

**PENGOLAHAN LIMBAH CAIR PROSES *THAWING* INDUSTRI PINDANG  
DENGAN TEKNIK ELEKTROKOAGULASI****WASTEWATER TREATMENT PROCESS FROM THAWING OF PINDANG INDUSTRY  
USING ELECTROCOAGULATION****Bustami Ibrahim\*, Uju, Muhamad Reza Fahlepi**Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor  
Jalan Agatis, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680, Indonesia

\*Korespondensi: bustamibr@yahoo.com

**ABSTRACT**

Fishery industry waste contains organic components, namely protein, fat, and other organic components that can still be used in different levels. The organic components come from washing process water, cooking residue and pressing fish, including wastewater from thawing process. Treatment of wastewater from thawing process needs to removing for components of the pollutant load in wastewater. This study aims to determine the best electrical voltage and electrical contact time with the electrocoagulation method. The main material used is thawing water of Salem fish which will be processed to pindang product. Aluminium plate (10x2 cm<sup>2</sup>) was used as an electrode, and DC adapter was used as a power source. The treatments used combination of voltage variation and contact time. The applied voltage is 6, 9, and 12 volt, and the variations of the contact time (30, 60, and 90 minutes). The factorial combination between the electrical contact time and voltage of electrocoagulation method affected the value of the wastewater quality. The higher the voltage and the length of time contact resulted effectively reduction of BOD<sub>5</sub> (92.31)%, COD (48.14)%, TSS (71.15)%, TDS (90.84)%, turbidity (99.13)%, protein (95.87)% as well as the pH raising values.

Keywords: electrocoagulation, organic component, thawing, wastewater

**ABSTRAK**

Limbah industri perikanan mengandung komponen-komponen organik yaitu protein, lemak, dan komponen organik lainnya yang masih bisa dimanfaatkan dalam kadar yang berbeda-beda. Komponen organik tersebut berasal dari air proses pencucian, sisa pemasakan dan pengepresan ikan, termasuk air limbah *thawing*. Pengolahan limbah cair dari proses *thawing* perlu dilakukan untuk menyisihkan komponen-komponen beban polutan pada air limbah *thawing*. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan tegangan listrik dan waktu kontak listrik terbaik dengan metode elektrokoagulasi. Bahan utama yang digunakan merupakan air *thawing* dari ikan salem yang digunakan untuk pembuatan pindang. Alat yang digunakan plat aluminium (10x2 cm<sup>2</sup>) sebagai elektroda dan adaptor DC untuk sumber listrik. Perlakuan menggunakan kombinasi variasi tegangan dan lama waktu kontak. Tegangan yang diberikan 6, 9, dan 12 volt, dan variasi waktu kontak (30, 60, dan 90 menit). Perbedaan variasi tegangan dan waktu kontak listrik pada metode elektrokoagulasi memengaruhi nilai kualitas air limbah. Semakin tinggi tegangan dan lama waktu kontak yang diberikan mampu menurunkan nilai BOD<sub>5</sub> (92,31)%, COD (48,14)%, TSS (71,15)%, TDS (90,84)%, kekeruhan (99,13)%, protein (95,87)% serta menaikkan nilai pH.

Kata kunci: air *thawing*, elektrokoagulasi, komponen organik, limbah cair

## PENDAHULUAN

Limbah cair industri perikanan mengandung komponen-komponen organik yaitu protein, lemak, dan komponen organik lainnya dalam kadar yang berbeda-beda. Tingkat kepekatan kontaminasi tergantung kepada unit operasi yang dilakukan, mungkin kecil (misalnya operasi pencucian), ringan (misalnya *fillet* ikan), atau berat (misalnya air darah yang kering dari tangki penyimpanan ikan). Limbah cair proses pemindangan masih menyisakan komponen protein terlarut sebesar 12,38% (Murniati 2007), air sisa pasteurisasi rajungan menyisakan kandungan protein terlarut sebesar 0,88% (Uju *et al.* 2008), dan dari limbah industri surimi mengandung kadar protein 0,5-2,3% (Cortez-Vega *et al.* 2017).

Proses *thawing* di industri pengolahan ikan sangat diperlukan karena ikan sebagai bahan baku selalu dalam bentuk beku untuk tujuan pengawetan dan penyimpanan jangka panjang. Manfaat lain dari produk beku adalah dapat didistribusikan ke wilayah yang lebih jauh, mengatasi fluktuasi musiman, sehingga dapat memastikan pasokan makanan laut sepanjang tahun. Icier *et al.* (2010) menyatakan proses *thawing* dapat menyebabkan pertumbuhan mikroba pada produk serta mengurangi protein terlarut dalam daging yang terbuang bersama aliran air. Jumlah air yang digunakan untuk *thawing* bervariasi dari 9,8 sampai 32 m<sup>3</sup> per ton ikan tergantung kepada metode yang digunakan dan jenis ikan (Indzere *et al.* 2020).

