

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah

Limbah adalah bahan atau barang sisa atau bekas dari sebuah kegiatan atau proses produksi yang fungsinya telah berubah dari aslinya dan bahan buangan tidak terpakai yang berdampak negatif terhadap masyarakat jika tidak dikelola dengan baik. Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 18/1999 Jo. PP 85/1999 Limbah didefinisikan sebagai sisa atau buangan dari suatu usaha dan/atau kegiatan manusia.

2.1.1 Limbah Tahu

Limbah tahu berasal dari buangan atau sisa pengolahan kedelai menjadi tahu yang terbuang karena tidak terbentuk dengan baik menjadi tahu sehingga tidak dapat dikonsumsi. Limbah industri tahu pada umumnya dibagi menjadi dua bentuk limbah, yaitu limbah padat dan limbah cair. Limbah padat pabrik pengolahan tahu berupa kotoran hasil pembersihan kedelai (batu, tanah, kulit kedelai, dan benda padat lain yang menempel pada kedelai) dan sisa saringan bubur kedelai yang disebut dengan ampas tahu. Limbah padat yang berupa kotoran berasal dari proses awal (pencucian) bahan baku kedelai dan umumnya limbah padat yang terjadi tidak begitu banyak (0,3% dari bahan baku kedelai), sedangkan limbah padat yang berupa ampas tahu terjadi pada proses penyaringan bubur kedelai. Ampas tahu yang terbentuk besarnya berkisar antara 25-35% dari produk tahu yang dihasilkan. Sebagian besar limbah cair yang dihasilkan oleh industri pembuatan tahu adalah cairan kental yang terpisah dari gumpalan tahu yang disebut dengan air dadih (*whey*). Cairan ini mengandung kadar protein yang tinggi dan dapat segera terurai. Limbah ini sering dibuang secara langsung tanpa pengolahan terlebih dahulu sehingga menghasilkan bau busuk dan mencemari lingkungan (Kaswinarni, 2007).

Limbah cair industri tahu mengandung bahan-bahan organik yang tinggi terutama protein dan asam-asam amino. Adanya senyawa-senyawa organik tersebut menyebabkan limbah cair industri tahu mengandung BOD₅, COD, dan

TSS yang tinggi. Limbah cair tahu mengandung bahan organik berupa protein yang dapat terdegradasi menjadi bahan anorganik. Degradasi bahan organik melalui proses oksidasi secara aerob akan menghasilkan senyawa-senyawa yang lebih stabil. Dekomposisi bahan organik pada dasarnya melalui dua tahap yaitu bahan organik diuraikan menjadi bahan anorganik. Bahan anorganik yang tidak stabil mengalami oksidasi menjadi bahan anorganik yang stabil, misalnya amoniak mengalami oksidasi menjadi nitrit dan nitrat (Effendi, 2010).

Gas-gas yang biasa ditemukan dalam limbah cair tahu adalah oksigen (O_2), hidrogen sulfida (H_2S), amoniak (NH_3), karbondioksida (CO_2), dan metana (CH_4). Gas-gas tersebut berasal dari dekomposisi bahan-bahan organik yang terdapat dalam limbah cair tersebut. Senyawa organik yang berada pada limbah adalah senyawa yang dapat diuraikan secara sempurna melalui proses biologi baik aerob maupun anaerob, sedangkan senyawa anorganik pada limbah adalah senyawa yang tidak dapat diuraikan melalui proses biologi (Herlambang, 2005).

2.1.2 Baku Mutu Limbah Cair Tahu

Limbah cair industri tahu merupakan salah satu sumber pencemaran lingkungan. Kandungan air limbah buangan yang dihasilkan limbah cair tahu berbeda karena berasal dari proses yang berbeda. Baku mutu limbah cair buangan industri tahu meliputi BOD_5 , COD, TSS, dan pH. Baku mutu limbah cair industri tahu dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Baku Mutu Limbah Cair Tahu

Parameter	Pengolahan Kedelai Tahu	
	Kadar (mg/L)	Beban (kg/ton)
BOD_5	150	1,5
COD	300	3
TSS	200	1
pH	6-9	
Kuantitas air limbah paling tinggi (m^3/ton)	20	

