

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Industri Batik

Industri batik di Indonesia umumnya merupakan usaha kecil menengah (UKM) yang menjadi mata pencaharian sebagian masyarakat. Industri batik di Indonesia tersebar di beberapa daerah di pulau Jawa yang kemudian menjadi nama dari jenis-jenis batik tersebut seperti batik Pekalongan, batik Surakarta, batik Yogya, batik Lasem, batik Cirebon, batik Sragen. Setiap batik dari daerah tersebut memiliki ciri motif yang spesifik. Jenis batik yang diproduksi ada tiga yaitu batik tulis, batik cap dan batik printing. Perkembangan Industri batik di Indonesia sangat terkait dengan perkembangan batik yang dimulai sejak beratus-ratus tahun yang lalu. (Nurainun, Heriyana, dan Rasyimah, 2008).

Pada tahun 2009, Departemen Perindustrian memperkirakan ada 48.287 UKM batik di Indonesia yang memperkerjakan sekitar 792.285 tenaga kerja. Suksesnya industri batik di Indonesia masih banyak meninggalkan persoalan khususnya di lingkungan sendiri, sebagian besar UKM batik di Indonesia menggunakan pewarna kimia secara berlebihan sehingga menimbulkan pencemaran air tanah yang ada di lingkungan sekitar yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan masyarakat (Ndana Shabrina Nurmalita, 2018).

B. Limbah Batik

Industri batik merupakan industri yang berpotensi mengandung logam berat yang merupakan limbah berbahaya sehingga dapat menyebabkan rusaknya lingkungan. keberadaan limbah batik dapat diketahui berupa pencemaran fisik, seperti bau yang menyengat, dan kontaminan akan membuat air tercemar. Hal ini dikarenakan penggunaan bahan kimia dan zat warna dalam proses produksi pembuatan batik. (Wardhana, 2004)

Limbah cair batik berasal dari proses pematikan, dimulai dari persiapan, pemolaan, pemalaman, perwarnaan celup, pelorodan (penghilang lilin batik) dan pekerjaan akhir (finishing) (Apriyani, 2018). Menurut (Supenah, Widiastuti dan Priyono, 2015) pengrajin batik umumnya menggunakan pewarna sintetis dalam proses perwarnaan karena mudah didapat dan juga menghasilkan warna yang lebih cerah. Pewarna sintetis merupakan bahan kimia yang mengandung logam berat sehingga limbah cair yang dihasilkan juga mengandung logam berat di antaranya kromium (Cr).



Gambar 1
Limbah cair industri Batik

C. Karakteristik Limbah Cair Batik

Limbah cair merupakan gabungan atau campuran air dan bahan pencemar yang terbawa oleh air baik dalam keadaan terlarut maupun suspensi yang terbuang dari sumber domestik (perkantoran, perumahan, dan perdagangan), sumber industri (Apriyani, 2018). Pada industri batik menghasilkan limbah berupa limbah cair, padat dan gas.

Keseluruhan proses produksi batik diindikasikan menggunakan bahan kimia mengandung logam berat, sehingga limbah yang dihasilkan juga masih mengandung logam berat. Pada umumnya, air limbah batik memiliki kadar organik tinggi dan bersifat basa. Zat warna dalam air limbah batik umumnya sukar terdegradasi karena sifatnya yang mampu menahan kerusakan oksidatif dari cahaya matahari (Manurung, 2004)

Karakteristik air limbah batik menurut meliputi tiga hal, yaitu:

1. Karakteristik fisik

Karakteristik fisik meliputi warna, bau, suhu, dan padatan. Warna disebabkan adanya partikel terlarut dissolved, tersuspensi suspended, dan senyawa koloidal. Suhu dapat mempengaruhi kadar Dissolved Oxygen (DO) dalam air. Kenaikan suhu sebesar 10°C dapat menyebabkan penurunan kadar oksigen sebesar 10%. Padatan yang terdapat di dalam air limbah dapat diklasifikasikan menjadi floating, settleable, suspended atau dissolved, berbau menyengat, dan kontaminan akan membuat air menjadi keruh. Adanya indikator-indikator tersebut cukup menunjukkan bahwa tingkat pencemaran yang terjadi cukup tinggi (Wardhana, 2004).

