dan 0,5 mg/l untuk timbal (Pb), kekeruhan 25 NTU, 6,5 -9,0 untuk pH dan 10 mg/l untuk bahan organik. Air limbah yang mengandung bahan organik (minyak dan lemak) melebihi 10 mg/L, maka air limbah tidak aman terhadap lingkungan dan akan menimbulkan bau yang menyengat. Oleh karena itu air limbah harus diolah supaya dihasilkan air yang sesuai dengan standar Menteri Kesehatan RI. Salah satu proses pengolahan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah menerapkan penggunaan zeolit yang dipadu dengan proses elektrokoagulasi untuk menurunkan kadar bahan organik yang terdapat dalam air limbah. Penelitian dilakukan dengan mengalirkan air limbah sebanyak 4,5 liter kedalam bak proses yang telah diisi zeolit teraktifkan sebanyak 200 gram dengan waktu proses 60 menit. Dilanjutkan proses elektrokoagulasi dengan variasi arus 0,05 A, 0,1 A dan 0,2 A. Analisis kandungan minyak dan lemak dilakukan secara gravimetri. Hasil analisis pada kondisi proses elektrokoagulasi terbaik, yaitu arus 0,1 ampere selama 60 menit menunjukkan bahwa kandungan minyak dan lemak (bahan organik) dapat diturunkan dari 20 mg/L menjadi 7 mg/L atau setara dengan 65 % .

**Kata Kunci:** Air limbah, polutan minyak dan lemak, Zeolit, Elektrokoagulasi, Penurunan polutan

## I. PENDAHULUAN

Polusi dan kerusakan lingkungan dapat terjadi apabila air limbah yang mengandung bahan organik dan logam berat melebihi batas aman lingkungan dibuang langsung ke alam bebas. Air sangat bermanfaat bagi manusia antara lain untuk sarana transportasi, irigasi, mencuci dan mandi. Air juga dimanfaatkan pula oleh manusia untuk keperluan minum, karena kekurangan air dapat menyebabkan dehidrasi yang dapat menyebabkan kerusakan organ tubuh.

Beberapa syarat yang harus dipenuhi untuk air minum antara lain: jernih, tidak berwarna, tidak berbau, tidak memiliki rasa, tidak mengandung logam berat (timah,

tembaga, seng, besi, aluminium, arsen, kalsium, magnesium dan sebagainya) dan tidak boleh mengandung kuman yang membahayakan tubuh manusia. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No 416 /Menkes /Per/IX/1990 disebutkan bahwa persyaratan air bersih harus mengandung maksimum 1,0 mg/l untuk besi (Fe), 0,5 mg/l untuk mangan (Mn), 500 mg/l untuk kesadahan (CaCO<sub>3</sub>), 0,05 mg/l untuk arsen (As), 200 mg/l untuk natrium (Na) dan 0,5 mg/l untuk timbal (Pb), 25 NTU untuk kekeruhan dan 10 mg/l untuk bahan organik.

Air limbah yang mengandung polutan logam atau bahan organik dengan kadar melebihi ambang batas yang aman terhadap lingkungan, maka air tersebut harus diolah sehingga memenuhi persyaratan seperti yang ditetapkan oleh Menteri Kesehatan RI. Hal ini dimaksudkan untuk menjamin dan mengantisipasi kemungkinan terjadinya keracunan atau akibat lain yang berdampak kurang baik bagi lingkungan sekitarnya. Salah satu metoda yang akan dikembangkan dalam penelitian ini adalah penerapan prinsip elektrolisis yang dikenal sebagai proses elektrokoagulasi yang dipadukan dengan proses adsorpsi menggunakan bahan zeolit.

## II. TINJAUAN STUDI

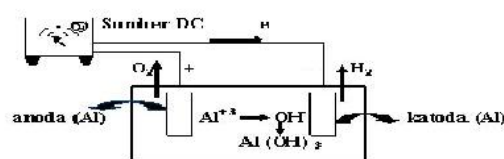
Dalam proses elektrokoagulasi yang menggunakan anoda dan katoda dari bahan aluminium maka reaksi yang terjadi dapat dijelaskan sebagai berikut (Eiband dkk, 2014) [1]:

reaksi pada anoda (oksidasi):  
$$2 \text{Al} \longrightarrow 2 \text{Al}^{+3} + 6 \text{e}^- \quad (1)$$

reaksi pada katoda (reduksi):  
$$6 \text{H}_2\text{O} + 6 \text{e}^- \longrightarrow 6 \text{OH}^- + 3 \text{H}_2 \uparrow \quad (2)$$

$$\text{Al} + 6 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2 \text{Al}(\text{OH})_3 + 3 \text{H}_2 \uparrow \quad (3)$$

