

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Hasil Penelitian Terdahulu

1. Dalam penelitian yang dilakukan Ruslan Abdul Hamid, Purwono, Wiharyanto Oktiawan (2017) Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro dalam jurnal Teknik Lingkungan berjudul Penggunaan Metode Elektrolisis Menggunakan Elektroda Karbon Dengan Variasi Tegangan Listrik Dan Waktu Elektrolisis Dalam Penurunan Konsentrasi TSS dan COD Pada Pengolahan Air Limbah Domestik, hasil yang didapat dari penelitian ini yaitu dengan menggunakan variasi tegangan listrik 3, 6, 9, dan 12 volt dan variasi waktu elektrolisis 75, 90, 105, 120, dan 135 menit. Hasil penelitian menunjukkan sampel air limbah domestik yang diuji dengan menggunakan variasi tegangan 12 volt dan variasi waktu elektrolisis 135 menit menunjukkan hasil penurunan konsentrasi yang paling baik untuk parameter TSS dari konsentrasi awal sebesar 154 mg/l turun menjadi 87 mg/l dengan efisiensi penyisihan sebesar 43 % dan untuk parameter COD dari konsentrasi awal sebesar 192,96 mg/l turun menjadi 85,92 mg/l dengan efisiensi penyisihan sebesar 56 %.

Perbedaan penelitian terdahulu dengan sekarang adalah penelitian terdahulu menggunakan elektroda karbon dengan menggunakan variasi waktu dan besar tegangan, meneliti pada limbah rumah tangga sedangkan pada penelitian sekarang menggunakan elektroda lempengan aluminium dengan menggunakan variasi waktu saja dan meneliti pada limbah batik.

2. Dalam penelitian yang diarahkan oleh Lina Hasyiyati, Etih Hartati, Djaenudin (2020) dalam Jurnal Serambi Engineering Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Bandung yang berjudul Penyisihan Krom pada Pengolahan Air

Limbah Penyamakan Kulit Menggunakan Metode Elektrokoagulasi, hasil yang didapat dari penelitian ini yaitu dengan menggunakan variasi Besar Arus Listrik 1,5 A , Tegangan 9Volt dan variasi waktu elektrolisis 10, 20, dan 30 menit. Pada variasi waktu 10 menit dapat menurunkan konsentrasi krom sebesar (21,02%) 20 menit sebesar (33,3%) dan 30 menit sebesar (50,40%). Hasil penelitian menunjukkan sampel air limbah penyamakan kulit yang diuji dengan menggunakan variasi arus listrik 1,5 Ampere dan variasi waktu elektrolisis 30 menit menunjukkan hasil penurunan konsentrasi yang paling baik untuk parameter krom sebanyak 50,40% dari konsentrasi krom 24,1 mg/L menjadi 12,6 mg/L.

Perbedaan penelitian terdahulu dengan sekarang adalah penelitian terdahulu meneliti pada limbah penyamakan kulit sedangkan pada penelitian sekarang meneliti pada limbah batik.

B. Telaah Pustaka Yang Sesuai

1. Industri Batik

a. Pengertian

Batik adalah sebuah karya dimana dengan melukis diatas sehelai kain putih. Sebagai alat melukis dipakai canting dan sebagai bahan melukis dipakai cairan malam. Canting terdiri dari mangkuk kecil yang mempunyai carat dengan tangkai dari bambu. Carat mempunyai berbagai ukuran, tergantung dari besar kecilnya titik-titik dan tebal halusnya garis-garis yang hendak dilukis. Kegunaan mangkuk kecil adalah sebagai tempat cairan malam. Sesudah kain yang dilukis atau ditulisi dengan malam diberi warna, dan sesudah malam dihilangkan atau dilorod, maka bagian yang tertutup malam akan tetap putih, tidak menyerap warna. Ini disebabkan karna malam berfungsi sebagai perintang warna (Djumena 1990).

Hamzuri (1985) juga berpendapat bahwa batik merupakan suatu pendekatan untuk mendekorasi sebuah kain dengan menggores bagian-bagian tertentu dengan memanfaatkan suatu batas. Batas yang sering digunakan adalah lilin. Tekstur yang digambar menggunakan

lilin kemudian diwarnai dengan pewarnaan. Setelah itu malam dikeluarkan dengan cara memanaskan kain. Akhirnya terciptalah sehelai bahan yang disebut batik sebagai berbagai tema yang memiliki khasiat luar biasa. Selain itu, Hamzuri mencirikan batik sebagai kreasi seni atau gambar di atas mori dibuat menggunakan alat yang disebut canting. Seseorang yang melukis di atas mori menggunakan canting dinamakan batik. Batik ini mempunyai tema tema yang berbeda-beda.

Menurut (Salma & Eskak, 2016) Batik adalah pewarnaan menggunakan malam (lilin batik) sebagai batas warna dengan instrumen prinsip untuk menambahkan lilin batik sebagai canting tulis dengan sarana utama membentuk tema bermakna tertentu. Berbagai daerah dengan potensi kreatif, sosial dan wisata berusaha membangun bisnis batik sebagai pemasok. Pakaian, interior, souvenir perjalanan. Kain batik merupakan salah satu pilihan oleh-oleh khas daerah yang mudah dibungkus, mudah dibawa, ringan, memiliki nilai penting dan oleh-oleh, serta harga terjangkau. Keunggulan-keunggulan tersebut menjadikan batik sebagai barang yang tak tergantikan. Sulit untuk dijual

b. Klafikasi Batik

Proses pembuatannya batik terbagi menjadi 3 macam yaitu batik tulis, batik cap, dan batik lukis, yang akan diuraikan sebagai berikut:

- 1) Batik Tulis, dalam membuat batik tulis akan menggunakan alat yang disebut canting. Canting berfungsi untuk menuliskan lilin batik cair pada kain. Canting tulis terbuat dari plat tembaga, bentuk canting menyerupai kepala burung, dan cara kerja canting ini seperti bejana berhubungan,(Susanto 1980).
- 2) Batik Cap, membuat cap atau sering disebut “ngecap” ialah sebuah teknik membuat batik dengan cara mengecapkan lilin batik cair pada permukaan kain. Alat cap sering disebut dengan canting cap, alat ini berbentuk stempel yang terbuat dariplat 8 tembaga, (Susanto 1980).