Sumber: Permen LHK Hidup RI No 5 tahun 2014 tentang baku mutu air limbah

Tabel 2. Baku Mutu Limbah Cair Tahu

Parameter	Pengolahan Kedelai Tahu	
	Kadar (mg/L)	Beban (gr/kg)
BOD ₅	75	0,1125
COD	-	-
TSS	50	0,075
pH	6,0 – 9,0	
Debit Limbah Maksimum	1,5 liter/kg bahan baku kedelai	

Sumber: PERGUB Sumatera Selatan nomor 8 tahun 2012

Limbah cair industri tahu memiliki kandungan COD mencapai 11628 ppm, pH 4,5 dengan warna kuning keruh secara visual. Kandungan pencemar yang tinggi dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan diantaranya menurunnya kelarutan oksigen dalam badan air dan mengganggu kehidupan biotik yang disebabkan oleh meningkatnya kandungan bahan organik (Hudha, Jimmy, & Muyassaroh, 2014).

Limbah cair yang dihasilkan mengandung padatan tersuspensi maupun terlarut, akan mengalami perubahan fisika, kimia, dan hayati yang akan menimbulkan gangguan terhadap kesehatan karena menghasilkan zat beracun atau menciptakan media untuk tumbuhnya kuman penyakit atau kuman lainnya yang merugikan baik pada produk tahu sendiri ataupun tubuh manusia. Bila dibiarkan, air limbah akan berubah warnanya menjadi coklat kehitaman dan berbau busuk yang disebabkan oleh proses pemecahan protein oleh mikroba sehingga timbul bau busuk dari gas H₂S. Bau busuk ini mengakibatkan sakit pernapasan. Apabila air limbah ini merembes ke dalam tanah yang dekat dengan sumur maka air sumur itu tidak dapat dimanfaatkan lagi. Apabila limbah ini dialirkan ke sungai maka akan mencemari sungai dan bila masih digunakan akan menimbulkan gangguan kesehatan yang berupa penyakit gatal, diare, kolera, radang usus dan penyakit lainnya (Kaswinarni, 2007).

2.1.3 Karakteristik Limbah Cair Tahu

Limbah cair industri tahu merupakan salah satu sumber pencemaran lingkungan. Karakteristik air buangan yang dihasilkan berbeda karena berasal dari

proses yang berbeda. Karakteristik buangan industri tahu meliputi dua hal, yaitu karakteristik fisika dan kimia. Beberapa karakteristik limbah cair industri tahu yang penting antara lain:

a. BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) merupakan parameter untuk menilai jumlah zat organik yang terlarut serta menunjukkan jumlah oksigen yang diperlukan oleh aktivitas mikroorganisme dalam menguraikan zat organik secara biologis di dalam limbah cair. Limbah cair industri tahu mengandung bahan-bahan organik terlarut yang tinggi (Wardana, 2004).

Nilai BOD yang tinggi menunjukkan terdapat banyak senyawa organik dalam limbah, sehingga banyak oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan senyawa organik. Nilai BOD yang rendah menunjukkan terjadinya penguraian limbah organik oleh mikroorganisme (Zulkifli dan Ami, 2007).

b. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam satu liter sampel air, dimana pengoksidanya adalah $K_2Cr_2O_7$ atau $KMnO_4$. Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasi melalui proses mikrobiologis dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air. Sebagian besar zat organik melalui uji COD ini dioksidasi oleh $K_2Cr_2O_7$ dalam keadaan asam yang mendidih optimum.

Nilai COD akan selalu lebih besar daripada BOD karena kebanyakan senyawa lebih mudah teroksidasi secara kimia daripada secara biologi. Pengukuran COD membutuhkan waktu yang jauh lebih cepat, yakni dapat dilakukan selama 3 jam, jika nilai antara BOD dan COD sudah diketahui, kondisi limbah cair tahu dapat diketahui (Faiqun, 2007).

c. TSS (*Total Suspended Solid*)

Padatan tersuspensi (TSS) adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut dan tidak dapat langsung mengendap, terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari sedimen, misalnya tanah liat, bahan-bahan organik tertentu, sel-sel mikroorganisme, dan sebagainya.