Dari Pers.(3) nampak terbentuk Al(OH)<sub>3</sub> yang berperan sebagai bahan koagulan, sehingga akan memudahkan polutan dalam air terperangkap membentuk flok atau gumpalan yang mudah terendapkan. Prinsip kerja proses elektrokoagulasi dapat dilihat Gbr. 1.



Gbr. 1 Prinsip kerja proses elektrokoagulasi

\*) penulis korespondensi

Untuk keperluan perancangan yang berhubungan dengan pembentukan ion logam  $Al^{+3}$  dalam proses elektrokoagulasi menurut Karichappan dkk (2014)[2] dibutuhkan persamaan-persamaan perancangan. Bila proses dilakukan secara kontinyu, maka persamaan waktu tinggal air dalam bejana adalah:

$$t = (s)(A)/Q \quad (4)$$

dengan:

t : waktu tinggal air limbah dalam bejana (det)

A : luas penampang bejana ( $cm^2$ )

Q : debit air limbah ( $cm^3/det$ )

S : tinggi bejana (cm)

Persamaan untuk waktu proses elektrolisis menurut hukum Faraday pertama adalah:

$$t = [(96.500)(m)(n)]/[I(ar)(I)] \quad (5)$$

dengan:

t : waktu proses (det)

m : massa  $Al^{+3}$  yang dilepaskan oleh anoda (gram)

n : perubahan bilangan oksidasi

ar : massa atom relatif

I : arus listrik (amper)

Jika Pers. (4) dimasukkan ke Pers. (5), maka didapat persamaan:

$$(s)(A)/Q = (96.500)(m)(n)/[I(ar)(I)] \quad (6)$$

Sehingga persamaan untuk massa ion logam  $Al^{+3}$  yang dihasilkan selama proses elektokoagulasi adalah:

$$m = (s)(A)(I)(n)/[(Q)(96.500)(n)] \quad (7)$$

Harga n (perubahan bilangan oksidasi Al) dan ar (massa atom relatif Al), dalam hal ini  $n = 3$  dan  $ar = 27$ . Berdasarkan Pers. (7) dapat dijelaskan jika arus yang digunakan pada proses elektrokoagulasi semakin besar, maka terbentuknya  $Al(OH)_3$  semakin banyak. Akibatnya persediaan bahan koagulan  $Al(OH)_3$  menjadi semakin meningkat, sehingga kecepatan dan kesempatan untuk mengendapkan polutan dalam air limbah menjadi semakin meningkat pula.

Contoh proses elektrokoagulasi dengan elektroda aluminium dilakukan pada penanganan limbah cair yang mengandung polutan timbal (Pb). Pada proses ini dihasilkan lumpur yang mengandung Pb bersama-sama dengan  $Al(OH)_3$  dan dikeluarkan lewat bagian dasar bak proses, sedangkan cairan bening dikeluarkan lewat bagian atas bak proses. Pada percobaan yang dilakukan tersebut digunakan limbah cair dengan kadar awal kontaminan Pb 10,00 ppm dan zat padat terlarut (TSS) sebesar 200 ppm. Percobaan dilakukan secara aliran kontinyu dengan debit sebesar 1,5 liter/menit, kuat arus bervariasi dari 1,0 sampai 5,0 ampere dan variasi waktu operasi dari 60 sampai 120 menit. Analisis Pb dalam filtrat hasil akhir dilakukan dengan menggunakan perangkat AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*), dan analisis TSS menggunakan metode gravimetri. Dari percobaan diperoleh nilai efisiensi elektrokoagulasi kontaminan Pb sebesar 99,16 % dan TSS sebesar 80,24 % pada kuat arus 5,0 ampere dan waktu operasi 120 menit.