3) Batik Lukis, membatik lukis atau melukis dengan menggunakan lilin batik biasanya dilakukan secara spontan, maka biasanya pembuatan batik lukis tersebut dikerjakan tanpa menggunakan pola bagi pelukis-pelukis yang mahir. Namun bisa juga dibuat pola kerangka atau coretan bagi pelukis yang belum mahir, (Susanto 1980).

c. Proses Pembatikan

Sebagaimana dikemukakan oleh (Susanto & Sewan 1980) Cara / teknik membuat kain mori menjadi kain batik dapat dibagi menjadi 2 bagian yaitu:

1) Persiapan, yaitu macam-macam pekerjaan pada mori sehingga menjadi kain yang siap untuk dibuat batik. Pekerjaan persiapan ini antara lain meliputi:

a) Nggirah (mencuci) atau ngetel, yaitu: penghilangan kanji yang berlebihan pada kain mori kemudian diganti dengan kanji ringan. Penghilangan ini dengan cara kain direndam dalam campuran minyak nabati dan larutan alkali (soda kaustik, soda abu, air abu). Ada juga yang menghilangkan kanji dengan merebus kain dalam larutan asam (asam sulfat atau asam klorida).

b) Nganji (menganji), yaitu pemberian kanji ringan dengan tujuan agar lilin batik tidak meresap ke dalam kain dan mudah dihilangkan. Akan tetapi, kanji ini tidak boleh menghalangi proses pewarnaan pada kain batik.

c) Ngemplong yaitu meratakan permukaan kain yang telah diberi kanji.

2) Pembuatan batik

a) Pelekatan lilin batik pada kain untuk membuat motif yang dikehendaki. Pelekatan ini ada beberapa cara yaitu ditulis dengan canting tulis, dicapkan dengan canting cap atau dilukiskan dengan kuas atau jegul. Fungsi dari lilin batik adalah menolak (resist) terhadap warna yang diberikan pada

kain batik. Lilin batik merupakan campuran lilin yang terdiri dari gondorukem, matakucing, 12 parafin (microwax), lemak (minyak nabati) dan kadang-kadang ditambah dengan lilin dari tawon atau dari lanceng.

- b) Pewarnaan batik, proses pewarnaan ini dapat berupa mencelup, coletan atau lukisan (painting). Pewarnaan dilakukan secara dingin (tanpa pemanasan) dan warna akan tahan ketika proses penghilangan lilin. Pewarna yang digunakan bisa dengan pewarna alami, misalnya dari daun Indigofera, soga jawa, bisa juga dengan zat warna sintesis misalnya naphthol, soga ergan, soga chrome, indiosol dan lain-lain.
- c) Menghilangkan lilin yaitu menghilangkan lilin batik yang telah melekat pada permukaan kain. Menghilangkan lilin batik ini berupa penghilangan sebagian pada tempat tertentu dengan cara ngerok (ngerik) atau menghilangkan lilin batik secara keseluruhan (melorod, nglorod, ngebyok, mbabar). Air lorodan biasanya diberi larutan kanji untuk kain dengan pewarna alami dan soda abu untuk kain dengan pewarna sintetis.

2. Air Limbah

a. Pengertian

Menurut Peraturan Daerah DIY Nomor 7 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah, air limbah adalah sisa usaha dan/atau kegiatan berupa cairan yang dibuang ke lingkungan dan dapat mempengaruhi kualitas lingkungan. Air limbah adalah air yang sudah tidak dapat digunakan lagi dan dapat berdampak buruk bagi kesehatan manusia dan lingkungan. (Rani Laksanawati, 2017).

b. Air Limbah Industri

Besar kecilnya aliran air limbah sangat bergantung pada jenis dan ukuran perusahaan, pengelolaan siklus terbaru, konsumsi air, dan tingkat pengolahan air limbah. Ukuran pemanfaatan air dari suatu

industri ditampilkan pada tabel 2.1 menunjukkan besarnya konsumsi air di industri.

Tabel II.1 Rata-rata penggunaan air untuk berbagai jenis industri

Jenis Industri	Rata-rata aliran (m ³)
Industri kalengan	
Sayur hijau	50-70
Buah-buahan, buar pear	15-20
Lain buah-buahan dan sayur	4-35
Industri bahan kimia :	
Amoniak	100-130
Karbondioksida (CO ₂)	60-90
Bensin	7-30
Laktosa	600-800
Sulfur/ belerang	8-10
Makanan dan minuman	
Bir	10-16
Roti	2-4
Pengepakan daging	15-20
Produksi susu	10-20
Minuman keras	60-80
Tekstil	
Pengelantangan	200-300
Pencelupan	30-60

c. Jenis – jenis Sampel Air

Menurut sutrisno (1996), jenis-jenis sampel air dapat dikelompokan menjadi tiga sebagai berikut :

- 1) Sampel sesaat (Grap sampel), yaitu sampel yang diambil secara langsung dari badan air yang sedang dipantau. Sampel ini hanya menggambarkan karakteristik air pada saat pengambilan sampel.

- 2) Sampel komposit (Composite sampel), yaitu sampel campuran dari beberapa waktu pengamatan. Pengambilan sampel komposit dapat dilakukan secara manual ataupun secara otomatis dengan menggunakan peralatan yang dapat mengambil air pada waktu tertentu. Pengambilan sampel secara otomatis hanya dilakukan jika ingin mengetahui gambaran tentang karakteristik kualitas air secara terus-menerus.
- 3) Sampel gabungan tempat (Intergreatet sampel) yaitu sampel gabungan yang diambil secara terpisah dari beberapa tempat, dengan volume yang sama

d. Limbah Industri Batik

Sebagian besar usaha batik skala home industri tidak memiliki tempat IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) untuk mengolah limbah, sehingga limbah setelah proses pembatikan dibuang langsung ke selokan untuk dialirkan ke saluran air. Kondisi seperti ini dapat menghambat aliran air, menahan masuknya sinar matahari ke badan air, mengurangi sifat iklim, membahayakan lingkungan dan jika kontak dengan kulit manusia dapat menyebabkan kesemutan, panas, kulit kering dan keras (Riska Andriani, 2017)

Dengan berkembangnya usaha batik, jumlah limbah cair yang dihasilkan dalam produksi batik mulai dari pencelupan hingga pembersihan semakin meningkat. Karena minimnya informasi tentang cara pengelolaan limbah cair batik membuat berbagai pengrajin batik membuang limbah langsung ke sungai yang mengakibatkan pencemaran air dan menurunkan kualitas air.