2. Karakteristik kimia

Karakteristik kimia meliputi pH, Chemical Oxygen Demand (COD), dan Dissolved Oxygen (DO). COD merupakan banyaknya oksigen yang diperlukan untuk menguraikan bahan organik secara kimiawi. Nilai COD yang semakin tinggi menunjukkan bahwa semakin buruk kualitas air tersebut. DO merupakan ukuran banyaknya kandungan oksigen yang terlarut dalam air. Oksigen terlarut ini merupakan hal yang paling penting untuk kelangsungan hidup biota air. Kematian biota air karena menurunnya kandungan oksigen dalam air dapat merupakan salah satu indikator tercemarnya air.

3. Karakteristik biologi

Hampir semua air limbah mengandung mikroorganisme dalam berbagai jenis dengan konsentrasi 10⁵ sampai 10⁸ organisme/mL. Bakteri juga berperan penting untuk mengevaluasi kualitas air (Purwaningsih, 2008)

D. Kromium (Cr)

Kromium merupakan salah satu elemen esensial yang tersebar luas di alam dan banyak dimanfaatkan dalam kehidupan manusia. Kromium menempati posisi ke empat dari dua puluh sembilan elemen biologi yang penting dan berada pada posisi ke tujuh belas elemen non-gas. Kromium banyak ditemukan di hampir semua makhluk hidup baik pada manusia, hewan, dan tumbuhan, selain itu kromium juga ditemukan di udara, air dan tanah. Logam kromium memiliki banyak manfaat diantaranya dapat digunakan sebagai bahan pelapis (*Plating*) peralatan rumah tangga dan pelapis mobil. Logam kromium dapat dibentuk menjadi senyawa khromat dan dikhromat yang sering digunakan oleh bidang litografi, tekstil, penyamakan, pencelupan, fotografi, zat warna dan masih banyak manfaat lainnya. Selain dampak positif dari kromium yang digunakan dalam kehidupan manusia, kromium juga memiliki dampak negatif apabila kromium digunakan secara berlebihan, kromium akan mengakibatkan keracunan akut. Dampak lain yang ditimbulkan seperti kanker paru-paru, gagal ginjal, anemia, alergi kulit, asma dan kanker perut. Penggunaan kromium yang berlebihan dalam kehidupan sehari-hari akan menjadi bahan pencemar bagi lingkungan. (Hidayah, 2015)

Kromium merupakan logam transisi yang penting, senyawanya berupa senyawa kompleks yang memiliki berbagai warna yang menarik, berkilau, titik lebur pada suhu yang tinggi serta tahan terhadap perubahan cuaca. Pelapisan logam dengan kromium menghasilkan paduan logam yang indah, keras, dan melindungi logam lain dari korosi. Sifat-sifat kromium inilah yang menyebabkan logam ini banyak digunakan dalam

industri electroplating, penyamakan kulit, cat tekstil, fotografi, pigmen (zat warna), besi baja, dan industri kimia. Di lain pihak logam kromium ini juga dapat menimbulkan kerugian bagi lingkungan tanah, udara, dan terutama lingkungan air yang sangat vital bagi kehidupan manusia apabila tidak dikendalikan dengan baik. Senyawa krom pada sumber-sumber air alam ataupun air limbah industri dapat berada dalam bentuk kromium (III) dan kromium (VI) yang mempunyai sifat berbeda. Kromium (III) esensial bagi mamalia untuk metabolisme gula, protein, dan lemak. Senyawanya lebih stabil di air serta sifat racunnya tidak terlalu besar. Berbeda dengan kromium (VI) karena bersifat sangat oksidatif. Batas maksimum kromium (VI) yang diperbolehkan dalam air sehat 0,05 mg/L sedangkan dalam air limbah 0,1 mg/L (Hariani dan Hidayati, 2009).

