

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Hasil Penelitian Terdahulu

Penelitian bioremediasi logam Pb pada limbah tekstil yang dilakukan oleh Maulana dkk., (2017), menggunakan *Staphylococcus aureus* dan *Bacillus subtilis* menunjukkan bahwa kedua bakteri tersebut mampu menurunkan konsentrasi logam Pb sebesar 95,85%. Hasil penurunan terbaik terjadi pada inkubasi 30 hari.

Menurut Hanks,dkk., (2015), tumbuhan kayu apu memiliki hasil yang menjanjikan untuk penurunan ion perak dan logam Ag(I) yang mengkontaminasi air dengan kadar dibawah 0,02 ppm.

B. Landasan Teori

1. Pengertian dan Proses Pembuatan Batik

Batik adalah karya seni yang dibuat dengan cara menggambar pola diatas kain menggunakan malam. Kata batik berasal dari kata “amba” yang berarti lebar, luas, kain dan “titik” yang berarti titik yang kemudian berkembang menjadi istilah batik. Batik sangat identik dengan suatu teknik (proses) dari mulai penggambaran motif, pewarnaan, hingga pelorodan (Wulandari, 2011).

Berdasarkan sumber asalnya zat pewarna batik dibagi menjadi dua, yaitu pewarna alami dan pewarna sintesis. Pewarna sintesis yang umum digunakan adalah jenis *naptol*, *indigosol*, *remazol*, dan *Procion*. Sedangkan bahan pewarna alam merupakan bahan pewarna yang berasal dari tumbuh-

tumbuhan seperti akar mengkudu (*Morinda citrifolia*), mangga (*Mangifera indica*), daun indigo / nila (*Indigofera tinctoria*), kayu tingi (*Ceriops tagal*), dan lain-lain. Masing - masing pewarna memiliki karakteristik yang berbeda-beda (Gratha dan Iskandar, 2013). Menurut Daranindra (2010), beberapa contoh pewarna sintetis antara lain :

a. Zat warna reaktif

Zat warna reaktif adalah zat warna yang langsung terikat dengan serat kain. Salah satu zat warna reaktif yang sering digunakan adalah remazol. Zat warna ini memiliki sifat larut dalam air, mempunyai warna yang *brilliant* dengan ketahanan luntur yang baik. Cara penggunaannya adalah dengan pencelupan, coletan, maupun kuasan.

b. Naptol

Menurut Susanto (1980), naptol berbentuk serbuk terdiri atas warna kuning, coklat, orange, merah, hingga violet muda dan memerlukan garam naptol dalam proses penggunaannya. Limbah zat warna naptol mencemari lingkungan dan bersifat karsinogen yang dapat memicu kanker kulit. Zat warna β - naftol berupa kristal tak berwarna yang tidak larut dalam air sehingga untuk melarutkannya perlu ditambahkan soda panas (NaOH). Larutan yang terjadi berwarna jernih hingga kuning.

c. Garam Naptol

Garam naptol merupakan garam yang dicampurkan pada saat pewarnaan menggunakan naptol. Karena pencelupan pertama warna kain belum tampak, maka dibutuhkan penambahan garam diazo untuk

memunculkan warna sesuai dengan yang diinginkan. Menurut Susanto (1980), Garam naptol disebut juga dengan garam diazo yang memiliki karakteristik fisik berbentuk serbuk dan berwarna putih. Garam yang telah dilarutkan berwarna hitam pekat karena telah mengalami pencampuran dengan pewarna. Sebelum digunakan untuk membangkitkan warna naptol, garam harus dicampur dengan asam dan natrium-nitrit pada keadaan dingin.

d. Indigosol

Zat warna indigosol adalah zat warna yang mudah larut dalam air. Larutan ini berwarna jernih. Zat warna dihasilkan melalui penambahan larutan asam (HCL) sehingga diperoleh larutan warna yang dikehendaki.

e. Rapid

Rapid merupakan zat warna naptol yang telah tercampur dengan garam diazonium. Untuk memperoleh warna yang dikehendaki, pewarna ini difiksasi dengan asam sulfat.