Sifat-sifat limbah batik meliputi sifat-sifat nyata, khususnya warna, bau, padatan tersuspensi, suhu, sedangkan sifat-sifat zat adalah alam, anorganik, fenol, belerang, pH, logam berat, campuran beracun (nitrit), dan gas. Limbah mekanis batik digambarkan dengan mendung, berbusa, pH tinggi, fiksasi BOD tinggi, zat lemak antasida dan warna yang di dalamnya terdapat logam-logam substansial (Siregar, 2005). Campuran logam berat beracun yang ditemukan dalam limbah

industri batik diyakini sebagai krom (Cr), Timbal (Pb), Nikel (Ni), tembaga (Cu), dan mangan (Mn) (Mahida, 1984).

e. Karakteristik Limbah Batik

Karakteristik Limbah digolongkan dalam beberapa sifat :

1) Karakter fisik

Karakter fisik air limbah ditentukan oleh polutan yang masuk ke dalam air limbah dan memberikan perubahan fisik pada air limbah tersebut. Karakteristik fisik tersebut adalah suhu, kekeruhan, warna dan bau yang disebabkan oleh adanya bahan tersuspensi dan terlarut didalamnya. Penentuan derajat kekotoran air limbah sangat dipengaruhi oleh adanya sifat fisik yang mudah terlihat. Adapun sifat fisik yang penting adalah kandungan zat padat sebagaiefek estetika dan kejernihan serta bau dan warna dan juga temperatur (Suyasa, 2015)

2) Karakter kimia

Karakteristik kimia air limbah ditentukan dengan adanya polutan dari bahan kimia (chemical). Chemical tersebut terdapat dalam bentuk terlarut dalam bentuk ion-ion dan tersuspensi dalam bentuk senyawanya. Bahan organik terlarut dapat menghabiskan oksigen dalam limbah serta akan menimbulkan rasa dan bau yang tidak sedap pada penyediaan air bersih. Selain itu, akan lebih berbahaya apabila bahan tersebut merupakan bahan yang beracun. Bahan kimia yang penting yang ada di dalam air limbah pada umumnya dapat diklasifikasikan sebagai berikut : Bahan organik, pH, klorida, kebasaaan, sulfur, zat beracun, protein, karbohidrat, minyak dan lemak, fenol, bahan anorganik, logam berat, metan, nitrogen, fosfor, dan gas (Suyasa, 2015)

3) Karakteristik Biologis

Karakteristik biologi digunakan untuk mengukur kualitas air terutama air yang dikonsumsi sebagai air minum dan air bersih. Parameter yang biasa digunakan adalah banyaknya mikroorganisme yang terkandung dalam air limbah. Pengolahan air

limbah secara biologis dapat didefinisikan sebagai suatu proses yang melibatkan kegiatan mikroorganisme dalam air untuk melakukan transformasi senyawa-senyawa kimia yang terkandung dalam air menjadi bentuk atau senyawa lain. Mikroorganisme mengkonsumsi bahan-bahan organik membuat biomassa sel baru serta zat-zat organik dan memanfaatkan energi yang dihasilkan dari reaksi oksidasi untuk metabolismenya (Metcalf and Eddy, 2003)

e. Baku Mutu Air Limbah Industri Tekstil

Tabel II.2 Baku Mutu Air Limbah Untuk Industri Tekstil

BAKU MUTU AIR LIMBAH UNTUK INDUSTRI TEKSTIL	
Parameter	Kadar Maksimum (mg/l)
BOD	60
COD	150
TSS	50
Fenol Total	0,5
Krom Total (Cr)	1,0
Ammonia Total (NH ₃ .N)	8,0
Sulfida (sbg S)	0,3
Minyak & Lemak	3,0
Ph	6,0-9,0
Volume Limbah Maksimum (M ³ per tonproduk)	100

Sumber : Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013

f. Dampak Limbah Cair Batik

Dalam industri batik termasuk dalam industri yang penggunaan airnya paling banyak dalam proses produksinya , air limbah usaha batik mempunyai daya warna tinggi sehingga apabila air limbah tersebut dibuang langsung ke badan air maka merusak gaya badan air dan badan air yang berwarna pekat akan membuat masuknya cahaya matahari menjadi berkurang yang membuat laut akan kehidupan

menjadi rusak dan jika penggunaan warnanya mengandung logam-logam yang cukup besar, maka biota air akan dirugikan.

Bahan baku yang digunakan berup lilin dan pewarna, baik yang biasa maupun yang buatan. Lilin batik diproduksi dengan menggunakan kombinasi bahan alam buatan dan bukan sintesis, sebagai batas pewarnaan dalam interaksi batik (Susanto (1980) dalam Atika dan Haerudin (2013). Bahan mentah untuk membuat lilin batik mencakup, getah mata kucing, gondorukem/resina colophonium, kote (lilin lebah), parafin, microwax, kendal dan lilin bekas (bentukan dari interaksi batik) (Susanto, 1980).Warna biasa berasal dari alam, baik dari tumbuhan, makhluk, ataupun logam. Warna dari tanaman umumnya untuk : indigofera (warna biru), Sp Bixa orrellana (warna ungu jingga), Morinda citrifolia (warna kuning), warna yang didapat dari hewan adalah Kerang (Tyran ungu), Serangga (Ceochikal), dan Serangga Merah (Warna Loe Synthetic adalah warna palsu dengan bahan dasar palsu, khususnya hidrokarbon, aromatik dan naftalena yang didapat dari batubara (Isminingsih, 1978) Warna sintetis ini dapat diurutkan menjadi tujuh warna khusus: Napthol, Indi gosol, Rapide, Ergan Soga, Kopel Soga, Chrom Soga, dan Procion (Budiyono, 2008). Penggunaan warna-warna buatan semakin banyak dimanfaatkandikarenakan jenis warnanya banyak didapatkan dengan kreasi yang tetap, memiliki variasi warna yang sangat banyak, tidak sulit untuk digunakan dan harganya pun terbilang tidak mahal.Meski demikian, penggunaan warna-warna tersebut secara teratur menimbulkan limbah yang mungkin dapat mengotori cuaca.