E. Absorpsi

Absorpsi adalah suatu peristiwa dimana molekul-molekul cairan atau gas tertarik kepada suatu medium dan terlarut dalam medium itu oleh daya-daya secara fisik. Absorpsi merupakan proses terjebakannya partikel atau adsorbent oleh bahan yang berpori/ adsorbent (Nurhidayati, 2009) Partikel-partikel pengotor masuk ke dalam rongga melalui pori-pori, sebagian terjebak di dalamnya. Terjebakannya partikel pada *adsorbent* terjadi karena adanya gaya fisik dan gaya kimia. Gaya fisik terjadi pada absorpsi fisik, misalnya karena adanya gaya coulomb, yaitu gaya yang terjadi akibat interaksi partikel-partikel bermuatan. Gaya kimia, gaya yang mempengaruhi berupa ikatan kimianya. Proses absorpsi hanya bisa terjadi ketika bahan adsorbent mempunyai rongga. Apabila tidak terdapat rongga pada adsorben maka proses absorpsi tidak akan terjadi. Semakin besar pori atau rongga pada adsorben maka daya serap pada partikelnya akan semakin besar (Yulia Robiatun K, 2014)

F. Gerabah

Gerabah merupakan alat yang menunjang kehidupan sehari-hari yang terbuat dari tanah liat dengan proses pembuatannya dengan dibakar dengan suhu tinggi. Istilah 'gerabah' juga dikenal dengan keramik tradisional merupakan hasil kerajinan masyarakat pedesaan. Awalnya tujuan pembuatan gerabah untuk peralatan rumah tangga, kemudian dikembangkan gerabah juga digunakan untuk bahan bangunan. Seiring berkembangnya IPTEK, gerabah kini sudah mulai dipakai sebagai untuk menjernihkan air (Hasnani, 2013).

Gerabah yang digunakan untuk menjernihkan air merupakan gerabah yang memiliki kemampuan menyerap air, terdiri dari golongan gerabah yang lunak (baik putih maupun merah). Barang – barang yang menyerap air dari golongan gerabah lunak, terdiri dari bahan kaolin, tanah liat, dan kwarsa (Hasnani, 2013 dalam (Dika Dian Rahmawati, 2021). Selain itu penggunaan pecahan gerabah juga dapat menahan laju filtrasi sehingga air mengalir lebih lambat dan waktu kontak air ke media filter lebih lama. Genteng dapat digunakan sebagai media filter karena sifatnya yang kasar dan mudah didapat (Putu Ayu Devi Ratriningrum, Ni Made Marwati dan I Made Patra, 2018).

Menurut (Razak, 1981) gerabah dapat dibagi menjadi dua golongan besar yaitu:

1. Dapat Menghisap Air

Terdiri dari golongan gerabah bersifat lunak (baik putih maupun merah) dan barang-barang untuk bahan bangunan. Golongan pada jenis ini terdiri dari bahan kaolin, tanah liat dan kwarsa dengan suhu pembakaran antara 900 °C – 1200 °C.

2. Tidak Dapat Menghisap Air

Umumnya terdiri dari golongan porselen dan golongan gerabah keras dengan bahan baku dari tanah putih (kaolin) dicampur dengan kwarsa, batu kapur (lime stone) dan fespat kemudian dibakar sampai suhu 1400 °C.



Gambar 2.
Pecahan Limbah Gerabah

G. Zeolit

Zeolit adalah kristal alumina silica yang berstruktur tiga dimensi, serta terbentuk dari tetrahedral alumina dan silica dengan rongga – rongga di dalam yang berisi ion – ion logam, biasanya berupa alkali atau alkali tanah dan molekul air yang dapat bergerak bebas. Zeolit berfungsi sebagai adsorben dan penyaring molekul, serta sebagai ion exchange (penukar ion) dalam pengolahan air (Kusnaedi, 2010). Zeolit merupakan sekelompok mineral yang terdiri dari oksida rangkap Al_2O_3 , SiO_2 , Fe_2O_3 , CaO dan MgO . Mineral ini banyak terdapat di dalam batuan sedimen, terutama kristal dari kelompok aluminium dan silikat.

Zeolit merupakan mineral yang istimewa karena struktur kristalnya mudah diatur, sehingga dapat dimodifikasikan sesuai dengan keperluan pemakai dan dapat digunakan untuk tujuan tertentu. Karena keistimewaannya itu zeolit dapat digunakan dalam

berbagai kegiatan yang luas, seperti penukar ion, adsorben, dan katalisator. (Fitriyana dan Sulardjaka, 2012)

Zeolit mempunyai kegunaan yang luas dalam bidang agrikultura, hortikultura, rumah tangga, industri. Pengolahan air limbah, zeolit digunakan sebagai adsorben, pegemban katalis dan penghilang logam berat. Dibidang tekstil zeolit sering digunakan sebagai media dalam metode adsorpsi, karena penggunaan adsorben relatif sederhana dan mudah diregenerasi. (Atikah, 2017)