2. **Kandungan Limbah Batik dan Dampaknya Terhadap Lingkungan**

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), limbah merupakan buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi, baik industri maupun domestic (rumah tangga). Air limbah yang diperoleh dari industri tekstil biasanya kaya akan zat warna, kebutuhan oksigen kimia (COD), bahan kimia yang kompleks, garam anorganik dan memiliki tingkat kekeruhan yang tinggi. Pada limbah cair batik terdapat banyak kandungan zat kimia karena menggunakan pewarna sintetis pada proses pencetakannya. Zat-zat

tersebut sangat berbahaya apabila dibuang di aliran sungai. Zat warna tersebut antara lain, (Masnesia, 2017).

a. *Methyl Orange*

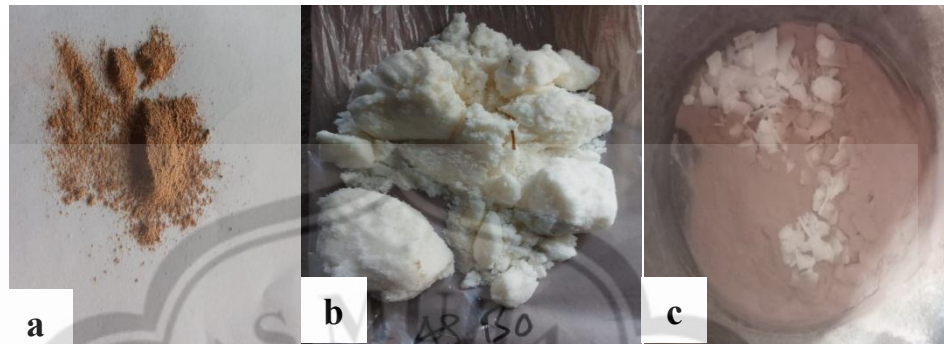
Methyl Orange (MO) merupakan salah satu jenis pewarna sintesis azo yang banyak ditemukan dalam limbah industri tekstil. Pada proses mineralisasi pewarna azo terjadi pemutusan ikatan azo cincin aromatik sehingga membentuk senyawa amina aromatik, seperti arilamina yang bersifat karsiogenik. Umumnya pewarna azo larut dalam air, mudah teradsorpsi dalam kulit, terhirup sehingga berpotensi sebagai toksik dan menyebabkan kanker. Pewarna azo juga merupakan agen mutagenik pada manusia dan lingkungan. (Mauliddawati & Purnomo, 2014).

b. *Methylene Blue*

Zat warna *methylene blue* dengan rumus kimia $C_{16}H_{18}N_3S$ adalah senyawa hidrokarbon aromatik yang beracun dengan daya adsorpsi yang sangat kuat. Pada umumnya digunakan sebagai pewarna sutra, wool dan tekstil. Limbah zat warna ini berbahaya karena dapat menimbulkan polutan dalam jumlah berlebih (Sistesya & Sutanto, 2013).

Secara umum proses pewarnaan batik di rumah batik R Sokaraja menghasilkan 3 jenis pewarna antara lain naptol, garam naptol dan malam (lilin). Naptol berbentuk serbuk kecil dengan warna kecoklatan, garam naptol berwarna putih dengan bentuk serbuk, sedangkan malam berbentuk padatan berwarna kuning atau coklat yang penggunaannya dilakukan

dengan cara diiris. Gambar sampel naptol, garam naptol, dan air rebusan malam/ lilin dapat dilihat pada **Gambar 2.1**.