3. Chrom

a. Pengertian Chrom

Kromium (Cr) merupakan salah satu unsur logam berat dan termasuk kedalam logam berat yang memiliki daya racun yang tinggi. Di alam logam Kromium tidak pernah ditemukan murni melainkan dalam bentuk persenyawaan padat atau mineral dengan unsur – unsur lain. Kromium adalah logam yang tahan terhadap korosif (perkaratan)

oleh udara lembab, asam dan juga tahan terhadap temperatur tinggi, oleh karena itu banyak digunakan sebagai pelapis elektrolit dan inhibitor korosi dalam campuran baja (alloy). Dalam badan perairan terjadi bermacam macam proses kimia, mulai dari proses pengompleksan pada reaksi redoks. Reaksi ini dapat mengakibatkan terjadi pengendapan dan atau sedimentasi logam Cr di dasar perairan..

b. Faktor – Faktor Tingginya Krom

Faktor pengaruh alam dan aktivitas manusia mempengaruhi kondisi kualitas suatu perairan dalam pencemaran logam – logam berat seperti logam kromium. Faktor faktor pengganggu tingginya chrom sebagai berikut :

a. pH

pH disebut juga derajat keasaman yang merupakan pengukuran konsentrasi ion hydrogen dalam larutan. pH suatu perairan mencirikan keseimbangan antara asam dan basa dalam air (Saeni, 1989). Kelarutan logam dalam air dipengaruhi oleh pH air. Kenaikan pH menurunkan kelarutan logam dalam air dan mengubah kestabilan dari bentuk karbonat menjadi hidroksida dan membentuk ikatan dengan partikel pada badan air, sehingga akan mengendap membentuk lumpur (Palar, 2008).

b. Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor yang penting dalam mengatur proses kehidupan dan penyebaran organisme khususnya di lingkungan perairan. Kenaikan suhu air akan menyebabkan jumlah oksigen terlarut di dalam air menurun, kecepatan reaksi kimia meningkat dan kehidupan makhluk hidup di air menjadi terganggu. Peningkatan suhu menyebabkan penurunan kelarutan gas dalam air, misalnya gas O₂, CO₂, N₂, CH₄ dan sebagainya. Peningkatan suhu biasanya disertai dengan penurunan kadar oksigen terlarut sehingga keberadaan oksigen seringkali tidak memenuhi kebutuhan oksigen bagi organisme aquatik untuk melakukan proses metabolisme dan respirasi. Peningkatan suhu

juga akan meningkatkan toksisitas dari logam berat yang mencemari suatu perairan terhadap biota laut (Effendi, 2003). Peningkatan suhu sebesar 1 0C akan meningkatkan konsumsi oksigen sekitar 10 % (Brown, 1987).

c. Oksigen Terlarut (DO / Dissolved Oksigen).

Parameter yang penting dalam menentukan kualitas air adalah pengujian Oksigen Terlarut atau DO. Hal ini disebabkan keberadaan oksigen sangat vital dalam perairan alami. Dalam air, oksigen dikonsumsi secara cepat oleh bahan organik (CH₂O) (Achmad, 2004). Kelarutan oksigen dalam air dapat dipengaruhi oleh suhu, tekanan parsial gas – gas yang ada di udara maupun yang ada di air salinitas serta persenyawaan unsur – unsur yang mudah teroksidasi di dalam air. Kelarutan tersebut akan menurun apabila suhu dan salinitas meningkat. Oksigen terlarut dalam suatu perairan juga akan menurun akibat pembusukan pembusukan dan respirasi dari hewan dan tumbuhan yang kemudian diikuti dengan meningkatnya CO₂ bebas serta menurunnya pH. (Nybakken, 1988)

d. Salinitas

Nybakke (1988) menyatakan salinitas sebagai konsentrasi total dari semua ion yang terlarut didalam air. Seluruh ion yang terlarut dalam air memberikan sifat osmotik pada air, dimana semakin besar konsentrasi ion di dalam air maka semakin tinggi tingkat salinitas dan kepekatan osmolar larutan sehingga tekanan osmotik media semakin membesar. Tingkat salinitas yang terlalu tinggi atau rendah dan fluktuasinya yang lebar, dapat menyebabkan kematian pada organisme hidup. (Anggoro,S., 1992).

c. Dampak Pencemaran Krom

1. Dampak terhadap Lingkungan

Kromium yang berada di perairan dapat menyebabkan penurunan kualitas air serta membahayakan lingkungan dan

organisme akuatik. Pada hewan air kromium dapat menyebabkan masalah pernapasan, kemampuan rendah untuk melawan penyakit, cacat lahir, infertilitas dan pembentukan tumor. Kromium juga dapat menumpuk dalam tubuh dan bersifat kronis yang akhirnya mengakibatkan kematian organisme akuatik (Darmono, 2010). Ikan mampu mengakumulasi logam berat dengan konsentrasi tinggi, sehingga berbahaya bagi manusia apabila mengkonsumsi ikan yang tercemar logam berat terutama kromium. Pembuangan produk logam di permukaan air juga dapat merusak insang ikan yang berenang di dekat titik pembuangan (Darmono, 2010).

Logam berat dapat mempengaruhi ketersediaan hara tanaman juga dapat mengkontaminasi hasil tanaman. Jika logam berat seperti kromium memasuki lingkungan tanah, kemudian akan terserap oleh tanaman melalui akar dan selanjutnya akan berdistribusi ke bagian tanaman lainnya. Kontaminasi oleh kromium menjadi perhatian serius karena dapat mencemari tanah maupun air tanah serta dapat menyebar ke daerah sekitarnya melalui air dan terakumulasi oleh tumbuhan. Upaya pemulihan perlu dilakukan agar tanah dan air yang tercemar dapat digunakan kembali dengan aman (Darmono, 2010).

2. Dampak terhadap Kesehatan

Studi epidemiologi yang dilakukan oleh Baetjer (1984) menunjukkan bahwa senyawa Cr sangat reponsif terhadap neoplasia saluran pernafasan. Senyawa ini juga dapat menyebabkan kanker lokal pada organ tubuh.