Teknologi alternatif pengolahan limbah yang bisa digunakan adalah elektrokoagulasi. Keuntungan dari penggunaan metode elektrokoagulasi adalah pengolahan dilakukan tanpa menggunakan bahan kimia, dapat dioperasikan dengan mudah tanpa menggunakan lahan yang luas, serta hemat biaya dan energi. Gameissa *et al.* (2012) menggunakan teknik elektrokoagulasi pada pengolahan tersier limbah cair industri pangan mampu memisahkan komponen organik sebesar 76,85% dengan elektroda *stainless steel*. Berdasarkan hal tersebut, teknik elektrokoagulasi pada penelitian ini bertujuan untuk menentukan perlakuan tegangan listrik dan waktu kontak listrik yang terbaik dalam menurunkan beban polutan dari limbah cair proses *thawing* industri perikanan.

## METODE PENELITIAN

### Bahan dan alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah air *thawing* pengolahan pindang ikan salem (*Decapterus kurroides*) dari UKM Cindy, Parung, Bogor dan pelat alumunium. Bahan yang digunakan untuk analisis kualitas air antara lain akuades, MnSO<sub>4</sub> (Merck), AIA (NaOH+KI) (Merck), H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Merck), Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Merck), larutan kanji, Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Merck), H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Merck), kertas saring Whatman *Grade* 934 AH 1,5 µm. Bahan yang digunakan untuk analisis protein secara kuantitatif adalah larutan Bradford dan larutan standar BSA. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah jerigen 20 L, gelas ukur 1 L, pelat alumunium (10 x 2 cm<sup>2</sup>), Adaptor DC (Montana), *stopwatch*, kabel, penjepit kabel, botol *winkler* 250-300 mL, erlenmeyer (Pyrex), buret (Pyrex), spektrofotometer UV-VIS (DR 5000, Dusseldorf, Germany), tabung pencerna, COD reaktor (Hanna HI839800), pipet volumetrik (Pyrex), desikator, oven suhu 103°C-105°C, cawan alumunium, corong gelas, cawan, oven suhu 180°C (Memmert IN55 plus, Jerman), pH meter (*Thermo Scientific ORION 3 STAR*), turbidimeter (*HACH 2100Q*), dan *spectrophotometer* (*HACH DR/2000*) untuk uji kekeruhan, spektrofotometer (UV-2500) untuk analisis kadar protein total.

### Prosedur penelitian

Penelitian ini diawali dengan mengkarakterisasi limbah cair proses *thawing*. Limbah cair proses *thawing* kemudian diolah dengan teknik elektrokoagulasi setelah itu air hasil pengolahan dikarakterisasi pada akhir proses elektrokoagulasi.

### Karakterisasi limbah cair

Karakterisasi limbah cair meliputi pengujian *biological oxygen demand* (BOD), *chemical oxygen demand* (COD), *total suspended solid* (TSS), *total dissolved solid* (TDS), dan kekeruhan yang semuanya mengacu pada metode APHA (2012). Analisis kandungan protein dilakukan dengan mengacu pada metode Bradford (1976).

## Pengolahan limbah

Pengolahan limbah dilakukan dengan teknik elektrokoagulasi menggunakan elektroda berupa pelat alumunium ( $10 \times 2 \text{ cm}^2$ ) yang dialiri listrik dari adaptor DC. Perlakuan yang diberikan dengan teknik elektrokoagulasi menggunakan kombinasi variasi tegangan dan waktu kontak. Tegangan yang digunakan ada 3 taraf yaitu 6, 9, dan 12 volt. Waktu kontak yang digunakan ada tiga taraf yaitu 30, 60, dan 90 menit.

## Analisis data

Data dianalisis berdasarkan metode Steel dan Torrie (1993). Data yang diperoleh dari penelitian pendahuluan dan utama dianalisis menggunakan *software statistical product and service solutions* (SPSS) 17. Rancangan percobaan yang digunakan yaitu rancangan acak faktorial (RAF).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakterisasi limbah

Operasi pengolahan makanan laut menunjukkan produksi BOD per ton produk sebesar 1-72 kg (Chowdhury *et al.* 2010), sedangkan pemfilletan ikan memproduksi 12,5-37,5 kg BOD per ton produk (Tray *et al.* 2006). Keberadaan BOD dikarenakan hasil proses pencairan es dari pembekuan yang melarutkan senyawa-senyawa organik dan adanya nitrogen berasal dari darah. Hasil pengujian karakteristik limbah dapat dilihat pada Tabel 1.

### Pengaruh elektrokoagulasi terhadap pH

Derajat keasaman atau pH merupakan nilai yang menunjukkan aktivitas ion hidrogen dalam air. Limbah air *thawing* memiliki pH awal 6,1. Analisis ragam menunjukkan bahwa perbedaan voltase yang digunakan dan lama waktu perlakuan berpengaruh nyata terhadap nilai pH ( $p < 0,05$ ). Grafik pengaruh teknik elektrokoagulasi terhadap pH limbah cair dapat dilihat pada Gambar 1.