TSS yaitu bahan-bahan yang melayang dan tidak larut dalam air. Padatan tersuspensi sangat berhubungan erat dengan tingkat kekeruhan air. Kekeruhan menggambarkan sifat optik air yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang diserap dan dipancarkan oleh bahan-bahan yang terdapat di dalam air. Kekeruhan disebabkan oleh adanya bahan organik dan anorganik yang tersuspensi dan terlarut. Semakin tinggi kandungan bahan tersuspensi tersebut, maka air semakin keruh (Effendi, 2010).

Zat padat tersuspensi merupakan tempat berlangsungnya reaksi-reaksi kimia yang heterogen, dan berfungsi sebagai bahan pembentuk endapan yang paling awal dan dapat menghalangi kemampuan produksi zat organik di suatu perairan (Tarigan dan Edward, 2003).

d. Derajat Keasaman (pH)

Air limbah industri tahu sifatnya cenderung asam, pada keadaan asam ini akan terlepas zat-zat yang mudah untuk menguap. Hal ini mengakibatkan limbah cair industri tahu mengeluarkan bau busuk. pH sangat berpengaruh dalam proses pengolahan air limbah. Baku mutu yang ditetapkan sebesar 5-9. Pengaruh yang terjadi apabila pH terlalu rendah adalah penurunan oksigen terlarut. Oleh karena itu, sebelum limbah diolah diperlukan pemeriksaan pH serta menambahkan larutan penyangga agar dicapai pH yang optimal (Herlambang, 2005).

Nilai pH merupakan faktor pengontrol yang menentukan kemampuan biologis mikroalga dalam memanfaatkan unsur hara. Nilai pH yang terlalu tinggi misalnya, akan mengurangi aktivitas fotosintesis mikroalga. Proses fotosintesis merupakan proses mengambil CO_2 yang terlarut di dalam air, dan berakibat pada penurunan CO_2 terlarut dalam air. Penurunan CO_2 akan meningkatkan pH. Dalam keadaan basa ion bikarbonat akan membentuk ion karbonat dan melepaskan ion hidrogen yang bersifat asam sehingga keadaan menjadi netral. Sebaliknya dalam keadaan terlalu asam, ion karbonat akan mengalami hidrolisa menjadi ion bikarbonat dan melepaskan ion hidrogen oksida yang bersifat basa, sehingga keadaan netral kembali (Herlambang, 2005).

2.1.4 Dampak Limbah Cair Tahu

Dampak yang ditimbulkan oleh pencemaran bahan organik limbah cair industri tahu adalah gangguan terhadap kehidupan biotik yaitu lingkungan yang terdiri dari makhluk hidup misalnya tumbuhan, hewan, dan manusia, turunnya kualitas air perairan akibat meningkatnya kandungan bahan organik. Aktivitas organisme dapat memecah molekul organik yang kompleks menjadi molekul organik yang sederhana. Bahan anorganik seperti fosfat dan nitrat dapat dipakai sebagai bahan makanan tumbuhan yang melakukan fotosintesis. Selama proses metabolisme oksigen banyak dikonsumsi, sehingga apabila bahan organik dalam air sedikit, oksigen yang hilang dalam air akan segera diganti oleh oksigen hasil fotosintesis dan oleh aerasi dari udara. Sebaliknya jika konsentrasi beban bahan organik terlalu tinggi, maka akan terjadi kondisi anaerobik yang menghasilkan dekomposisi produk amoniak, asam asetat, karbondioksida, hidrogen sulfida, dan metana. Senyawa-senyawa tersebut sangat toksik bagi sebagian besar hewan air dan akan menimbulkan gangguan keindahan yang berupa rasa tidak nyaman dan menimbulkan bau (Herlambang, 2005).

Limbah cair yang dihasilkan mengandung padatan tersuspensi maupun terlarut, akan mengalami perubahan fisika, kimia, dan hayati yang akan menimbulkan gangguan terhadap kesehatan karena menghasilkan zat beracun atau menciptakan media untuk tumbuhnya kuman penyakit atau kuman lainnya yang merugikan baik pada produk tahu sendiri ataupun tubuh manusia. Bila dibiarkan, air limbah akan berubah warnanya menjadi coklat kehitaman dan berbau busuk yang disebabkan oleh proses pemecahan protein oleh mikroba sehingga timbul bau busuk dari gas H_2S . Bau busuk ini mengakibatkan sakit pernapasan. Apabila air limbah ini merembes ke dalam tanah yang dekat dengan sumur maka air sumur itu tidak dapat dimanfaatkan lagi. Apabila limbah ini dialirkan ke sungai maka akan mencemari sungai dan bila masih digunakan akan menimbulkan gangguan kesehatan yang berupa penyakit gatal, diare, kolera, radang usus dan penyakit lainnya (Kaswinarni, 2007).