Senyawa Cr dapat menyebabkan terjadinya mutagen yang pada akhirnya berpengaruh langsung pada asam deoksiribo nukleat (DNA) sehingga sel makhluk hidup akan berubah (Burrows, 2000). Logam Cr yang masuk ke dalam tubuh akan ikut dalam proses fisiologis atau metabolisme tubuh. Logam Cr akan berinteraksi dengan bermacam-macam unsur biologis yang terdapat dalam

tubuh. Interaksi yang terjadi antara Cr dengan unsur-unsur biologis tubuh, dapat menyebabkan terganggunya fungsi-fungsi tertentu yang bekerja dalam proses metabolisme tubuh. Senyawa-senyawa yang mempunyai berat molekul rendah, seperti yang terdapat dalam sel darah rendah dapat melarutkan Cr dan seterusnya ikut terbawa ke seluruh tubuh bersama peredaran darah (Palar, 2004).

Menurut Widowati dkk (2008) kromium dapat menyebabkan gangguan pada kesehatan manusia baik secara akut maupun secara kronis. Paparan dengan konsentrasi yang lebih tinggi melalui pernafasan (pada manusia) dapat menyebabkan gangguan pada hati, ginjal, saluran pencernaan dan sistem kekebalan tubuh. Pada manusia kromium dapat mengakibatkan gangguan pada sistem reproduksi, gangguan hamil dan cacat pada bayi.

e. Metode Penurunan Crom

Pengelolaan limbah cair untuk menurunkan kadar krom antara lain: (Martini, Yuliwati, Kharismadewi, 2020)

1) Adsorpsi

Proses penurunan krom dengan metode adsorpsi adalah metode dengan proses pemisahan bahan dari campuran gas atau cair, bahan yang harus dipisahkan ditarik oleh permukaan sorben padat dan diikat oleh gaya-gaya yang bekerja pada permukaan tersebut. Berkat selektivitasnya yang tinggi, proses adsorpsi sangat sesuai untuk memisahkan logam berat dengan konsentrasi yang kecil dari campuran yang mengandung bahan lain yang berkonsentrasi tinggi. Kecepatan adsorpsi tidak hanya tergantung pada perbedaan konsentrasi dan pada luas permukaan adsorben, melainkan juga pada suhu, tekanan (untuk gas), ukuran partikel dan porositas adsorben. Juga tergantung pada ukuran molekul bahan yang akan diadsorpsi dan pada viskositas campuran yang akan dipisahkan (cairan, gas).

2) Oksidasi

Proses oksidasi lanjutan yang lebih dikenal dengan istilah advanced oxidation processes (AOPs) merupakan salah satu metode efektif yang melibatkan penggunaan berbagai bahan kimia yang dapat merubah kandungan senyawa organik dan non-organik berbahaya dalam air menjadi komponen yang ramah lingkungan seperti CO₂ dan H₂O. Proses oksidasi ini mampu menurunkan nilai Krom dari air limbah. Proses yang termasuk AOPs antara lain fotokatalisis menggunakan media semikonduktor logam oksida, oksidasi menggunakan metode Fenton, UV-Fenton serta ozonisasi (Andreozzi et al., 1999). AOP diciptakan dari penyempurnaan reaksi fenton yang ditambahkan dengan adanya injeksi Ozone sehingga menambahkan memperbanyak hidroksil bebas yang akhirnya mampu untuk mengoksidasikan zat-zat kimia dan logam berat dalam air. Kelebihan Proses AOP ini adalah kecepatan reaksinya yang sangat cepat. Kelebihan lainnya juga terletak pada area yang digunakan untuk sistem ini sangat kecil dibandingkan dengan sistem yang lainnya. Ditambah lagi, proses ini tidak memerlukan banyak bahan kimia untuk ditambahkan di air limbah. Sehingga saat ini proses AOP mendapatkan banyak perhatian dari para ahli diseluruh dunia.

3) Fitoremediasi

Proses penurunan Krom dengan metode menggunakan tanaman. Adapun syarat agar tanaman tergolong kedalam tanaman fitoremediasi adalah mampu tumbuh dengan cepat pada kondisi lingkungan yang toksik, mampu mengkonsumsi air pada jumlah yang banyak diwaktu yang singkat, mampu mendekontaminasi atau meremediasi lebih dari satu polutan dan memiliki tingkat resistensi yang tinggi terhadap polutan.. Proses ini dilakukan melalui cara utama, yakni anaerob. Pada Proses Anaerob, tanaman bekerja pada ruangan dengan

kandungan Oksigen yang minim. dimana tanaman bekerja dengan memecah senyawa anorganik dari air limbah dengan tiga tahapan salah satunya adalah dengan mengambil oksigen dari senyawa organik.

Pada mekanisme fitoremediasi lainnya, menyebutkan bahwa zat tercemar yang terserap oleh tanaman fitoremediasi akan dirombak oleh tanaman tersebut dan menghasilkan zat lain yang tidak berbahaya. Hasil rombakan tersebut akan tertranspirasi kemudian menguap ke atmosfer. terdapat beberapa persyaratan khusus agar suatu tanaman kedalam tanaman fitoremediasi.

4) Elektrokoagulasi

Proses penurunan Krom dengan metode menggunakan proses kimia yang mengubah energi listrik menjadi energi kimia. Pada proses elektrokoagulasi proses pemisahan dengan menggunakan bantuan arus listrik. Komponen yang terpenting dari proses elektrolisis ini adalah elektroda dan elektrolit.. Apabila dalam satu larutan elektrolit ditempatkan dua elektroda kemudian elektroda tersebut dialiri oleh arus listrik searah maka akan terjadi suatu proses elektrokimia yang berupa gejala dekomposisi elektrolit, yaitu ion positif (kation) bergerak ke katoda dan menerima elektron yang direduksi dan ion negatif (anion) bergerak ke anoda dan menyerahkan elektron yang dioksidasi. Sehingga nantinya akan membentuk flok yang mampu mengikat kontaminan dan partikel-partikel dalam limbah.