Nilai pH meningkat seiring peningkatan voltase serta lama waktu kontak. Ni'am *et al.* (2007) menyatakan bahwa peningkatan nilai

pH disebabkan adanya akumulasi ion OH<sup>-</sup> sebagai hasil reaksi reduksi air pada katoda selama proses elektrokoagulasi. Ibrahim *et al.* (2009) menyatakan nilai pH limbah yang tidak sesuai dengan baku mutu lingkungan dapat mempengaruhi kehidupan organisme didalamnya.

Nilai PH larutan memainkan peran penting dalam proses elektrokogulasi. pH larutan reaksi berubah selama proses elektrokoagulasi. Derajat polimerisasi meningkat dengan meningkatnya pH. Kation yang terhidrolisis, dengan muatan positifnya menetralkan potensial negatif dari lapisan ganda yang mengelilingi partikel koloid. Variasi pH terjadi dari waktu ke waktu pada kerapatan arus yang berbeda. Pada 50 A/m<sup>2</sup> pH menurun, sedangkan pada rapat arus yang lebih tinggi pH meningkat, karena produksi OH<sup>-</sup> yang lebih tinggi sebagai akibat dari elektrolisis air (Reategui-Romero *et al.* 2018).

### Pengaruh elektrokoagulasi terhadap kekeruhan

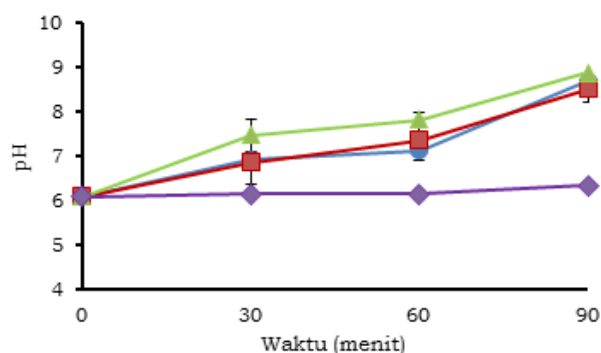
Semakin pekat atau keruh suatu limbah cair yang dibuang maka kualitas limbah dan keamanannya semakin buruk (Gameissa *et al.* 2012). Nilai kekeruhan limbah air *thawing* sebelum perlakuan sebesar 256 NTU. Grafik pengaruh elektrokoagulasi terhadap nilai kekeruhan limbah cair dapat dilihat pada Gambar 2a. Gambar 2a menunjukkan semakin tinggi tegangan dan waktu kontak maka penurunan nilai kekeruhan semakin besar, serta efektivitas penurunan kekeruhan akan semakin tinggi seperti pada Gambar 2b.

Analisis ragam menunjukkan bahwa perbedaan voltase yang digunakan dan lama waktu perlakuan berpengaruh nyata terhadap nilai kekeruhan ( $p < 0,05$ ). Elektrokoagulasi dapat menurunkan kekeruhan sebagai fungsi dari waktu (Aulianur 2013), artinya semakin lama waktu yang diberikan maka penurunan nilai kekeruhan pada limbah akan semakin besar. Chen (2004) menyatakan bahwa koagulan yang dihasilkan mengurangi polutan yang menyebabkan kekeruhan dan menyebabkan terjadinya ketidakstabilan muatan sehingga membentuk flok yang tidak larut untuk mencapai kestabilannya kembali.

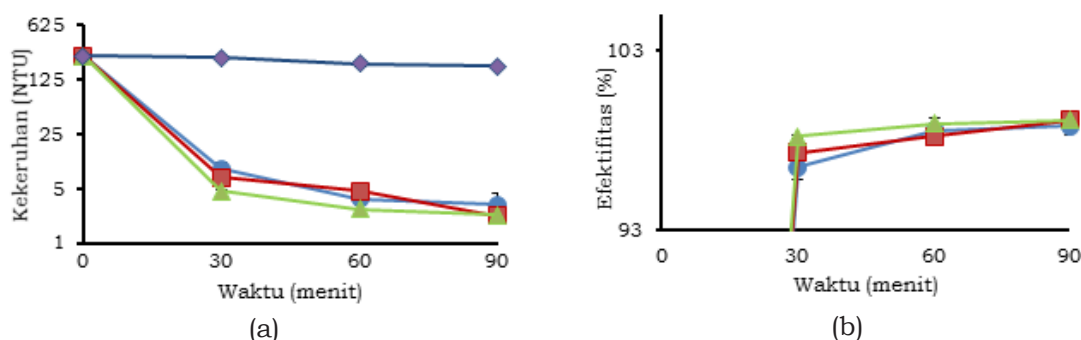
Tabel 1. Karakteristik limbah air *thawing*

Parameter	Nilai	Air cucian surimi*	Baku Mutu
pH	6,1	6,7 ± 0	6-9
Kekeruhan (NTU)	256 ± 3,54	20 ± 0	Tidak ditemukan
TSS (mg/L)	0,25 ± 0,02	55 ± 0,0032	100
TDS (mg/L)	5.990 ± 2,12	1.633 ± 20,8	Tidak ditemukan
COD (mg/L)	7.373 ± 4,24	4.233 ± 115,47	200
BOD (mg/L)	2.399,19	Tidak dilakukan	100
Protein (mg/L)	0,977 ± 0,03	410 ± 0	Tidak ditemukan