2.2 Pengolahan Limbah Cair Tahu

Upaya untuk mengolah limbah cair tahu telah dicoba dan dikembangkan. Secara umum, metode pengolahan yang dikembangkan dapat digolongkan atas 3 jenis metode pengolahan, yaitu secara fisika, kimia, maupun biologis. Cara fisika, merupakan metode pemisahan sebagian dari beban pencemaran khususnya padatan tersuspensi atau koloid dari limbah cair dengan memanfaatkan gaya-gaya fisika. Dalam pengolahan limbah cair industri tahu secara fisika, proses yang dapat digunakan antara lain filtrasi dan pengendapan (sedimentasi). Filtrasi atau penyaringan menggunakan media penyaring terutama untuk menjernihkan atau memisahkan partikel-partikel kasar dan padatan tersuspensi dari limbah cair. Dalam sedimentasi, flok-flok padatan dipisahkan dari aliran dengan memanfaatkan gaya gravitasi (Eddy, 2008).

Proses koagulasi-flokulasi, partikel-partikel koloid hidrofobik cenderung menyerap ion-ion bermuatan negatif terlarut dalam limbah cair melalui sifat adsorpsi koloid tersebut, sehingga partikel tersebut bermuatan negatif. Koagulasi pada dasarnya merupakan proses destabilisasi partikel koloid bermuatan dengan cara penambahan ion-ion bermuatan berlawanan (koagulan) ke dalam koloid, dengan demikian partikel koloid menjadi netral dan dapat beraglomerasi satu sama lain membentuk mikroflok. Selanjutnya mikroflok-mikroflok yang telah terbentuk dengan dibantu pengadukan lambat mengalami penggabungan menghasilkan makroflok (flokulasi), sehingga dapat dipisahkan dari dalam larutan dengan cara pengendapan atau filtrasi (Nasrullah, 2012).

Cara kimia, merupakan metode penghilangan atau konversi senyawa senyawa polutan dalam limbah cair dengan penambahan bahan-bahan kimia atau reaksi kimia lainnya. Beberapa proses yang dapat diterapkan dalam pengolahan limbah cair industri tahu secara kimia di antaranya termasuk koagulasi flokulasi dan netralisasi. Proses netralisasi biasanya diterapkan dengan cara penambahan asam atau basa guna menetralkan ion-ion yang terlarut dalam limbah cair sehingga memudahkan proses pengolahan selanjutnya (Eddy, 2008).

Cara biologi, dapat menurunkan kadar zat organik terlarut dengan memanfaatkan mikroorganisme atau tumbuhan air. Mikroorganisme yang digunakan untuk pengolahan limbah adalah bakteri, alga, atau protozoa,

sedangkan tumbuhan yang dapat digunakan termasuk gulma air (aquaticweeds) (Lisnasari, 2006).

2.3 Elektrokoagulasi

2.3.1 Proses Elektrokoagulasi

Menurut Susetyaningsih, proses elektrokoagulasi merupakan gabungan dari proses elektrokimia dan proses koagulasi – flokulasi dan elektrokimia. Proses ini diduga dapat menjadi pilihan metode pengolahan limbah radioaktif dan limbah B3 cair fase air alternatif mendamping metode pengolahan yang lain (Retno, dkk 2008). Elektrokoagulasi adalah proses destabilisasi suspensi, emulsi dan larutan yang mengandung kontaminan dengan cara mengalirkan arus listrik melalui air, menyebabkan terbentuknya gumpalan yang mudah dipisahkan. Menurut Mollah, dalam penggunaan proses elektrokoagulasi harus diberikan gambaran tentang kelebihan dan kerugian dalam mengolah limbah cair (Kamilul, 2008).