Pada pengolahan limbah cair dari limbah rumah potong hewan (RPH) secara elektrokoagulasi pernah dilakukan secara batch dengan menempatkan cairan limbah didalam

sel elektrolisis. Proses dijalankan selama waktu tertentu untuk menurunkan kadar *total suspended solid (TSS)*, *total dissolved solid (TDS)*, pH dan *turbidity*. Dari hasil penelitian didapatkan kadar TSS dan TDS yang semakin turun dan efisiensi *removal* yang semakin besar. Hal ini menunjukkan bahwa air limbah tersebut memiliki kualitas yang semakin baik (Koby dkk, 2103)[3].

Zeolit adalah bahan tambang dengan jenis yang sangat beragam. Salah satu contoh jenis zeolit alam yang ditemukan di daerah Lampung adalah *Clinoptilolite* dengan diameter pori sekitar 5 Å (Slamet dkk, 2013)[4]. Zeolit merupakan senyawa alumino silikat dengan struktur bangun *tetrahedron*. Dalam zeolit terdapat saluran yang pada suhu biasa terisi kation dan molekul air. Dalam hal ini kation dikelilingi oleh molekul air dan atom oksigen. Komposisi zeolit dapat dinyatakan dengan rumus  $M_{2n}O \cdot Al_2O_3 \cdot xSiO_2 \cdot pH_2O$ . Pada zeolit alam perbandingan Si dengan Al antara 1 sampai 6. Adanya substitusi  $Si^{4+}$  dan  $Al^{3+}$  menyebabkan terbentuknya muatan negatif pada zeolit. Pemanfaatan zeolit telah dilakukan antara lain untuk *adsorban* (bahan penyerap) larutan fenol dan ion timbal dalam larutan timbal asetat.

Bila sebagai media penukar ion, maka zeolit harus diaktifkan terlebih dahulu menjadi  $Na_2-Z$  atau  $Z-H$  (dengan Z adalah material zeolit). Pada saat digunakan untuk penukar ion akan terjadi reaksi (Subariyah dkk, 2013) [5]:



dengan  $M^+$  adalah ion logam yang akan diambil oleh zeolit. Persamaan pendekatan yang digunakan pada proses pertukaran ion adalah isoterm Freundlich, yaitu:

$$c_e = k (q_e)^n \quad (10)$$

dengan:

$q_e$ : jumlah  $M^+$  yang terserap/berat zeolit pada kesetimbangan, meq/g

k : tetapan

$c_e$  : Konsentrasi  $M^+$  dalam larutan pada saat kesetimbangan (meq/l)

n : tetapan

Harga n dan k dapat dicari dengan membuat kurva hubungan antara  $\log q_e$  terhadap  $\log c_e$ . Dalam hal ini n diperoleh dari harga slope kurva dan k didapat dari harga intersep dari kurva. Jika didapat harga  $n < 1$ , maka proses adsorpsi berlangsung sangat lambat. Jika n antara 1 sampai 2, maka proses adsorpsi berlangsung relatif mudah. Tetapi kalau harga n antara 2 sampai 10, maka proses adsorpsi berjalan sangat cepat.

Atau didekati dengan persamaan isoterm Langmuir, yaitu:

$$q_e = q^0 k c_e / (1 + k c_e) \quad (11)$$

dengan:

$q_e$ : jumlah  $M^+$  yang terserap/berat zeolit pada kesetimbangan, meq/g

$q^0$ : kapasitas penyerapan maksimum pada permukaan/ berat zeolit, meq/g

k : tetapan

$c_e$  : Konsentrasi  $M^+$  dalam larutan pada saat kesetimbangan, meq/

Pers. (11) diubah menjadi :

$$1/q_e = (1/q^0 k)(1/c_e) + 1/q^0 \quad (12)$$

Dengan membuat kurva hubungan antara  $1/q_e$  terhadap  $1/c_e$  didapat slope  $1/q^0 k$  dan intersep  $1/q^0$ . Dengan demikian bisa diperkirakan harga konstante  $k$  dan kapasitas maksimum penyerapan ( $q^0$ ) dari zeolit.

### III. METODE PENELITIAN

#### A. Bahan

Elektroda aluminium (HTC 16-35), zeolit Lampung dan air limbah rumah potong ayam (derah Beji, Depok). Komposisi zeolit lampung ditunjukkan pada Tabel 1.