5. Elektrokoagulasi

a. Pengertian

Elektrokoagulasi adalah proses pengolahan air dimana terjadi proses penggumpalan dan pengendapan partikel-partikel halus yang terdapat dalam air dengan menggunakan energi listrik. Arus listrik

diterapkan di elektroda untuk menghilangkan berbagai kontaminan air. Reaktor elektrokoagulasi adalah sel elektrokimia dimana anoda (biasanya menggunakan aluminium atau besi) digunakan sebagai agen koagulan. Secara simultan, gas-gas elektrolit dihasilkan (hidrogen pada katoda). (Retno, dkk 2008).

Elektrokoagulasi merupakan metode pengolahan air secara elektrokimia dimana pada anoda terjadi pelepasan koagulan aktif berupa ion logam (biasanya aluminium atau besi) ke dalam larutan, sedangkan pada katoda terjadi reaksi elektrolisis berupa pelepasan gas hidrogen (Holt, 2012). Menurut Mollah, (2004), elektrokoagulasi adalah proses kompleks yang melibatkan fenomena kimia dan fisika dengan menggunakan elektroda untuk menghasilkan ion yang digunakan untuk mengolah air limbah. Proses elektrokoagulasi dilakukan pada bejana elektrolisis yang di dalamnya terdapat dua buah penghantar arus listrik searah yang kita kenal sebagai elektroda. Adapun bagian dari elektroda yang tercelup ke dalam larutan limbah akan dijadikan sebagai elektrolit. Apabila dalam satu larutan elektrolit ditempatkan dua elektroda kemudian elektroda tersebut dialiri oleh arus listrik searah maka akan terjadi suatu proses elektrokimia yang berupa gejala dekomposisi elektrolit, yaitu ion positif (kation) bergerak ke katoda dan menerima elektron yang direduksi dan ion negatif (anion) bergerak ke anoda dan menyerahkan elektron yang dioksidasi. Sehingga nantinya akan membentuk flok yang mampu mengikat kontaminan dan partikel-partikel dalam limbah.

Aliran listrik menggerakkan berbagai respons sintetik bergantung pada jenis dan sifat anoda dan media pengaturannya. Dalam interaksi elektrokimia, Al^{3+} akan dilepaskan dari pelat katoda (anoda) membentuk flok $Al(OH)_3$ yang dapat mengikat zat dan partikel asing dalam limbah. Akibatnya, jenis kotoran akan dipercepat dan dapat dengan mudah dihilangkan dengan pembagian. Siklus pernyataan terjadi serupa dengan interaksi koagulasi, dengan koagulan dibentuk dari terminal responsif, yang dipicu oleh aliran listrik langsung.

Strategi elektrokoagulasi telah digunakan secara umum untuk pengolahan air limbah karena perangkat kerasnya sederhana dan mudah digunakan jika dibandingkan dengan teknik yang berbeda dan tidak memerlukan senyawa sintetis tambahan.

b. Proses Kerja

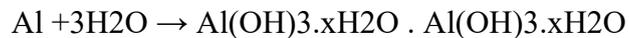
Dalam proses elektrokoagulasi, dua pelat anoda ditempatkan dalam wadah berisi air. Karena kedua pelat tersebut bermuatan langsung oleh impuls, terjadi interaksi elektrokimia, kation bergerak menuju katoda, anion bergerak menuju anoda, dan agregat yang mengikat pengotor dan partikel dari air baku membentuk agen (Kamilul 2008). Pada sel elektrokoagulasi, oksidasi terjadi di anoda dan reduksi terjadi di katoda. Selain katoda, reaksi elektrokoagulasi mengandung air olahan yang berfungsi mengatur elektrolit. Ketika dua terminal dihubungkan ke elektrolit dan arus searah diterapkan maka peristiwa elektrokimia terjadi. Secara khusus partikel positif (kation) pindah ke katoda dan mengambil elektron yang berkurang, partikel negative (anion) pindah ke anoda dan melepaskan elektron yang teroksidasi. Pada anoda akan dihasilkan gas berupa gelembung-gelembung udara dan buih, selanjutnya gas yang terbentuk akan mengikat partikel-partikel koloid yang ada di dalam limbah yang telah terdestabilisasi, sehingga partikel-partikel koloid yang terdestabilisasi terdorong ke permukaan. Flok yang terbentuk ternyata memiliki ukuran yang relatif kecil dan flok yang terbentuk tadi lama kelamaan akan bertambah besar ukurannya lalu mengendap. Dalam siklus elektrokoagulasi logam yang terbuat dari aluminium (Al) digunakan karena logam ini memiliki sifat sebagai koagulan yang sesuai.

Interaksi elektrokoagulasi pada dasarnya didasarkan dalam ukuran sel elektrolitik yang merupakan perangkat yang mengubah energi listrik DC (aliran langsung) dalam memberikan respons elektrolitik. Tiap sel elektrolisis memiliki dua terminal, katoda dan anoda. Kapasitas anoda sebagai koagulan dalam mengukur koagulasi-flokulasi yang terjadi di dalam sel. Sedangkan pada katoda terjadi

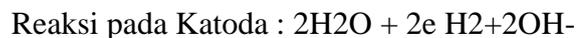
respon katodik dengan membingkai kantong-kantong udara dari gas hidrogen yang berfungsi untuk mengangkat flok-flok tersuspensi yang tidak dapat membuat sel nyaman. Respon yang terjadi pada terminal cell dengan anoda dan katoda yang digunakan pada aluminium adalah:



Proses anodik menyebabkan logam aluminium larut menjadi molekul ion Al^{+3} . Ion yang terbentuk ini, didalam larutan akan mengalami reaksi hidrolisis, menghasilkan padatan $\text{Al(OH)}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ yang tidak dapat larut lagi. Reaksinya:

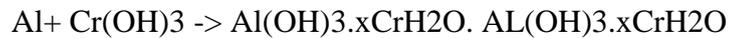


Dibingkai pada pengaturan yang bisa bekerja sebagai koagulan dalam pengukuran koagulasi-flokulasi yang terdapat di siklus berikutnya dalam sel elektrokoagulasi. Sesudah pengukuran koagulasi-flokulasi terselesaikan, polutan dalam air limbah dapat didorong tanpa bantuan orang lain.