Gambar 2.1. Gambar Sampel
(a) Naptol, (b) Garam Naptol, (c) Malam/lilin

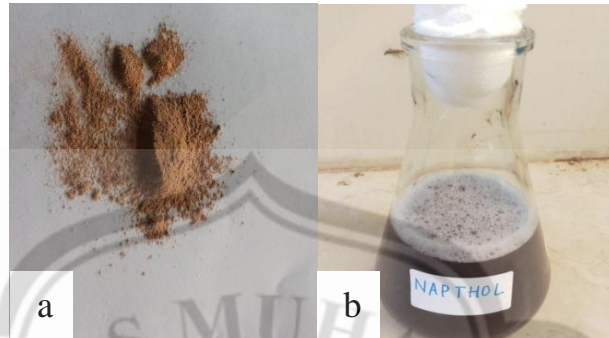
a. Naptol

Naptol memiliki karakteristik berwarna coklat dan berbentuk serbuk. Zat warna naptol merupakan zat warna sintetis dan memiliki sifat antara lain : tidak larut dalam air. Naptol akan larut dalam air jika ditambahkan dengan air, alkohol, dan NaOH menghasilkan larutan yang jernih. Munculnya warna dari naptol terjadi apabila larutan ditambahkan dengan *diazonium*. Susanto (1980), menyatakan bahwa naptol berbentuk serbuk terdiri atas warna kuning, coklat, orange, merah, hingga violet muda dan memerlukan garam naptol dalam proses penggunaannya.

Limbah zat warna naptol mencemari lingkungan dan bersifat karsinogen yang dapat memicu kanker kulit. Zat warna naptol yang digunakan adalah zat warna naptol AS.BO dan jenis pewarnaannya tergantung dari garam naptol yang digunakan. Menurut Susanto (1980), cat naptol termasuk *Developed Azo Dyes* yaitu pewarna yang jika digabungkan dengan garam diazo maka akan timbul warna dan tidak larut dalam air.

Naptol yang telah dilarutkan akan berwarna coklat pekat dan keruh.

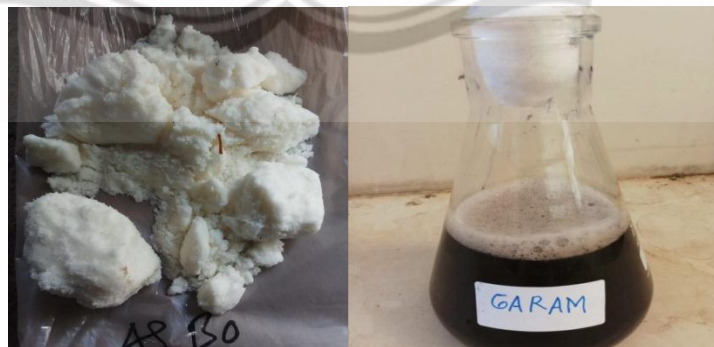
Karakteristik fisik sampel naptol dapat dilihat pada **gambar 2.2**.



Gambar 2.2. (a) Serbuk Naptol, (b) Limbah Naptol

b. Garam Naptol

Garam naptol disebut juga dengan garam diazo yang memiliki karakteristik fisik berbentuk serbuk dan berwarna putih. Garam yang telah dilarutkan berwarna hitam pekat karena telah mengalami pencampuran dengan pewarna. Sebelum digunakan untuk membangkitkan warna naptol, garam harus dicampur dengan asam dan natrium-nitrit pada keadaan dingin. Naptol tidak larut dalam air, sedangkan garam larut dalam air sehingga naptol dapat dilarutkan melalui pengikatan senyawa kimia. Karakteristik fisik sampel garam naptol dapat dilihat pada **gambar 2.3**.



Gambar 2.3. (a) Serbuk Garam Naptol, (b) Limbah Garam Naptol

c. Malam atau Lilin

Lilin atau malam merupakan jenis lilin batik yang digunakan pada proses *mbironi* (menutup sebagian ornamen pokok atau ornamen tambahan pada kain batik yang sudah berwarna. Menurut Susanto (1980), bahan baku yang digunakan dalam pembuatan lilin batik terdiri atas damar, gondodorukem (destilasi dari getah pinus), kote (lilin lebah), *parafin*, lemak hewan, *microwax* (hasil penyulingan minyak bumi), dan lilin bekas (residu dari proses pembatikan). Berdasarkan hasil pengamatan secara fisik, lilin berbentuk padat seperti sabun. Penggunaan lilin yaitu dengan cara mengerik lilin atau malam kemudian melelehkannya di atas api. Karakteristik fisik sampel malam atau lilin dapat dilihat pada **gambar 2.4.** gambar serbuk malam atau lilin.