Proses elektrokoagulasi tersusun atas proses equalisasi, elektrokimia, sedimentasi dan proses filtrasi. Proses equalisasi dimaksudkan untuk menyeragamkan limbah cair yang akan diolah terutama kondisi pH, pada tahap ini tidak terjadi reaksi kimia. Pada proses elektrokimia akan terjadi pelepasan Al^{3+} dari plat elektrode (anoda) sehingga membentuk flok $Al(OH)_3$ yang mampu mengikat kontaminan dan partikel-partikel dalam limbah. Apabila dalam suatu elektrolit ditempatkan dua elektroda dan dialiri arus listrik searah, maka akan terjadi peristiwa elektrokimia yaitu gejala dekomposisi elektrolit, dimana ion positif (kation) bergerak ke katoda dan menerima elektron yang direduksi dan ion negatif (anion) bergerak ke anoda dan menyerahkan elektron yang dioksidasi (Holt, 2012).

1. Pada Katoda:

Ion H^+ dari suatu asam akan direduksi menjadi gas hidrogen yang akan bebas sebagai gelembung-gelembung gas.

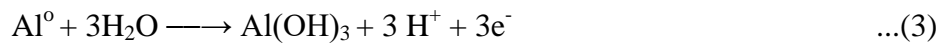


Larutan yang mengalami reduksi adalah pelarut (air) dan terbentuk gas hidrogen (H_2) pada katoda.



2. Reaksi pada Anoda:

Anoda terbuat dari logam aluminium akan teroksidasi.



Ion OH dari basa akan mengalami oksidasi membentuk gas oksigen (O₂),



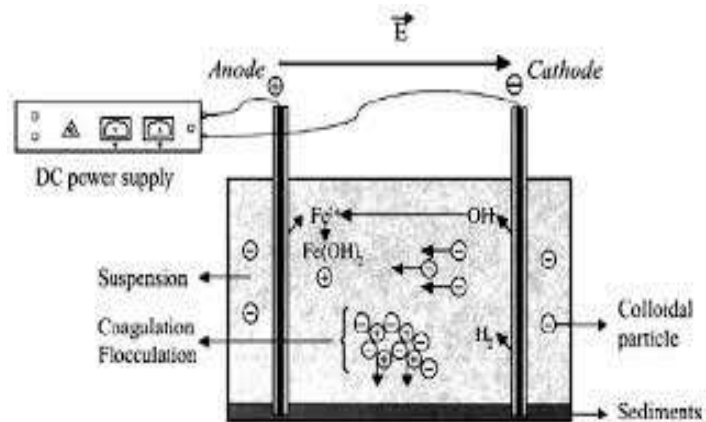
Jika larutan mengandung ion-ion logam lain maka ion-ion logam akan direduksi menjadi logamnya dan terdapat pada batang katoda



Contoh :



Dari reaksi tersebut, pada anoda akan dihasilkan gas, buih dan flok Al(OH)₃. Selanjutnya flok yang terbentuk akan menjebak secara elektroionik terhadap logam Al yang ada di dalam limbah, sehingga flok akan memiliki kecenderungan mengendap. Selanjutnya flok yang telah mengikat kontaminan tersebut mengendap pada bak sedimentasi (proses sedimentasi). Gambar 1 menunjukkan mekanisme yang terjadi di dalam proses elektrokoagulasi.



Sumber : Purwaningsih, 2008

Gambar 1. Proses Elektrokoagulasi

Adapun kelebihan dalam proses elektrokoagulasi, yaitu:

- 1) Elektrokoagulasi butuh peralatan sederhana dan mudah untuk diopeasikan.
- 2) Air limbah yang diolah dengan elektrokoagulasi menghasilkan effluent yang jernih, tidak berwarna dan tidak berbau.
- 3) Flok yang terbentuk pada elektrokoagulasi memiliki kesamaan dengan flok yang berasal dari koagulasi kimia. Perbedaannya adalah flok dari

elektrokoagulasi berukuran lebih besar dengan kandungan air yang sedikit, lebih stabil dan mudah dipisahkan secara cepat dengan filtrasi.