Keterangan: \*Uju *et al.* (2008)



Gambar 1. Pengaruh variasi tegangan dan waktu kontak terhadap pH limbah air *thawing*  
 ● 6V; ■ 9V; ▲ 12V; ◆ kontrol

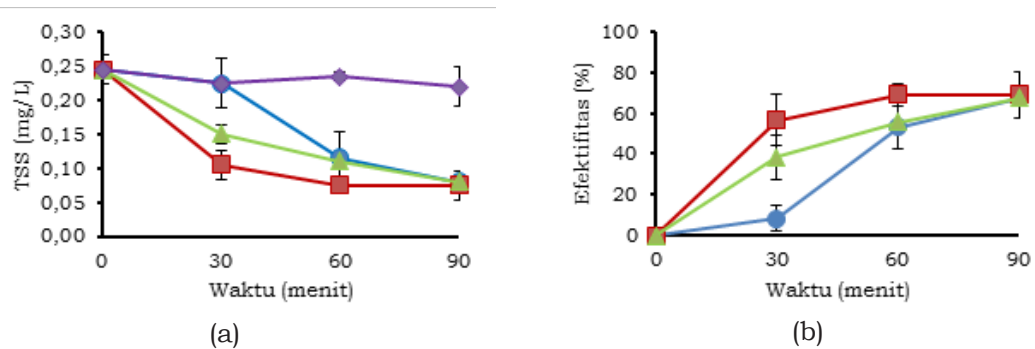


Gambar 2. Pengaruh variasi tegangan dan waktu kontak terhadap kekeruhan limbah air *thawing* : ● 6V; ■ 9V; ▲ 12V; ◆ kontrol

Nilai efektivitas penyisihan kekeruhan tertinggi sebesar 99,13% pada perlakuan tegangan 9 V dan waktu kontak selama 90 menit. Penelitian yang dilakukan oleh Ni'am *et al.* (2007) proses elektrokoagulasi yang dilakukan pada 2 L limbah cair sintetik dari susu menggunakan elektroda besi dapat menurunkan nilai kekeruhan sebesar 98% pada arus 5,62 mA/cm<sup>2</sup> selama 50 menit sementara penelitian Gameissa *et al.* (2012) menggunakan pelat *stainless steel* sebagai elektroda pada pengolahan tersier limbah cair industri pangan mampu menurunkan nilai kekeruhan sebesar 76,85% dengan tegangan 24 V selama 60 menit.

### Pengaruh elektrokoagulasi terhadap TSS

Padatan tersuspensi sangat berhubungan dengan kekeruhan air, semakin tinggi kandungan bahan tersuspensi tersebut maka air akan semakin keruh (Metcalf dan Eddy 2003). Pujiastuti *et al.* (2013) menyatakan bahwa padatan tersuspensi mengandung bahan organik berupa padatan biologi seperti bakteri dan bahan anorganik berupa liat dan butiran pasir. Limbah air *thawing* sebelum diproses dengan elektrokoagulasi memiliki nilai TSS sebesar 0,25 mg/L. Grafik pengaruh elektrokoagulasi terhadap nilai TSS limbah cair dapat dilihat pada Gambar 3a.



Gambar 3. Pengaruh variasi tegangan dan waktu kontak terhadap TSS limbah air *thawing*:  
 ● 6V; ■ 9V; ▲ 12V; ◆ kontrol

Gambar 3a menunjukkan seiring dengan peningkatan tegangan dan waktu kontak yang diberikan, maka semakin besar nilai penurunan TSS. Analisis ragam menunjukkan bahwa perbedaan voltase yang digunakan dan lama waktu perlakuan berpengaruh nyata terhadap nilai TSS ( $p < 0,05$ ). Hal ini sejalan dengan efektivitas penyisihan nilai TSS pada limbah air *thawing* semakin tinggi (Gambar 3a dan 3b).

Hasil pengukuran efektivitas nilai penurunan TSS yang dihasilkan dari elektrokoagulasi mencapai 71,15%. Proses elektrokoagulasi terdapat 2 tahap, yakni destabilitas dan koleksi partikel yang berlangsung dalam waktu singkat (Sadeddin *et al.* 2011). Sarala (2012) menambahkan bahwa konsentrasi *total suspended solid* diketahui menurun seiring peningkatan arus dan lama waktu kontak. Penurunan ini disebabkan adanya flokulan yang dihasilkan selama peningkatan waktu yang memberikan kontribusi untuk penghapusan komponen tersuspensi.

Menurut Reátegui-Romero *et al.* (2018) persentase penyisihan TSS dalam lima belas menit pertama rata-rata tercapai penyisihan 98% dengan rapat arus yang diterapkan 22,35 A/m<sup>2</sup>, persentase penyisihan tetap pada waktunya, sedangkan dengan rapat arus 66,04 A/m<sup>2</sup> penyisihan TSS turun menjadi 91,6% setelah empat puluh lima menit.