Gambar 2.4. (a) Serbuk Malam/Lilin, (b) Larutan Malam/Lilin

3. Kromium Heksavalen (Cr^{6+})

Kromium merupakan suatu elemen yang biasanya terdapat pada zat warna tekstil. Penggunaan kromium yang berlebihan dalam kehidupan sehari-hari akan menjadi bahan pencemar bagi lingkungan. Pada tanaman, konsentrasi kromium yang tinggi dapat mengakibatkan terganggunya proses

metabolisme tanaman serta terjadinya gejala klorosis, terganggunya proses fotosintesis, dan aktifitas enzim (Shanker, dkk., 2005).

Kromium heksavalen (Cr^{6+}), merupakan logam berat dimana dalam konsentrasi yang kecil dapat menghasilkan tingkat keracunan yang tinggi pada makhluk hidup. Apabila senyawa tersebut terbuang ke lingkungan kemudian masuk ke tubuh makhluk hidup maka akan dapat menyebabkan berbagai macam penyakit. Logam Cr^{6+} merupakan toksik yang sangat kuat dan dapat mengakibatkan keracunan yang akut dan keracunan kronis (Shanker, dkk., 2005).

Apabila air terkontaminasi Cr^{6+} maka akan mengakibatkan pengendapan Cr^{6+} dalam tanah yang nantinya diserap oleh tanaman dan ternak disekitar sumber air, selanjutnya Cr^{6+} akan terakumulasi didalam tanaman dan ternak yang apabila nantinya dikonsumsi manusia maka dapat menyebabkan penyakit kanker karena bersifat karsinogenik (Jacobs dkk., 2004).

4. Pengendalian Lingkungan dengan Bioremediasi

Pencemaran lingkungan oleh logam berat telah menjadi masalah yang serius di dunia seiring dengan meningkatnya industrialisasi. Sebagian unsur logam hasil pencemaran tidak terdegradasi secara biologi atau kimia, berbeda dengan pencemar organik yang dapat teroksidasi aktivitas mikroba (Handayanto, dkk., 2017).

Logam terdiri atas logam esensial dan non esensial. Logam esensial adalah logam berat yang dibutuhkan oleh organisme dalam jumlah yang

sedikit untuk mendukung fungsi fisiologis dan biokimia, misalnya Fe, Mn, Cu, Zn, dan Ni. Logam berat non esensial adalah logam berat yang tidak dibutuhkan oleh organisme hidup untuk mendukung fungsi fisiologis dan biokimia, misalnya Cd, Pb, As, Hg, dan Cr. Unsur – unsur logam berat dapat terakumulasi dalam jaringan tubuh organisme (*bioakumulasi*) dan konsentrasinya meningkat ketika melewati tingkatan trofik yang lebih tinggi (Handayanto,dkk., 2017). Logam menjadi suatu pencemar yang keadaannya sult dihilangkan di alam.

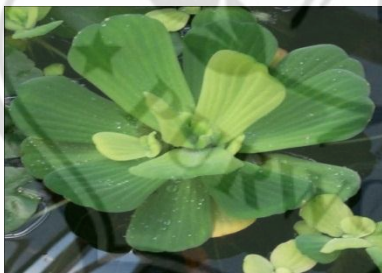
Bioremediasi adalah suatu upaya untuk pemulihan kembali ke kondisi semula di lingkungan yang telah tercemar melalui bantuan bakteri yang hidup di daerah tercemar (Rahmanto,dkk.,2016). Bioremediasi merupakan suatu teknik atau cara untuk mengembalikan keadaan lingkungan seperti semula dengan cara menghilangkan zat-zat tercemar yang ada di lingkungan dengan bantuan mikroorganisme yang mampu menguraikan zat-zat pencemar dengan cara menggunakan zat tersebut dalam proses metabolisme dan kelangsungan hidupnya.

Bioremediasi dapat dibedakan menjadi dua jenis berdasarkan pada jenis mikroorganisme yang digunakan dan berdasarkan lokasinya. Bioremediasi yang menggunakan mikroba dan bioremediasi yang menggunakan tumbuhan sebagai perantara (Irianto, 2014). Teknik bioremediasi yang dilakukan dengan menggunakan tanaman disebut dengan fitoremediasi.