Reaksi sel adalah efek lanjutan dari respon siklus anodik dan katodik yang terjadi pada saat yang sama, laju mol yang sama adalah sesuatu yang sangat mirip di setiap terminal. Hasil reaksi sel yang terjadi sangat bervariasi. Dapat berupa bahan-bahan yang terlarut dan ion-ion terlarut seperti Al^{3+} dan OH^- atau berupa bahan padatan yang tidak dapat larut seperti Al_2O_3 , Al(OH)_3 , dan pembentukan H_2 . Berlangsungnya proses reaksi elektrodik mengakibatkan terjadinya perubahan komposisi elektrolit terutama kenaikan pH karena adanya pelepasan OH^- dan gas H_2 pada reaksi katodik. Besar atau kecilnya pengaruh-pengaruh tersebut tergantung pada rapat arus katoda dan jumlah Al^{3+} yang terhidrolisis. Adanya kenaikan pH karena reaksi katodik pada permukaan katoda akan mengakibatkan logam aluminium terlapisi oleh suatu lapisan hidroksida yang mengendap.

Pada proses elektrokoagulasi limbah cair batik yang mengandung ion kromium yang terjadi pada terminal cell dengan anoda dan katoda yang digunakan pada aluminium adalah :



Dari reaksi tersebut, pada anoda akan dihasilkan gas H₂, gas yang dihasilkan dari pemecahan unsur yang terkandung didalam larutan kromium yang terbentuk mengikat partikel-partikel koloid didalam limbah yang telah terdestabilisasi sehingga menghasilkan buih dan flok logam hidroksida. Selanjutnya flok yang terbentuk akan menjebak secara elektroionik terhadap logam. Ketika medan magnet diantara plat elektroda masih cukup besar, sistem ionik dari polutan limbah cenderung akan berkompeten membentuk suatu flok-flok dengan ukuran yang jauh lebih besar sehingga proses oksidasi pada plat anoda juga semakin besar . Reaksi pada katoda, dua molekul air bereaksi dengan menangkap dua elektron, tereduksi menjadi gas H₂ dan ion hidroksida (OH⁻).

b. Faktor-faktor yang mempengaruhi elektrokoagulasi

Menurut Putero, S. H, dkk (2008) proses elektrokoagulasi mempunyai faktor pengaruh, diantaranya:

1) Kerapatan arus listrik

Ekspansi dalam ketebalan arus akan mempercepat partikel bermuatan untuk membingkai flok. Ukuran aliran listrik secara langsung mengalir sesuai dengan materi yang dibuat selama interaksi.

2) Waktu

Sesuai hukum Faraday, ukuran aliran muatan selama siklus elektrolisis relatif terhadap ukuran waktu kontak yang digunakan. Lama kontak dengan terminal merupakan faktor yang sangat persuasif dalam interaksi elektrokoagulasi, semakin lama waktu kontak untuk koneksi partikel logam ke katoda, semakin banyak kromium yang bisa dikurangi, dan cenderung beralasan bahwa

waktu diperlukan untuk tahap penanganan sangat penting agar tujuan persiapan tercapai secara ideal. (Carmona, 2006).

3) Tegangan

Karena aliran listrik yang menciptakan perubahan zat bergerak melalui medium (logam atau uelektrolit) karena kemungkinan kontras, dengan alasan bahwa oposisi listrik dalam medium lebih menonjol daripada logam, yang harus dipertimbangkan batas medium logam.

4) Kadar keasaman(pH)

Karena dalam siklus elektrokoagulasi ada elektrolisis air yang menghasilkan gas hidrogen dan partikel hidroksida, jika waktu kontak yang digunakan lama, maka pengembangan gas hidrogen dan partikel hidroksida akan semakin cepat, jika lebih banyak partikel hidroksida dibuat, pH dalam pengaturan akan meningkat. PH pengaturan juga mempengaruhi keadaan spesies dalam pengaturan dan solvabilitas item yang dibingkai. PH pengaturan mempengaruhi kemahiran umum dan kecukupan elektrokoagulasi. PH pengaturan dapat diubah secara efektif. PH ideal untuk membangun kecukupan siklus elektrokoagulasi yang terkandung dalam pengaturan berubah dari 6,5 menjadi 7,5.