TABEL 1  
KOMPOSISI KIMIA ZEOLIT LAMPUNG

| No | Unsur          | Komposisi (%) |
|----|----------------|---------------|
| 1  | Mg (Magnesium) | 0,7620        |
| 2  | Al(Aluminium)  | 8,9826        |
| 3  | Si (Silikon)   | 74,2690       |
| 4  | K (Kalium)     | 7,3324        |
| 5  | Ca(Kalsium)    | 0,3510        |
| 6  | Fe (Besi)      | 5,1537        |
| 7  | Ti (Titan)     | 2,9884        |
| 8  | Lain-lain      | 0,1609        |

Air limbah rumah potong ayam mempunyai kondisi fisik dan kimia seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

TABEL 2  
KONDISI FISIK DAN KIMIA AIR LIMBAH

| No | Unsur                  | Komposisi (%) |
|----|------------------------|---------------|
| 1  | Natrium (Na)           | 420 mg/l      |
| 2  | Besi (Fe)              | 0,85 mg/l     |
| 3  | pH (derajat keasaman)  | 6,97          |
| 4  | Kekeruhan (turbiditas) | 38,6 NTU      |
| 5  | Minyak dan lemak       | 20 mg/l       |

#### B. Alat-alat pendukung

Pompa air, avometer, sumber DC dan stabilizer

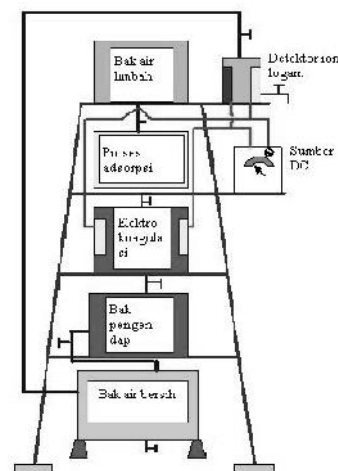
#### C. Tempat pelaksanaan

Laboratorium Kimia, Teknik Mesin PNJ  
Laboratorium Elektronika, Teknik Elektronika PNJ  
Laboratorium Afiliasi Kimia, FMIPA -UI

#### D. Rangkaian model alat penelitian

Rangkaian sket model alat penelitian dapat dilihat pada Gbr. 2. Model alat proses terdiri atas sumber DC, avometer, bak pengumpan, bak tempat zeolit (proses adsorpsi), bak proses elektrokoagulasi, bak pengendap kotoran dan bak penampung air bersih. Sumber DC memiliki kemampuan tegangan antara 0 sampai 30 volt dan arus listrik antara 0 sampai 10 ampere. Avometer digunakan untuk mengukur arus listrik dan tegangan. Bak pengumpan berukuran panjang 40 cm, lebar 40 cm dan tinggi 40 cm. Bak proses elektrokoagulasi berbentuk persegi tersusun atas tiga sel. Masing-masing sel berukuran lebar 5 cm, panjang 20 cm dan tinggi 25 cm yang dilengkapi anoda dan katoda dari bahan aluminium masing-masing berukuran lebar 7 cm dan panjang 10 cm. Jarak antara anoda dan katoda 5 cm. Bak tempat zeolit (proses adsorpsi) berukuran panjang 20 cm, lebar 20 cm dan

tinggi 40 cm. Bak pengendap kotoran berbentuk persegi dengan ukuran tinggi 50 cm, panjang 50 cm dan lebar 50 cm. Bak penampung air olahan berbentuk kubus dengan panjang sisi 50 cm.



Gbr. 2 Rangkaian model alat penelitian

#### E. Pelaksanaan penelitian

Urutan pelaksanaan penelitian dilakukan sebagai berikut:

- Mengalirkan air limbah dari bak penampung/pengumpan ke detektor ion logam dengan bantuan pompa
- Aliran air yang menuju ke detektor ion logam dihentikan setelah mencapai volume 800 cc dan hidupkan sumber DC pada arus 1 ampere selama 1-2 menit untuk mengetahui jenis logam dalam air limbah
- Mengalirkan air limbah sebanyak 4,5 liter dari bak penampung ke bak adsorpsi yang telah diisi zeolit aktif sebanyak 200 gram
- Proses adsorpsi dijalankan selama 60 menit, kemudian air dialirkan ke bak elektrokoagulasi dengan debit 100 cc/det (dibaca dari *flow meter*)
- Menghentikan aliran air setelah volume air mencapai 1500 cc untuk setiap sel elektrokoagulasi
- Dilakukan pemeriksaan jenis kandungan logam dalam air yang tertampung dalam detektor berdasarkan perubahan warna endapan yang dihasilkan
- Melakukan analisis secara kimiawi dalam laboratorium kimia untuk meyakinkan jenis ion logam dan banyaknya ion logam yang terdapat dalam detektor tersebut
- Menghidupkan sumber DC pada arus 0,05 ampere untuk mengoperasikan proses elektrokoagulasi dengan membaca amperemeter yang terpasang
- Sumber DC dimatikan setelah proses berjalan 20 menit
- Mengalirkan semua air dari bak elektrokoagulasi ke bak pengendap untuk memisahkan kotoran