Fitoremediasi menurut Wang, dkk., (2011), merupakan teknik penggunaan tanaman untuk menghilangkan polutan dari lingkungan. Keuntungan dari fitoremediasi yaitu lebih ramah lingkungan, biaya efektifitas dan kemungkinan panen tanaman lebih cepat dan mudah. Kontaminan diserap tumbuhan sebagai logam yang tidak dapat dengan mudah terdegradasi. Fitoremediasi biasanya menggunakan tanaman yang memiliki biomasa tinggi dan pertumbuhan cepat. Misalnya rumput Vertiver (*Vertiveria Zizanioides L*) dan sawi (*Brassica juncea L*).

Menurut Putra, dkk. (2015), penelitian menggunakan tanaman kayu apu (*Pistia stratiotes L.*) mempunyai kemampuan untuk meningkatkan menyerap nutrisi dan mengurangi padatan yang tersuspensi. Tanaman ini cocok untuk pengolahan air limbah secara fitoremediasi di daerah tropis.

5. Tumbuhan Kayu Apu (*Pistia stratiotes*)



Gambar 2.5. Tumbuhan kayu apu

Kayu apu merupakan jenis gulma air (*aquatic weeds*) yang tumbuh mengapung (*floating weeds*) dan banyak ditemukan di area persawahan, baik yang masih tergenang maupun sawah yang padinya telah dipanen. Dampak negatif

tumbuhnya kayu apu adalah terganggunya pertumbuhan tanaman budidaya.

Klasifikasi Kayu Apu

Divisio : Magnoliophyta

Classis : Liliopsida

Ordo : Arales

Familia : Araceae

Genus : Pistia

Species : *Pistia stratiotes* L. (Dasuki, 1991)

Kayu apu banyak ditemukan di area persawahan dan mengganggu pertumbuhan tanaman budidaya. Kayu apu juga membuat pupuk yang diberikan oleh petani tidak dapat sampai ke tanah karena terhalang oleh daun kayu apu yang cukup lebar. Akibatnya, pupuk yang diberikan oleh petani tidak dapat terserap secara efektif oleh tanaman budidaya. Kayu apu tidak memiliki nilai ekonomi tinggi, kecuali sebagai sumber humus (karena tumbuhnya pesat dan orang mengumpulkannya untuk dijadikan pupuk), kadang-kadang dipakai sebagai bagian dari dekorasi dalam ruang atau sebagai tanaman hias di kolam atau akuarium (Rijal,2014).

Menurut Rijal (2014), tumbuhan ini dikenal dengan *water lettuce* dalam bahasa Inggris yang berarti kubis air atau selada air. merupakan tumbuhan yang berasal dari Afrika atau Amerika selatan, yang tumbuh secara alami atau bisa juga dibawa oleh manusia. Penyebaran hidrophyta secara luas pada iklim tropis. Di Amerika selatan, terdapat pada semenanjung Florida dan menuju ke barat hingga Texas. Tumbuhan ini merupakan tumbuhan mengapung di permukaan air, tumbuhan herba dengan stoloniferus dan biasa di temukan di genangan air seperti kolam dan sungai melalui India hingga ketinggian 1000 meter.

P.stratiotes tidak memiliki batang yang jelas dan bahkan tidak memiliki batang. Daun-daunnya tersusun secara roset didekat akar, sehingga disebut roset akar. Daunnya merupakan daun tunggal, ujung daun membulat namun pangkal daun runcing. Tepi daun berlekuk dan ditutupi dengan rambut tebal dan lembut. Panjang daun sekitar 2-10 cm sedangkan lebar daun sekitar 2-6 cm. Daun-daun tebal dan lembut membentuk suatu pahatan seperti mahkota bunga mawar dan sedikit kenyal (Dasuki,1991).

Pertulangan daun sejajar, tipis dan terselubung. Bunga berbentuk roset dan berbentuk tongkol, terletak di ketiak daun. Bunga merupakan bunga berumah satu. Bunga tidak nampak jelas. Perkembangbiakan secara generatif dan vegetatif. Buah kayu apu merupakan buah buni. Akar jumbai panjang berwarna putih yang menggantung di bawah roset dan mengambang bebas pada air. Akar membentuk stolon. Rambut akar berbentuk seperti keranjang dengan gelembung udara(Dasuki,1991).