Gambar 3
Zeolit

H. Arang Aktif

Arang merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. Ketika pemanasan berlangsung, diusahakan agar tidak terjadi kebocoran udara didalam ruangan pemanasan sehingga bahan yang mengandung karbon tersebut hanya terkarbonisasi dan tidak teroksidasi. (Wijayanti, 2009)

Arang aktif atau karbon aktif adalah suatu jenis karbon yang diaktifkan dengan tujuan untuk memperbesar luas permukaannya dan meningkatkan kemampuan menyerap

karbon aktif tersebut. Daya serap ditentukan oleh luas permukaan partikel dan kemampuan ini dapat menjadi lebih tinggi jika terhadap arang tersebut dilakukan aktivasi dengan aktif faktor bahan-bahan kimia ataupun dengan pemanasan pada temperatur tinggi (Hiroyuki, Hayati dan Atmoko, 2011). Sifat arang aktif yang paling penting adalah daya serap. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi daya serap adsorpsi.

Arang aktif yang merupakan adsorben adalah suatu padatan berpori, yang sebagian besar terdiri dari unsur karbon bebas dan masing-masing berikatan secara kovalen. Dengan demikian, permukaan arang aktif bersifat non polar. Selain komposisi dan polaritas, struktur pori juga merupakan faktor yang penting diperhatikan. Struktur pori berhubungan dengan luas permukaan, semakin kecil pori-pori arang aktif, mengakibatkan luas permukaan semakin besar. Dengan demikian kecepatan menyerap bertambah. Untuk meningkatkan kecepatan menyerap, dianjurkan agar menggunakan arang aktif yang telah dihaluskan. Jumlah atau dosis arang aktif yang digunakan juga perlu diperhatikan



Gambar 4
Arang aktif

I. Filtrasi

1. Pengertian Filtrasi

Filtrasi adalah suatu proses pemisahan zat padat dari fluida (cair maupun gas) yang membawanya menggunakan suatu medium berpori atau bahan berpori lain untuk menghilangkan sebanyak mungkin zat padat halus yang tersuspensi dan koloid. Filtrasi digunakan untuk menyaring hasil dari proses koagulasi, flokulasi, sedimentasi sehingga dapat pula mereduksi kandungan bakteri, menghilangkan warna, rasa, bau, besi dan mangan. Perencanaan suatu sistem filter untuk pengolahan air tergantung pada tujuan pengolahan (Sugiharto, 2008).

Untuk semua proses filtrasi, umpan mengalir disebabkan adanya tenaga dorong berupa beda tekanan, sebagai contoh adalah akibat gravitasi atau tenaga putar. Secara umum filtrasi dilakukan bila jumlah padatan dalam suspensi relatif lebih kecil dibandingkan zat cairnya (Oxtoby, 2012)