#### Pengaruh elektrokoagulasi terhadap TDS

Padatan terlarut total (TDS) adalah bahan-bahan terlarut dan koloid yang berupa senyawa-senyawa kimia dan bahan-bahan lain yang tidak tersaring oleh kertas saring berdiameter 0,45  $\mu\text{m}$ . Grafik pengaruh elektrokoagulasi terhadap nilai TDS limbah cair dapat dilihat pada Gambar 4a, sementara hasil pengukuran efektivitas yang dicapai elektrokoagulasi terhadap

penurunan TDS dapat dilihat pada Gambar 4b. Nilai TDS limbah air *thawing* sebelum perlakuan elektrokoagulasi mencapai 5.990 mg.

Analisis ragam diketahui bahwa variasi tegangan tidak memiliki pengaruh yang berbeda nyata terhadap nilai TDS, berbeda dengan perlakuan waktu kontak yang memiliki pengaruh yang berbeda nyata terhadap nilai TDS. Nilai efektivitas penyisihan TDS tertinggi sebesar 90,84% pada perlakuan tegangan 12 V dan waktu kontak selama 90 menit, namun nilai TDS tersebut masih belum memenuhi standar baku air bersih. Nilai TDS air bersih menurut Djuhariningrum (2005) berkisar 100-500 mg/L. Babu *et al.* (2007) menyatakan, gas hidrogen yang dilepaskan hasil reaksi pada katoda membantu penghapusan TDS dengan mengangkatnya ke permukaan. Kemudian Sarala (2012) menambahkan bahwa penurunan nilai TDS disebabkan fenomena restabilisasi yang terjadi karena kelebihan dosis koagulan dan membawa kembali ke dalam suspensi.

#### Pengaruh elektrokoagulasi terhadap BOD

Kadar BOD tidak menunjukkan jumlah bahan organik yang sebenarnya di perairan, tetapi hanya mengukur secara relatif jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan-bahan buangan tersebut. Parameter BOD merupakan salah satu kriteria yang dilakukan dalam pemantauan kualitas air, khususnya pencemaran bahan organik yang tidak mudah terurai. Grafik pengaruh elektrokoagulasi terhadap kadar BOD limbah air *thawing* serta efektivitas penyisihannya dapat dilihat pada Gambar 5a dan 5b.

Kadar BOD limbah air *thawing* sebelum perlakuan elektrokoagulasi sebesar 2.399,19 mg/L. Penurunan kadar BOD pada limbah air *thawing* menunjukkan



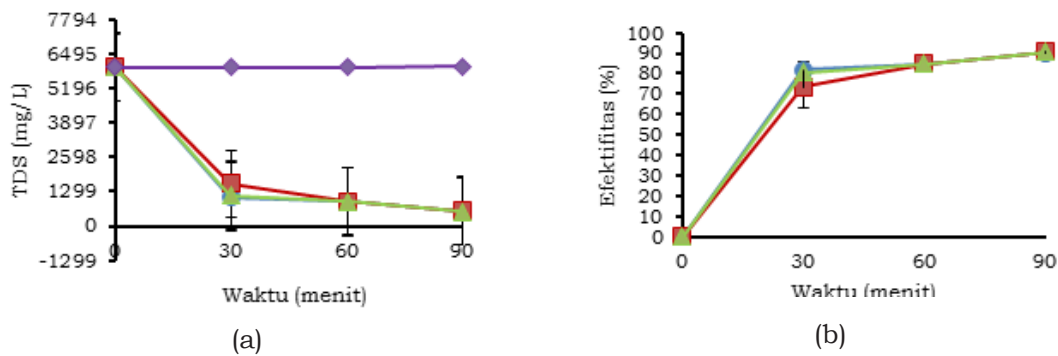
nilai efektivitas tertinggi sebesar 92,31% pada tegangan 6 V dengan waktu kontak 90 menit. Analisis ragam menunjukkan bahwa perbedaan voltase yang digunakan dan lama waktu perlakuan berpengaruh nyata terhadap nilai BOD ( $p < 0,05$ ). Hasil pengukuran kadar BOD setelah perlakuan masih belum sesuai Permen LH No. 6 Tahun 2007 tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan pengolahan hasil perikanan menyebutkan bahwa batas nilai BOD limbah cair yaitu 100 mg/L.

### Pengaruh elektrokoagulasi terhadap COD

Kadar COD yang tinggi menunjukkan bahwa adanya bahan pencemar berupa senyawa organik dan inorganik yang cukup besar yang dapat mengakibatkan tumbuhan air, ikan, dan hewan air lainnya yang membutuhkan oksigen tidak dapat hidup (Gameissa *et al.* 2012). Limbah air *thawing* sebelum perlakuan memiliki kadar COD sebesar 7.373 mg/L. Gambar 6a menunjukkan adanya penurunan kadar COD seiring dengan peningkatan variasi tegangan dan waktu kontak yang diberikan terhadap limbah cair. Penurunan kadar COD pada limbah air *thawing* menunjukkan