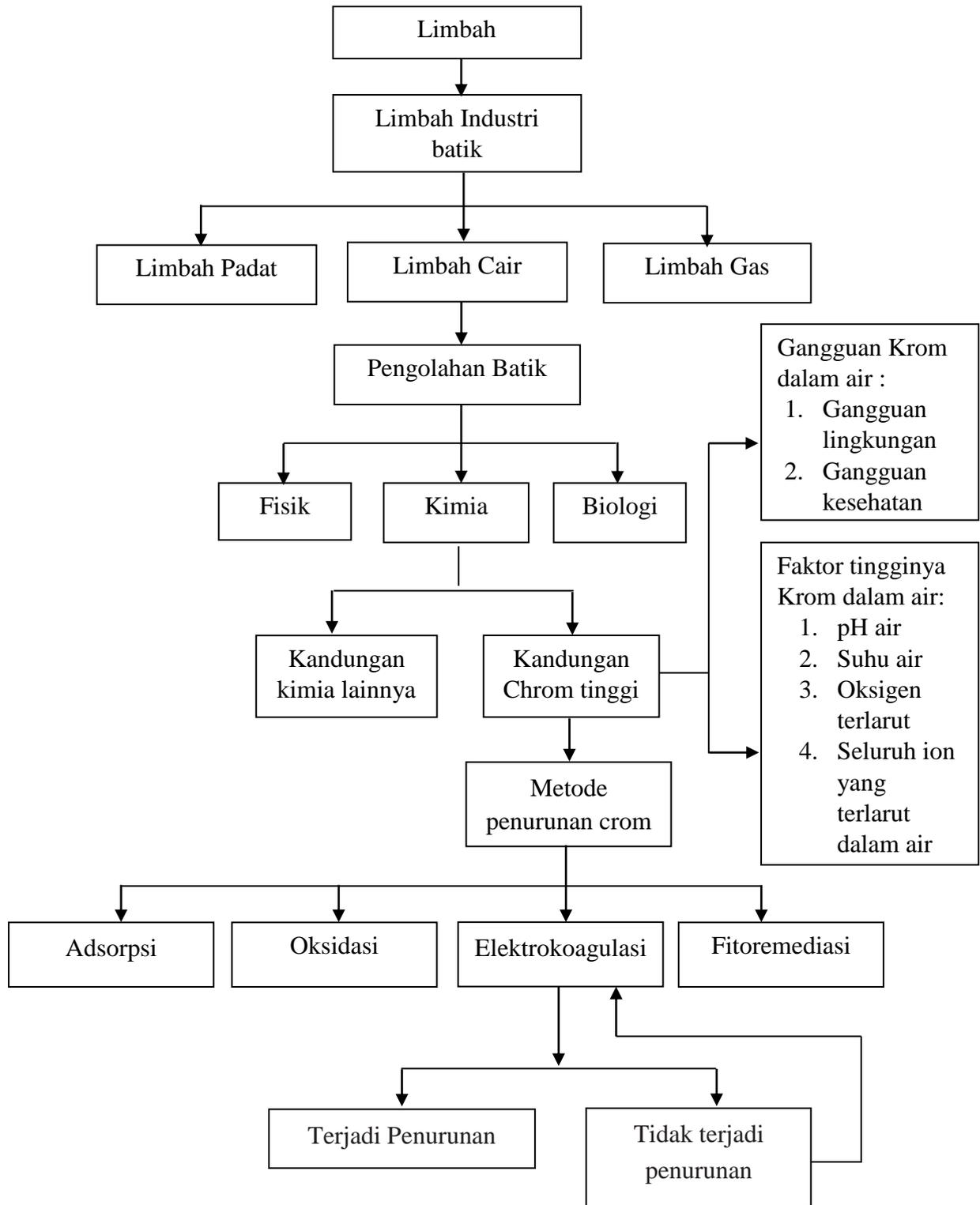
5) Ketebalan plat

Semakin tebal pelat katoda yang digunakan, semakin menonjol daya tarik elektrostatisnya dalam menurunkan dan mengoksidasi partikel logam dalam susunannya.

6) Jarak antar elektroda

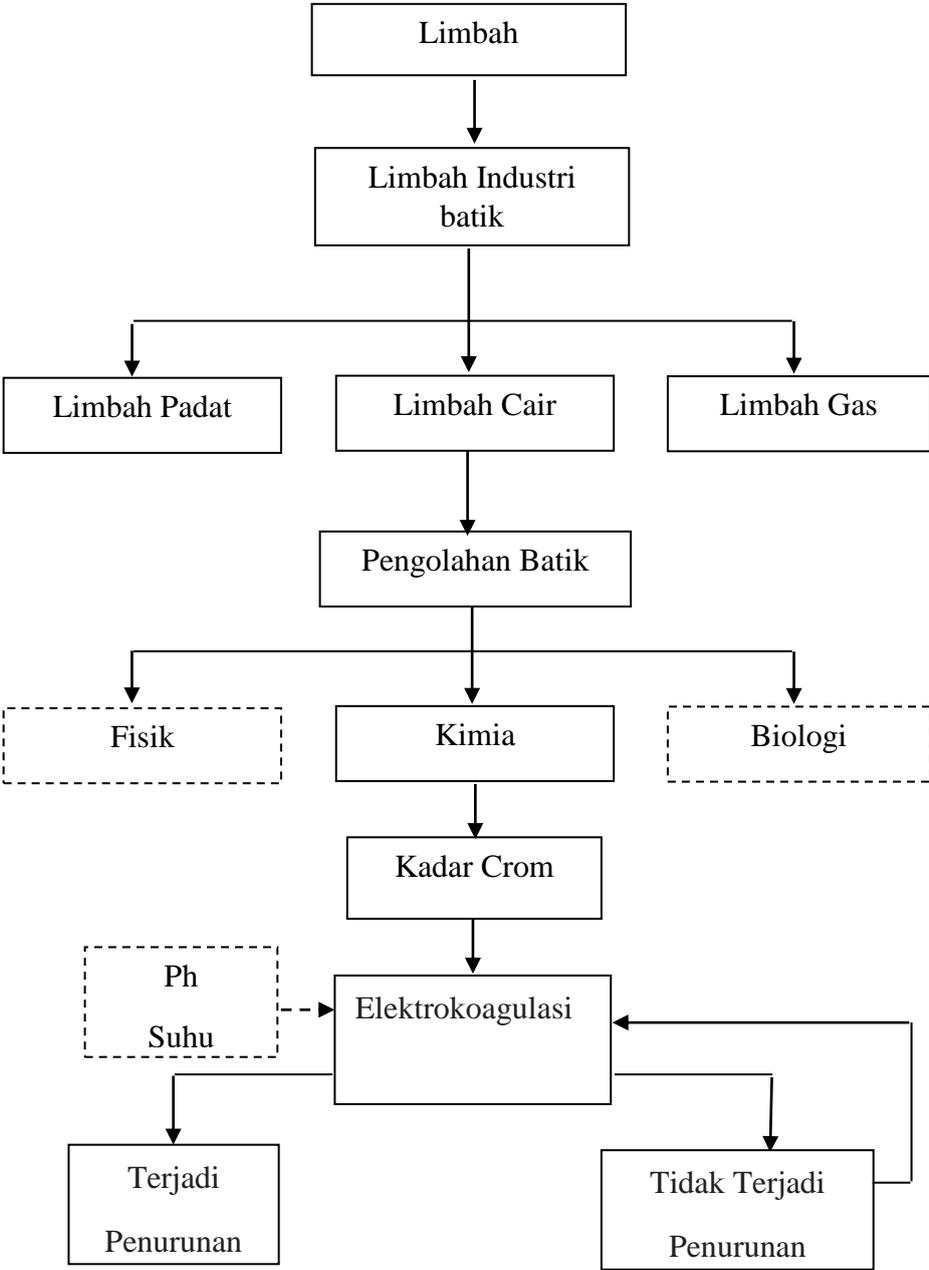
Panjang jarak antar elektroda mempengaruhi panjang oposisi elektrolit, semakin menonjol jarak semakin diperhatikan hambatannya, sehingga semakin kecil arus yang mengalir.

C. Kerangka Teori



Gambar II. 1 Bagan Kerangka Teori

D. Kerangka Konsep



Gambar II. 1 Kerangka Teori

Keterangan :

: Diteliti

: Tidak Diteliti