- 4) Keuntungan dari elektrokoagulasi ini lebih cepat mereduksi kandungan koloid yang paling kecil, hal ini disebabkan menggunakan medan listrik dalam air sehingga mempercepat pergerakan yang demikian rupa agar memudahkan proses koagulasi.
- 5) Elektrokoagulasi menghasilkan effluent yang mengandung *Total Dissolved Solid* (TDS) dalam jumlah yang lebih sedikit dibandingkan dengan pengolahan kimiawi. TDS yang rendah akan mengurangi biaya *recovery*.
- 6) Proses elektrokoagulasi tidak memerlukan penggunaan bahan kimia sehingga tidak bermasalah dengan netralisasi.
- 7) Gelembung gas yang dihasilkan pada proses elektrokoagulasi ini dapat membawa polutan ke permukaan air sehingga mudah dibersihkan.
- 8) Dapat memberikan efisiensi proses yang cukup tinggi untuk berbagai kondisi dikarenakan tidak dipengaruhi temperatur.
- 9) Pemeliharaan lebih mudah karena menggunakan sel elektrolisis yang tidak bergerak.

Sedangkan kelemahan dalam proses elektrokoagulasi ialah :

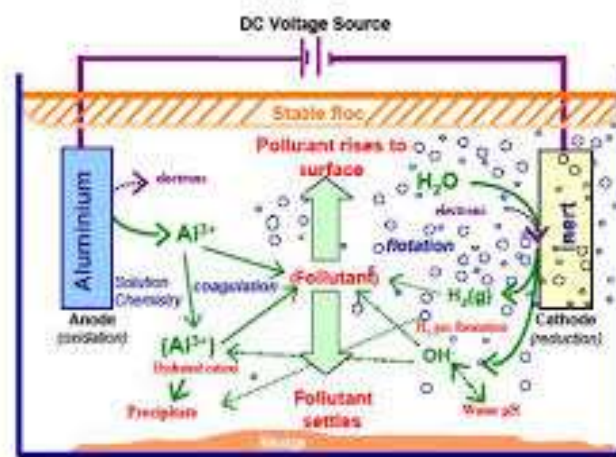
1. Tidak dapat digunakan untuk mengolah limbah cair yang mempunyai sifat elektrolit cukup tinggi karena akan terjadi hubungan singkat antar elektroda.
2. Besarnya reduksi logam berat dalam limbah cair dipengaruhi oleh besar kecilnya arus voltase listrik searah pada elektroda, luas sempitnya bidang kontak elektroda dan jarak elektroda.
3. Elektroda yang diganti dalam proses elektrokoagulasi harus diganti secara teratur.
4. Terbentuknya lapisan di elektroda dapat mengurangi efisiensi pengolahan (Holt, 2012).

2.3.2 Mekanisme Elektrokoagulasi

Reaksi kimia yang terjadi pada proses elektrokoagulasi yaitu reaksi oksidasi-reduksi. Aplikasi proses ini dilakukan dengan menginjeksikan oksigen ke dalam air, sedangkan pada proses reduksi dilakukan dengan penambahan reduktor. Proses ini timbul karena adanya reaksi pada elektroda, reaksi yang

timbul diakibatkan oleh masuknya aliran arus listrik searah dengan tegangan tertentu. Apabila dalam suatu elektrolit ditempatkan dua elektroda dan dialiri arus listrik searah, maka akan terjadi peristiwa elektrokimia, yaitu dekomposisi elektrolit berat ion positif (kation) bergerak ke katoda dan menerima elektron yang direduksi dan ion negatif (anion) bergerak ke anoda dan menyerahkan elektron yang dioksidasi. Pada intinya mekanisme proses oksidasi-reduksi yaitu untuk melakukan destabilisasi ion sehingga mudah untuk dilakukan proses pengendapan serta dapat mengurangi sifat racun dari ion tersebut.

Adapun prinsip kerja proses Elektrokoagulasi adalah dengan menggunakan dua buah lempeng elektroda (biasanya aluminium atau besi) yang dimasukkan ke dalam bejana yang telah diisi dengan limbah yang akan dijernihkan. Selanjutnya kedua elektroda dialiri arus listrik searah sehingga terjadilah proses elektrokimia yang menyebabkan kation bergerak menuju katoda dan anion bergerak menuju anoda. Pada akhirnya akan terbentuk suatu flokulan yang akan mengikat kontaminan maupun partikel-partikel dari air baku tersebut ke lapisan floc-foam pada permukaan cairan.