- k. Melakukan analisis secara gravimetri untuk mengetahui kandungan atau konsentrasi minyak dan lemak (polutan organik).
- l. Melakukan pengujian ulang langkah a sampai dengan k dengan pemakaian waktu yang divariasikan, yaitu 40, 60, 80, 100, 120, 140 dan 160 menit

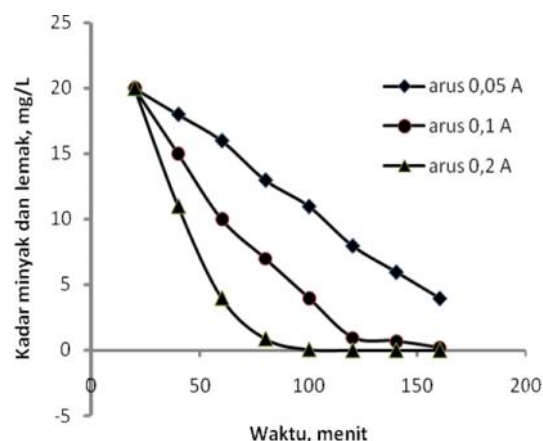
Untuk penelitian berikutnya digunakan arus listrik 0,1 dan 0,2 amper dengan variasi waktu pengambilan sampel 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, dan 160 menit. Proses elektrokoagulasi tanpa proses adsorpsi juga dilakukan pada penelitian ini. Perlakuan ini dimaksudkan untuk melihat pengaruh proses adsorpsi dalam menurunkan kandungan polutan minyak dan lemak dalam air limbah.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian proses adsorpsi (penghilangan polutan dengan zeolit) dan elektrokoagulasi pada air limbah ditunjukkan pada Tabel 3 dan Gbr. 3. Berdasarkan Tabel 3 dan Gbr. 3, terlihat bahwa pada penggunaan arus yang tetap dengan waktu proses yang semakin lama mengakibatkan kandungan atau konsentrasi minyak dan lemak dalam air semakin berkurang. Hal ini disebabkan semakin banyaknya pembentukan  $Al(OH)_3$ . Dalam hal ini  $Al(OH)_3$  merupakan senyawa penggumpal dan penyerap polutan minyak dan lemak dalam air limbah, sehingga mudah diendapkan[1],[2]. Dari Tabel 3, nampak pula bahwa pada arus yang semakin meningkat dengan waktu proses yang tetap, mengakibatkan kandungan minyak dan lemak dalam air semakin berkurang. Hal ini disebabkan semakin banyaknya pembentukan  $Al(OH)_3$  pada saat arus ditingkatkan. Dalam hal ini  $Al(OH)_3$  juga berperan sebagai senyawa koagulan yang berfungsi sebagai bahan penggumpal dan penyerap polutan minyak dan lemak dalam air limbah, sehingga mudah diendapkan.

TABEL 3  
HASIL PENGUKURAN KONSENTRASI MINYAK DAN LEMAK DALAM AIR LIMBAH SETELAH DIPROSES SECARA ADSORPSI DAN ELEKTROKOAGULASI

| No | Waktu, menit | Kadar minyak dan lemak, mg/L |                |                |
|----|--------------|------------------------------|----------------|----------------|
|    |              | Arus 0,05 Amper              | Arus 0,1 amper | Arus 0,2 Amper |
| 1  | 20           | 20                           | 20             | 20             |
| 2  | 40           | 18                           | 15             | 11             |
| 3  | 60           | 16                           | 10             | 4              |
| 4  | 80           | 13                           | 7              | 0,9            |
| 5  | 100          | 11                           | 4              | 0,07           |
| 6  | 120          | 8                            | 1              | 0,02           |
| 7  | 140          | 6                            | 0,7            | 0,008          |
| 8  | 160          | 4                            | 0,2            | 0,005          |