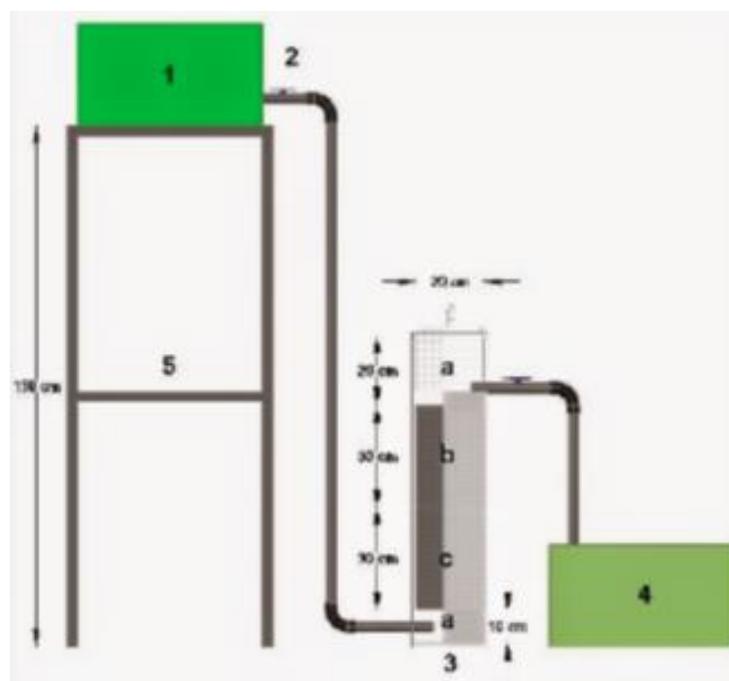
2. Prinsip Filtrasi

Filtrasi dengan aliran vertikal dilakukan dengan membagi limbah ke beberapa *filter-bed* (2 atau 3 unit) secara bergantian. Pembagian limbah secara bergantian tersebut dilakukan dengan pengaturan klep (*dosing*) dan untuk itu perlu dilakukan oleh operator. Karena perlu dilakukan pembagian secara bergantian tersebut, pengoperasian sistem ini rumit hingga tidak praktis. Filtrasi dengan aliran *horizontal* dilakukan dengan mengalirkan limbah melewati media filter secara *horizontal*. Cara ini sederhana dan praktis tidak membutuhkan perawatan, khususnya bila di desain dan dibangun dengan baik. Filtrasi dengan aliran vertikal dan *horizontal* mempunyai prinsip kerja yang berbeda. Filtrasi *horizontal* secara permanen terendam oleh air

limbah dan proses yang terjadi adalah sebagian aerobik dan sebagian anaerobik. Sedangkan pada filtrasi vertikal, proses yang terjadi cenderung anaerobik (Oxtoby, 2012)

J. Sistem Up Flow

Sistem saringan *up flow* merupakan sistem pengolahan limbah cair yang pada dasarnya adalah mengalirkan limbah cair melewati suatu media penyaring, dengan arah aliran dari bawah media pasir menuju keatas media pasir, sehingga hasil penyaringan berada di atas limbah baku. Filtrasi dengan sistem aliran *upflow* dilihat lebih efektif untuk meminimalisir terjadinya kebuntuan pada media karena kekeruhan limbah baku yang tinggi. Selain itu, dengan sistem seperti ini, akan lebih mudah untuk pencucian media, yaitu cukup dengan membuka kran penguras yang akan mengalirkan hasil olahan yang lebih bersih (Said, 2005).



Gambar 5
Sistem *Up Flow*

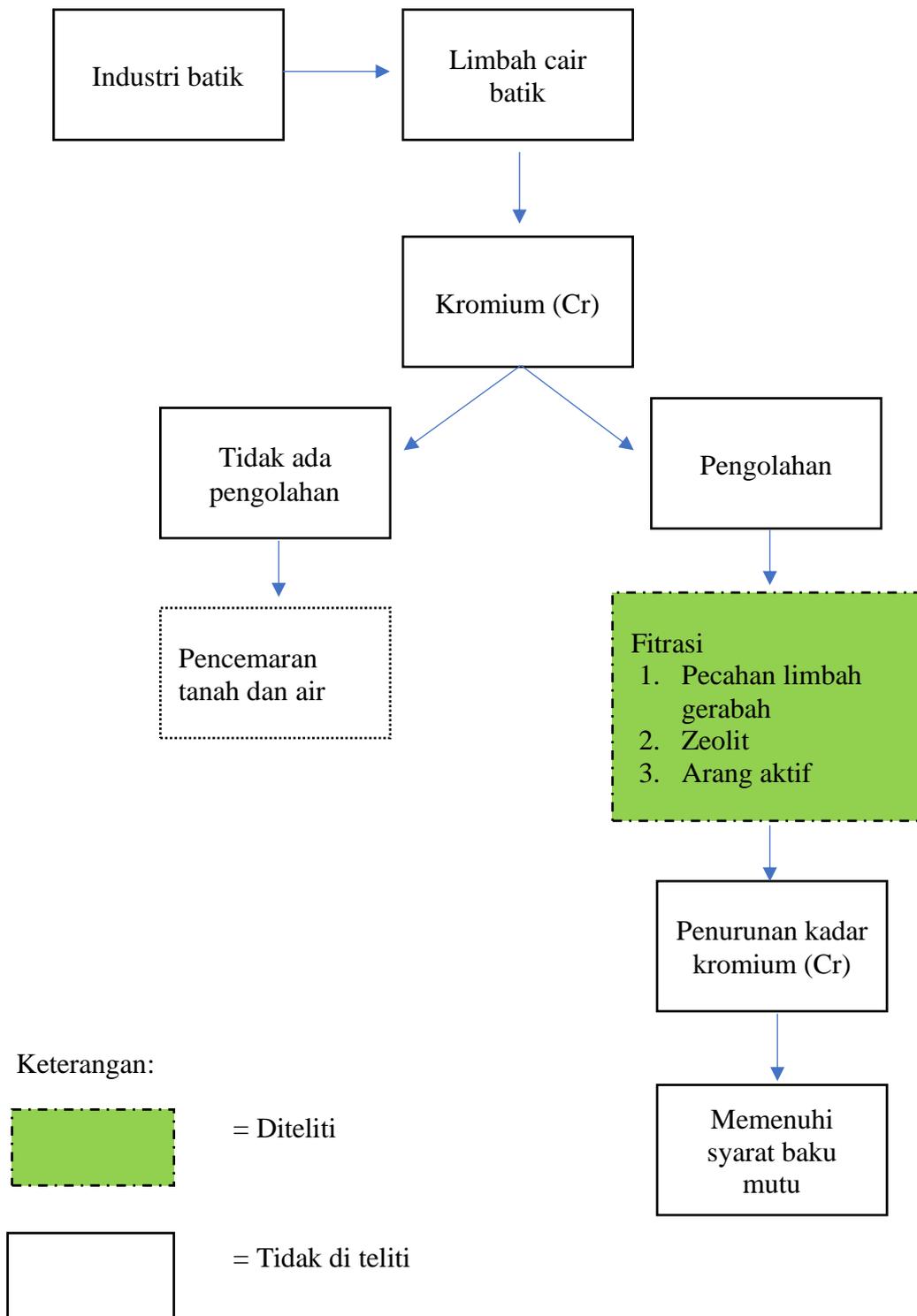
K. Baku Mutu Air Limbah Cair Industri Batik