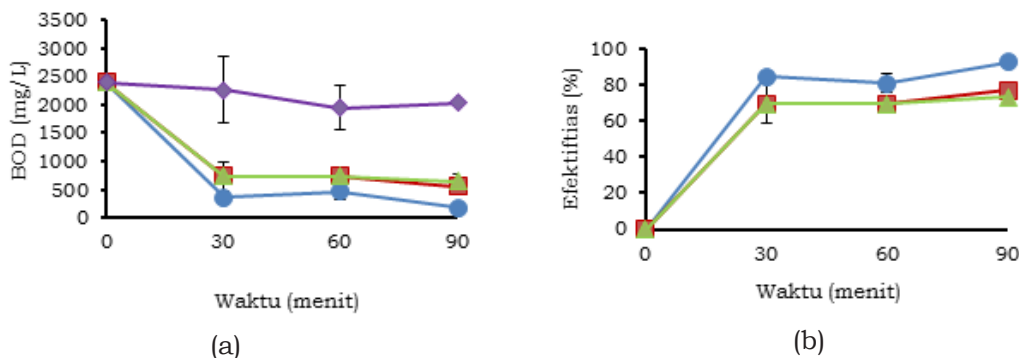
nilai efektivitas tertinggi sebesar 48,14% pada tegangan 12 V dengan waktu kontak 60 menit. Grafik pengukuran efektivitas penurunan COD dengan elektrokoagulasi dapat dilihat pada Gambar 6b.

Analisis ragam menunjukkan bahwa perbedaan voltase yang digunakan dan lama waktu perlakuan berpengaruh nyata terhadap nilai COD ( $p < 0,05$ ). Penurunan COD setelah perlakuan elektrokoagulasi menunjukkan penurunan terendah mencapai 48,14% pada tegangan 12 V dengan waktu kontak 60 menit. Penurunan kadar COD dikarenakan adanya netralisasi ion negatif yang terkandung dalam limbah ketika bergabung dengan aluminium dan polimer hidroksida sebagai kation membentuk massa yang mengendap (Sharma 2014) serta pembentukan  $Al(OH)_3$  dan polimer hidroksida pada pH basa yang membentuk koagulan (Layhans *et al.* 2006). Adhoum *et al.* (2004) menambahkan, aluminium hidroksida akan mendestabilisasi partikel pencemar dan membentuk flok yang berfungsi sebagai adsorben dan dapat menyebabkan presipitasi ion logam sehingga dapat menurunkan parameter pencemar tersebut.



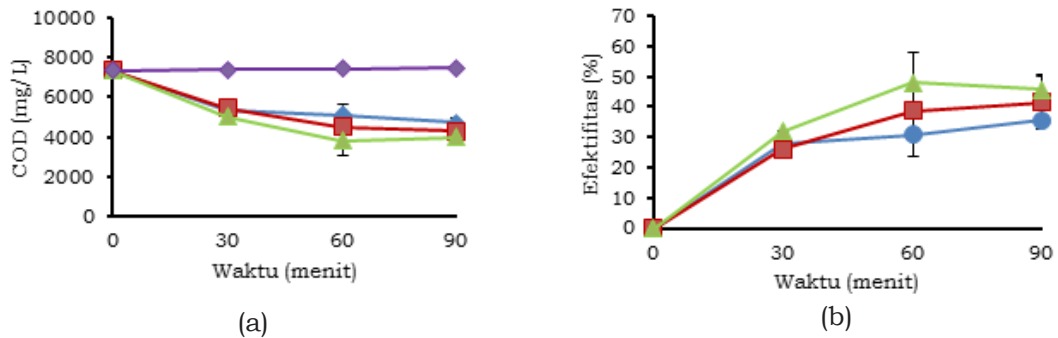
Gambar 4. Pengaruh variasi tegangan dan waktu kontak terhadap TDS limbah air *thawing*:

● 6V; ■ 9V; ▲ 12V; ◆ kontrol



Gambar 5. Pengaruh variasi tegangan dan waktu kontak terhadap BOD limbah air *thawing*:

● 6V; ■ 9V; ▲ 12V; ◆ kontrol



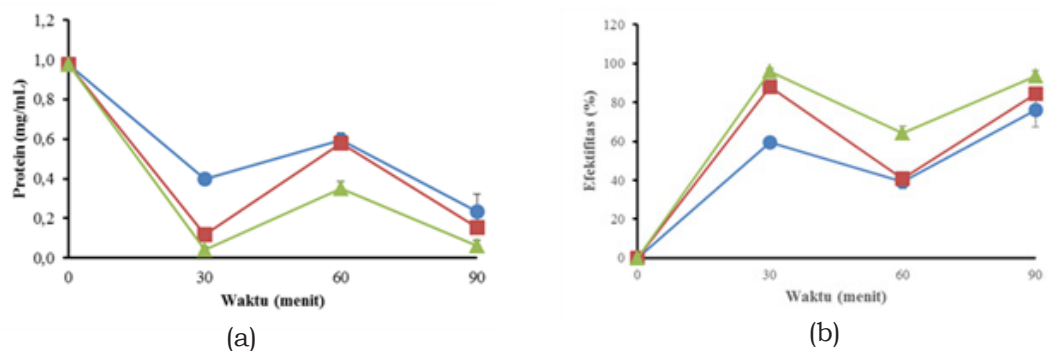
Gambar 6. Pengaruh variasi tegangan dan waktu kontak terhadap COD limbah air *thawing*:  
 ● 6V; ■ 9V; ▲ 12V; ◆ kontrol