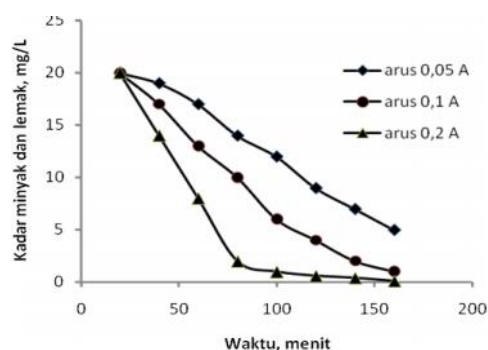
Gbr. 3 Kurva konsentrasi minyak dan lemak terhadap waktu

Demikian pula aroma (bau) air limbah yang tidak sedap semakin berkurang dari tingkat sangat menyengat mengarah ke agak menyengat, kurang menyengat dan terakhir menjadi tidak menyengat. Menurunnya aroma (bau) dalam air diperkirakan terjadi sebagai akibat semakin berkurangnya kandungan lemak dan minyak dalam air. Sebagaimana diketahui bahwa timbulnya bau dalam air adalah sebagai akibat penguraian lemak dan minyak oleh bakteri yang terdapat dalam air [3]. Waktu masing-masing proses yang dibutuhkan untuk menurunkan kandungan atau konsentrasi minyak dan lemak menjadi 10 mg/L atau kurang dari 10 mg/L, seperti yang dipersyaratkan dalam peraturan Menteri Kesehatan RI adalah 120 menit untuk penggunaan arus 0,05 amper, 80 menit untuk penggunaan arus 0,1 amper dan 60 menit untuk penggunaan arus 0,2 amper. Dalam hal ini kandungan minyak dan lemak masing-masing adalah 8 mg/L untuk proses dengan arus 0,05 amper selama 120 menit, 7 mg/L untuk proses dengan arus 0,1 amper selama 80 menit, 4 mg/L untuk proses dengan arus 0,05 amper selama 60 menit. Untuk penggunaan arus 0,05 amper sebaiknya dihindari, karena untuk mencapai kandungan minyak dan lemak dalam air limbah yang aman bagi lingkungan dibutuhkan waktu yang cukup lama, sehingga kapasitas produksi pengolahan air limbah sangat rendah. Nampak bahwa perbedaan waktu antara 80 menit dan 60 menit tidak terlalu jauh untuk mencapai kandungan minyak dan lemak dalam air limbah yang aman bagi lingkungan, tetapi daya yang dibutuhkan untuk 60 menit jauh lebih kecil dari pada 80 menit. Mengingat efisiensi waktu dan biaya operasional sebaiknya proses elektrokoagulasi dijalankan pada arus 0,1 amper dengan waktu proses 60 menit. Pada kondisi ini kandungan minyak dan lemak dalam air limbah adalah 7 mg/L.

Sedangkan untuk proses elektrokoagulasi tanpa adsorpsi dapat dilihat pada Tabel 4 dan Gbr. 4.

TABEL 4  
HASIL PENGUKURAN KONSENTRASI MINYAK DAN LEMAK  
DALAM AIR LIMBAH SETELAH DIPROSES SECARA  
ELEKTROKOAGULASI

| No | Waktu,<br>menit | Kadar minyak dan lemak, mg/L |                   |                   |
|----|-----------------|------------------------------|-------------------|-------------------|
|    |                 | Arus 0,05<br>Amper           | Arus 0,1<br>amper | Arus 0,2<br>Amper |
| 1  | 20              | 20                           | 20                | 20                |
| 2  | 40              | 19                           | 17                | 14                |
| 3  | 60              | 17                           | 13                | 8                 |
| 4  | 80              | 14                           | 10                | 2                 |
| 5  | 100             | 12                           | 6                 | 1                 |
| 6  | 120             | 9                            | 4                 | 0,6               |
| 7  | 140             | 7                            | 2                 | 0,4               |
| 8  | 160             | 5                            | 1                 | 0,1               |