Kayu apu membutuhkan nitrat dalam kelangsungan hidupnya, sama seperti lumut. Sehingga lumut pun akan berebut nitrat dengan kayu apu. Karena kayu apu mengambang, maka tumbuhan ini juga akan mengurangi paparan sinar matahari yang mengenai air ataupun dasar kolam. Sebagai pembersih air, kayu apu menyerap limbah akibat pencemaran bahan radioaktif dan logam berat yang terdapat di dalam air.

Kemampuan mencengkeram lumpur dengan berkas-berkas akarnya dimanfaatkan sebagai pembersih sungai yang sangat kotor dan akar juga akan menyerap kelebihan zat hara yang menyebabkan pencemaran.

Contohnya pada penurunan kadar sianida (CN) pada limbah cair penambangan emas. Penyerapan ini terjadi karena terdapat *zat khelat* atau *phytochelatin* yang diekresikan oleh jaringan akar kayu apu (Meagher,dkk., 2000).

6. Bakteri *Staphylococcus* sp.

Staphylococcus sp. adalah bakteri Gram positif yang menghasilkan pigmen kuning, bersifat aerob fakultatif, tidak menghasilkan spora dan tidak motil, umumnya tumbuh berpasangan maupun berkelompok, dengan diameter sekitar 0,8-1,0 μm . Bakteri ini tumbuh dengan optimum pada suhu 37⁰C dengan waktu pembelahan 0,47 jam (Syarief dan Halid, 1993). Menurut Bergey & Boone (2009), bakteri *Staphylococcus* sp. memiliki bentuk sel yang bulat dengan diameter 0,5 μm – 1,5 μm dengan kumpulan sel tunggal, dalam satu kelompok atau bergerombol seperti buah anggur. Bakteri ini bersifat Gram positif, non motil dan tidak berspora. Koloninya berwarna putih atau cream, dan terkadang kuning hingga *orange*. Uji katalase selalu positif sedangkan uji oksidasenya negatif, beberapa spesies bersifat patogen pada manusia.

Klasifikasi *Staphylococcus* sp. adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Eubacteria
Divisio	: Firmicutes
Classis	: Cocci
Ordo	: Bacillales
Familia	: Staphylococcaceae

Genus : Staphylococcus
Species : *Staphylococcus* sp.
(Rosenbach,1884)

Staphylococcus aureus merupakan bakteri yang membutuhkan Nitrogen Organik (Asam Amino) untuk pertumbuhannya dan bersifat fakultatif. Kebanyakan galur *Staphylococcus aureus* bersifat patogen dan memproduksi enterotoksin yang tahan panas, dimana ketahanan panasnya melebihi sel vegetatifnya. Beberapa galur, terutama yang bersifat patogenik, lipolitik dan betahemolitik (Syarief dan Halid, 1993).

7. Pewarnaan Gram

Metode pengecatan pertama kali ditemukan oleh Christian Gram pada tahun 1884. Dengan metode ini, bakteri dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu bakteri gram positif dan gram negatif yang didasarkan dari reaksi atau sifat bakteri terhadap cat tersebut. Reaksi atau sifat bakteri tersebut ditentukan oleh komposisi dinding selnya sehingga pengecatan gram tidak bisa dilakukan pada mikroorganisme yang tidak mempunyai dinding sel seperti *Mycoplasma* sp. (Dwijoseputro, 2010).

Pewarnaan Gram termasuk pewarnaan diferensial karena dapat digunakan untuk membedakan Gram negatif dan Gram positif. Pewarnaan ini sering digunakan dalam klasifikasi dan identifikasi bakteri. Komposisi dinding sel bakteri Gram positif berbeda dengan Gram negative sehingga reaksi pewarnaan Gram berbeda. Perwarnaan Gram menggunakan Gram A (cat Kristal violet), Gram B (Lugol iodin), Gram C (etanol : aseton = 1:1),

Gram D (cat safranin). Hasil pewarnaan Gram, bakteri Gram positif berwarna violet dan bakteri Gram negative berwarna merah. Gram-positif adalah bakteri yang mempertahankan zat warna kristal violet sewaktu proses pewarnaan Gram sehingga akan berwarna biru atau ungu di bawah mikroskop (Dwijoseputro, 2010).