**Pengaruh elektrokoagulasi terhadap protein**

Protein mempunyai struktur yang tidak stabil sehingga mudah mengalami denaturasi yang meliputi presipitasi dan koagulasi. Ishiwatari *et al.* (2013) menyebutkan bahwa beberapa faktor yang dapat menyebabkan denaturasi protein seperti perubahan pH yang drastis, penambahan garam dan garam logam berat. Protein yang mengalami dekomposisi juga dapat menyebabkan bau busuk akibat tingginya kandungan asam amino bersulfur (sistein) serta asam sulfida, gugus thiol, dan amoniak (Oktavia *et al.* 2012). Karakteristik awal protein yang dihasilkan dari limbah air *thawing* mencapai  $0,977 \pm 0,03$  mg/mL. Nilai tersebut mendekati kadar protein yang dihasilkan dari limbah air surimi sebesar  $1,23 \pm 0,08$  mg/mL (Bourtoom *et al.* 2009). Grafik pengaruh elektrokoagulasi serta

efektivitas penyisihan protein limbah air *thawing* dapat dilihat pada Gambar 7a dan 7b.

Analisis ragam menunjukkan bahwa perbedaan voltase yang digunakan dan lama waktu perlakuan berpengaruh nyata terhadap nilai COD ( $p < 0,05$ ). Penyisihan protein pada limbah air *thawing* menunjukkan nilai efektivitas tertinggi sebesar 95,87% pada tegangan 12 V dengan waktu kontak 30 menit. Kadar protein terlarut limbah air *thawing* berasal dari darah, lendir, dan serpihan daging yang bercampur saat proses *thawing*. Ion  $H^+$  serta ion  $OH^-$  yang terdapat dalam larutan protein dapat mengganggu struktur tersier protein yang diakibatkan oleh ikatan elektrostatik dan menyebabkan denaturasi protein. Protein yang terdenaturasi dapat dicirikan dengan terbentuknya gumpalan atau endapan.



Gambar 7. Pengaruh variasi tegangan dan waktu kontak terhadap kekeruhan limbah air *thawing* : ● 6V; ■ 9V; ▲ 12V; ◆ kontrol

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Air *thawing* memiliki bahan organik terlarut yang cukup tinggi. Metode elektrokoagulasi dapat digunakan dalam pengolahan limbah cair karena tidak memerlukan lahan yang luas dan biaya yang tinggi serta dapat menurunkan polutan pada air limbah. Pengaruh variasi tegangan dan waktu kontak listrik pada metode elektrokoagulasi mempengaruhi nilai kualitas air limbah. Semakin tinggi tegangan dan lama waktu kontak yang diberikan mampu menurunkan nilai BOD<sub>5</sub> sebesar 92,31%, COD 48,14%, TSS 71,15%, TDS 90,84%, kekeruhan 99,13%, protein 95,87%, serta menaikkan nilai pH. Kualitas limbah yang dihasilkan dari pengolahan elektrokoagulasi masih belum memenuhi baku mutu limbah.