Sumber: Holt, 2012

Gambar 2. Mekanisme Elektrokoagulasi

Interaksi-interaksi yang terjadi dalam larutan yaitu:

- Perpindahan menuju muatan elektroda yang berlawanan dan netralisasi muatan.
- Kation ataupun ion hidroksil membentuk sebuah endapan dengan pengotor.
- Interaksi kation logam dengan OH^- membentuk sebuah hidroksida dengan sifat

- adsorpsi yang tinggi selanjutnya berikatan dengan polutan (*bridge coagulation*).
- d. Senyawa hidroksida yang terbentuk membentuk gumpalan (flok) yang lebih besar.
 - e. Gas hidrogen membantu flotasi dengan membawa polutan ke lapisan bulk flok di permukaan cairan (Holt, 2012).

2.3.3 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Elektrokoagulasi

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi elektrokoagulasi ialah kerapatan arus listrik, waktu, tegangan, pH, ketebalan plat, dan jarak antar elektroda.

a. Kerapatan Arus Listrik

Kenaikan kerapatan arus akan mempercepat ion bermuatan membentuk flok. Jumlah arus listrik yang mengalir berbanding lurus dengan bahan yang dihasilkan selama proses.

b. Waktu

Menurut hukum Faraday, jumlah muatan yang mengalir selama proses elektrolisis sebanding dengan jumlah waktu kontak yang digunakan.

c. Tegangan

Karena arus listrik yang menghasilkan perubahan kimia mengalir melalui medium (logam atau elektrolit) disebabkan adanya beda potensial, karena tahanan listrik pada medium lebih besar dari logam, maka yang perlu diperhatikan adalah mediumnya dan batas antar logam dengan medium.

d. Kadar Keasaman (pH)

Karena pada proses elektrokoagulasi terjadi proses elektrolisis air yang menghasilkan gas hidrogen dan ion hidroksida, maka dengan semakin lama waktu kontak yang digunakan, maka semakin cepat juga pembentukan gas hidrogen dan ion hidroksida, apabila ion hidroksida yang dihasilkan lebih banyak maka akan menaikkan pH dalam larutan.

e. Ketebalan Plat

Semakin tebal plat elektroda yang digunakan, daya tarik elektrostatisnya dalam mereduksi dan mengoksidasi ion logam dalam larutan akan semakin besar.

f. Jarak antar Elektroda

Semakin besar jaraknya semakin besar hambatannya, sehingga semakin kecil arus yang mengalir (Putero, S. H, dkk, 2012).

2.4 Elektroda

Hari dan Harsanti (2010) menyatakan elektroda merupakan salah satu perantara untuk menghantarkan atau menghubungkan arus listrik ke dalam larutan agar larutan tersebut terjadi suatu reaksi (perubahan kimia). Prinsip dasar dari elektrokoagulasi adalah reaksi reduksi dan oksidasi (redoks). Peristiwa oksidasi terjadi di elektroda positif yaitu anoda, sedangkan reduksi terjadi di elektroda negatif yaitu katoda. Menurut Ardhani dan Ismawati (2007), faktor yang terlibat dalam reaksi elektrokoagulasi selain elektroda adalah air yang diolah yang berfungsi sebagai larutan elektrolit. Berikut adalah reaksi yang terjadi pada proses elektrokoagulasi (Lukismanto *et al.* 2010).

2.5 Logam Aluminium

Aluminium merupakan salah satu logam anorganik yang dijumpai dalam air minum. Konsentrasi aluminium yang tinggi bisa mengendap sebagai aluminium hidroksida yang mempengaruhi kehidupan air. Perannya tidak bisa dihindari karena senyawa-senyawa aluminium ditambahkan bukan hanya ke air tetapi juga ke dalam makanan dan obat yang diproses. Aluminium merupakan unsur yang tidak berbahaya. Aluminium dan bentuk oksida aluminium bersifat tidak larut. Akan tetapi, garam-garam aluminium sangat mudah larut. Sumber aluminium adalah mineral aluminosilikat yang terdapat pada batuan dan tanah secara melimpah. Pada proses pelapukan batuan, aluminium berada dalam bentuk residu yang tidak larut, misalnya bauksit.

Aluminium yang berupa alum ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) digunakan sebagai koagulan dalam pengolahan limbah. Adapun aluminium juga merupakan salah satu elektroda yang dapat digunakan dalam proses elektrokoagulasi karena nilai konduktivitasnya yang cukup tinggi yaitu $12,22794 \times 10^{-6} \text{ S/cm}$, sehingga dianggap baik untuk menghantarkan muatan-muatan listrik dalam proses tersebut (Agung, 2012).