Menurut PERDA DIY No. 7 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri, Pelayanan Kesehatan dan Jasa Pariwisata. Kegiatan industri memiliki potensi untuk menghasilkan limbah cair dapat mengakibatkan pencemaran lingkup hidup sehingga perlu dilakukan upaya pengendalian. Air batik itu sendiri adalah cara membuat bahan berupa tekstil yang bercorak pewarnaan menggunakan lilin sebagai penutup untuk mengamankan warna dari rembesan warna lain dalam pencelupan.

Tabel 1. PERDA DIY No. 7 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah

Parameter	PROSES BASAH		PROSES KERING	
	Kadar Paling Banyak (mg/L)	Beban Pencemaran Paling Banyak (Kg/Ton)	Kadar Paling Banyak (mg/L)	Beban Pencemaran Paling Banyak (kg/ton)
BOD ₅	85	5,1	85	1,275
COD	250	15	250	3,75
TDS	2.000	120	2.000	30
TSS	60	3,6	80	1,2
Fenol	0,5	0,03	1	0,015
Krom Total (Cr)	1	0,06	2	0,03
Amonia Total (NH ₃ Sebagai N)	3	0,18	3	0,045
Sulfida (sebagai S)	0,3	0,018	0,3	0,0045
Minyak dan Lemak Total	5	0,3	5	0,075
Suhu	± 3 ⁰ C terhadap suhu udara			
pH	6,0 – 9,0			
Debit limbah Paling Banyak (m ³ /Ton produk batik)	60		15	

L. Kerangka Konsep Penelitian



Gambar 6 Kerangka Konsep

M. Hipotesis

1. Ada penurunan kadar kromium (Cr) setelah dilakukan pengolahan menggunakan media pecahan limbah gerabah dengan ketebalan 40 cm, zeolit 15 cm, dan arang aktif 15 cm.
2. Ada penurunan kadar kromium (Cr) setelah dilakukan pengolahan menggunakan media pecahan limbah gerabah dengan ketebalan 15 cm, zeolit 40 cm, dan arang aktif 15 cm.
3. Ada penurunan kadar kromium (Cr) setelah dilakukan pengolahan menggunakan media pecahan limbah gerabah dengan ketebalan 15 cm, zeolit 15 cm, dan arang aktif 40 cm.
4. Ada ketebalan yang efektif dari media dalam menurunkan kadar kromium (Cr) pada limbah cair industri batik.