### Saran

Penggunaan metode elektrokoagulasi cukup efektif dalam meningkatkan kualitas air limbah pengolahan hasil perikanan namun agar lebih efektif untuk memenuhi baku mutu limbah yang dipersyaratkan diperlukan penanganan lebih lanjut, misalnya dengan penggunaan membran atau absorpsi. Penggunaan elektroda selain menggunakan alumunium perlu dilakukan untuk pengembangan penelitian lebih lanjut serta penggunaan sampel yang berbeda agar diketahui efektivitas metode tersebut dalam pengolahan limbah cair di industri perikanan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [APHA] American Public Health Association. 2012. *Standar Methods for Examination of Water and Waste Water*. Washington DC (US): American Public Health Association.
- Adhoum N, Monser L, Bellakhal N, Belgaied J. 2004. Treatment of Electroplating Wastewater Containing Cu<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup>, and Cr(VI) by Electrocoagulation. *Journal Hazardous Materials*. 112(3): 207-213.
- Aulianur RW. 2013. Perbandingan Metode Elektrokoagulasi dengan Metode Presipitasi Hidroksida untuk Pengolahan Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Babu RR, Bhadrinarayana NS, Begun KMMS, Anantharaman N. 2007. Treatment of Tannery Waterwaste by Electrocoagulation. *Journal Chemical Technic and Metal*. 42(2): 201-206.
- Bourtoom T, Chinnan MS, Jantawat P, Sanguandeeikul R. 2009. Recovery and Characterization of Protein Precipitated from Surimi Wash-water. *Journal Food Science and Technology*. 42: 599-605.
- Chen G. 2004. Electrochemical Technologies in Wastewater Treatment. *Separation Purification Technology*. 38: 11-41.
- Chowdhury P, Viraraghavan T, Srinivasan A. 2010. Biological Treatment Processes for Fish Processing Wastewater – A Review. *Bioresource Technology*. 101: 439-449.
- Cortez-Vega WR, Gustavo Graciano Fonseca GG, Daniela Cardozo Bagatini DC, and Carlos Prentice C. 2017. Influence of Adding Recovered Protein from Processing Wastewater on the Quality of Mechanically Separated Chicken Meat Surimi Like-Material. *Korean J. Food Sci. An*. 37(2): 162-167. DOI: <https://doi.org/10.5851/kosfa.2017.37.2.162>.
- Djuhariningrum T. 2005. Penentuan Total Zat Padat Terlarut dalam Memprediksi Kualitas Air Tanah dari Berbagai Contoh Air. *Kumpulan Laporan Hasil Penelitian Pusat Pengembangan Geologi Nuklir Batan*. 118-131.
- Gameissa MW, Suprihatin, Indrasti NS. 2012. Pengolahan Tersier Limbah Cair Industri Pangan dengan Teknik Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda *Stainless Steel*. *Jurnal Agroindustri Indonesia*. 1(1): 31-37.
- Ibrahim B, Suptijah P, Prantommy. 2009. Pemanfaatan Kitosan pada Pengolahan Limbah Cair Industri Perikanan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan*. 7(2): 154-166.
- Icier F, Izzetoglu GT, Bozkurt H, Ober A. 2010. Effect of Ohmic Thawing on Histological and Textural Properties of Beef Cuts. *Journal Food Engineering*. 99: 360-365.
- Indzere Z, Martinez KDM, Bezrucko T, Khabdullina Z, Veidenbergs I, Blumberga D. 2020. Energy Efficiency Improvement in Thawing. *Environmental and Climate Technologies*. 24(2): 221-



230. <https://doi.org/10.2478/rtuect-2020-0068>.
- Ishiwatari Y, Mishima I, Utsuno N, Fujita M. 2013. Diagnosis of the Ageing of Water Pipe Systems by Water Quality and Structure of Iron Corrosion in Supplied Water. *Water Supply*. 13(1): 178-183.
- Layhans, Engil, Mahmut. 2006. Treatment of Dairy Wastewaters by Electro Coagulation Using Mild Steel Electrodes. *Journal of Hazardous Materials*. 137: 1197-1205.
- Metcalf, Eddy. 2003. *Wastewater Engineering. Third Edition*. Singapore (SG): McGrawHill International Edition.
- Murniati D. 2007. Pemanfaatan Kitosan sebagai Koagulan untuk Memperoleh Kembali Protein yang Dihasilkan dari Limbah Cair Industri Pemindangan Ikan [Tesis]. Medan (ID): Universitas Sumatera Utara.
- Ni'am M, Othman F, Sohaili J, Fauzia Z. 2007. Removal of COD and Turbidity to Improve Wastewater Quality Using Electrocoagulation Technique. *The Malaysian Journal of Analytical Science*. 11(1): 198-205.
- Oktavia DA, Mangunwidjaja D, Wibowo S. 2012. Pengolahan Limbah Cair Perikanan Menggunakan Konsorsium Mikroba *Indigenous* Protolitik dan Lipolitik. *Jurnal Agointek*. 6(2): 65-71.
- [Permen LH] Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 6 Tahun 2007 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pengolahan Hasil Perikanan. Jakarta (ID): Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia.
- Pujiastuti P, Ismail B, Pranoto. 2013. Kualitas dan Beban Pencemaran Perairan Waduk Gajah Mungkur. *Jurnal Ekosains*. 5(1): 51-75.
- Reátegui- Romero W, Flores-Del Pino LV, Guerrero-Guevara JL, Castro-Torres J, Luis M Rea-Marcos LM, María E, Santos ME, Yuli-Posadas R. 2018. Benefits of Electrocoagulation in Treatment of Wastewater: Removal of Fe and Mn Metals, Oil and Grease and COD: Three Case Studies. *International Journal of Applied Engineering*. 13(8): 6450-6462.
- Sadeddin K, Naser A, Firas A. 2011. Removal of Turbidity and Suspended Solids by Electro-coagulation to Improve Feed Water Quality of Reverse Osmosis Plant. *Desalination*. 268(1-3): 204-207.
- Sarala C. 2012. Domestic Wastewater Treatment by Electrocoagulation with Fe-Fe Electrodes. *International Journal of Engineering Trends and Technology*. 3(4): 530-533.
- Sharma D. 2014. Treatment of Dairy Waste Water by Electro Coagulation Using Aluminum Electrodes and Settling, Filtration Studies. *International Journal of Chemical Technology Research*. 6(1): 591-599.
- Tray JH, Show KY, Hung YT. 2006. *Seafood Processing Waterwaste Treatment*. Boca Raton (US): CRC Press.
- Uju, Ibrahim B, Trilaksani W, Nurhayati T, Riyanto B. 2008. Proses *Recovery* Bahan Flavor pada Limbah Cair Pengolahan Rajungan dengan Teknologi *Reverse Osmosis*. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 19(1): 67-79.