Gbr. 4 Kurva konsentrasi minyak dan lemak terhadap waktu

Berdasarkan Tabel 4 dan Gbr. 4, nampak bahwa proses yang dijalankan secara elektrokoagulasi saja ternyata penurunan kandungan minyak dan lemak lebih lama dibandingkan kalau proses dijalankan secara adsorpsi dan elektrokoagulasi [4],[5]. Sebagai contoh pada proses yang dijalankan selama 60 menit dengan arus 0,1 amper ternyata untuk proses yang dijalankan secara adsorpsi dan elektrokoagulasi dapat menurunkan kandungan minyak dan lemak dari 20 mg/l menjadi 10 mg/L (sudah memenuhi peraturan Menteri Kesehatan RI), sedangkan proses yang dijalankan secara elektrokoagulasi baru mencapai 13 mg/L (belum memenuhi peraturan Menteri Kesehatan RI). Dari perbandingan data pada tabel 3 dan tabel 4, ternyata penggunaan zeolit dapat membantu mempercepat proses penurunan kandungan minyak dan lemak dalam air limbah secara adsorpsi. Pada kondisi terbaik yang disarankan, yaitu arus 0,1 amper dan waktu proses 60 menit ternyata proses yang dijalankan dengan perpaduan antara adsorpsi dan elektrokoagulasi dapat meningkatkan proses penghilangan kandungan minyak dan lemak dalam air dari 20 mg/L menjadi 7 mg/L atau setara dengan 15 % terhadap kandungan minyak dan lemak awal.

## V. KESIMPULAN

- Proses perpaduan elektrokoagulasi dan adsorpsi dapat menurunkan kandungan minyak dan lemak dalam air limbah
- Semakin lama waktu proses dijalankan semakin turun kandungan minyak dan lemak dalam air limbah
- Semakin besar arus listrik yang digunakan semakin turun kandungan minyak dan lemak dalam air limbah
- Proses perpaduan elektrokoagulasi dan adsorpsi mempunyai kemampuan penurunan kandungan minyak dan lemak dalam air limbah lebih baik dari pada proses elektrokoagulasi
- Kondisi proses terbaik dari pengujian alat adalah arus listrik 0,1 amper dan waktu proses 60 menit, pada kondisi tersebut kandungan minyak dan lemak 7 mg/L (dibawah 10 mg/L)
- Pada kondisi terbaik tersebut proses perpaduan adsorpsi dan elektrokoagulasi dapat meningkatkan penghilangan kandungan minyak dan lemak 15% dari pada proses elektrokoagulasi

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada DRPM, Kementerian Riset , Teknologi dan Perguruan Tinggi yang telah memberikan dana penelitian Unggulan Perguruan Tinggi tahun pertama.

## DAFTAR PUSTAKA

- Eiband,M.M.S.G., Trindade,K.C.D.A., Gama,K. Melo, J.V.D., Huitle, C.A.M.and Ferro,S., 2014. Elimination of Pb<sup>2+</sup> Through Electrocoagulation: Applicability of Adsorptive Stripping Voltammetry for Monitoring The Lead Concentration During its Elimination. *Journal of Electroanalytical Chemistry*,1(1), pp. 1-8.
- Karichappan, T., Venkatachalam, S., Jeganathan, P.M., 2014. Optimization of Electrocoagulation Process to Treat Grey Wastewater in Batch Mode using Response Surface Methodology. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 12(29), pp 1-8.
- Koby, M., Akyol,A., Demirbas, E and Oncel, M.S., 2013. Removal of Arsenic from Drinking Water by Batch and Continuous Electrocoagulation Processes Using Hybrid Al-Fe Plate Electrode. *American Institute of Chemical Engineers EnvironProg.*, 33(1). pp.131- 140.
- Slamet, Ellyana,M.,dan Bismo,S.,2008, Modifikasi Zeolit Alam Lampung dengan Fotokatalitis TiO<sub>2</sub> Melalui Metode Sol Gel dan Aplikasinya untuk Penyisihan Fenol, *Jurnal Teknologi*,1, hlm. 59- 68.
- Subariyah,I., ZakariaA.,dan Purwamargapratala, Y., 2013. Karakterisasi Zeolit Alam Lampung Teraktivasi Asam Klorida dan Termodifikasi Asam Fosfat, *Jurnal Teknologi Pengelolaan Limbah*, 16, hlm. 17- 24.