8. Karakteristik dan Kualitas Air

Diantara karakteristik fisik (alamiah) perairan yang dianggap penting adalah konsentrasi larutan sedimen, suhu air, dan tingkat oksigen terlarut dalam suatu sistem aliran air. Larutan sedimen yang sebagian besar terdiri dari larutan lumpur dan larutan koloida-koloida dari berbagai material ini sering kali mempengaruhi kualitas air dalam kaitannya dengan pemanfaatan air untuk kehidupan manusia dan berbagai kehidupan organisme lainnya (Asdak, 2014).

Beberapa karakteristik atau indikator kualitas air yang disarankan untuk dikaji dalam analisis pemanfaatan sumber daya air untuk berbagai keperluan antara lain :

1) Muatan sedimen

Kualitas fisik perairan sebagian besar ditentukan oleh jumlah konsentrasi sedimen yang ada pada perairan. Pengaruh tersebut diwujudkan dalam besar kecilnya dan kedalaman cahaya matahari dapat menembus masuk kedalam aliran air. Muatan sedimen yang ada diukur berdasarkan tingkat kekeruhannya. Pada tingkat kekeruhan tertentu, cahaya yang masuk kedalam air akan berkurang, sehingga menghambat proses fotosintesis

vegetasi yang tumbuh dalam perairan. Cahaya yang masuk juga berfungsi untuk mempertahankan suhu pada perairan agar tetap stabil.

2) Tingkat kekeruhan

Kekeruhan biasanya menunjukkan tingkat kejernihan aliran air atau kekeruhan aliran air yang diakibatkan oleh unsur - unsur muatan sedimen, baik yang bersifat anorganik atau organik. Tingkat kekeruhan suatu aliran air ditentukan dengan cara mengukur transmisi cahaya melalui sampel air dalam satuan miligram per liter (mg/l) atau untuk jumlah yang lebih kecil adalah dalam satuan *parts per million* (ppm). Alat yang digunakan untuk mengukur tingkat kekeruhan air disebut turbidimeter/spektrofotometer.

3) Gas terurai

Kandungan gas oksigen terurai dalam air mempunyai peranan yang menentukan untuk kelangsungan hidup organisme akuatis dan untuk berlangsungnya proses reaksi kimia yang terjadi dalam perairan. Gas terurai dalam aliran air yang perlu mendapat perhatian adalah oksigen (O), karbondioksida (CO₂), BOD, COD, dll. *Chemical Oxygen Demand* (COD) adalah indikator pencemaran yang dapat dimanfaatkan secara kasar untuk menghitung nilai BOD.

Selain angka COD dan BOD, indikator kualitas air lainnya yang dianggap penting untuk dikaji adalah logam berat (*heavy metal*) yang meliputi komponen – komponen kimia Cu, Cr, Cd, Pb, Zn, dan Hg. Pada kebanyakan sistem perairan yang menampung limbah industri di Indonesia,

indikator kimia kualitas air umumnya menunjukkan tingkat melampaui ambang batas.

4) Suhu air

Kenaikan suhu biasanya menyebabkan berkurangnya oksigen terlarut dalam air yang mengakibatkan menurunnya kemampuan mikroorganisme akuatis dalam memanfaatkan oksigen yang tersedia dalam air.

5) pH air

pH air biasanya digunakan untuk menentukan indeks pencemaran dengan melihat tingkat keasaman atau kebebasan air yang dikaji, terutama oksidasi sulfur dan nitrogen. Angka pH 7 adalah angka pH netral, sedangkan angka pH lebih besar dari 7 menunjukkan bahwa air bersifat basa dan terjadi ketika ion-ion karbon lebih dominan. Angka pH kurang dari 7 menunjukkan bahwa air di tempat tersebut bersifat asam. Besarnya angka pH dalam suatu perairan dapat dijadikan indikator adanya keseimbangan unsur-unsur kimia dalam air.

C. Kerangka Berfikir

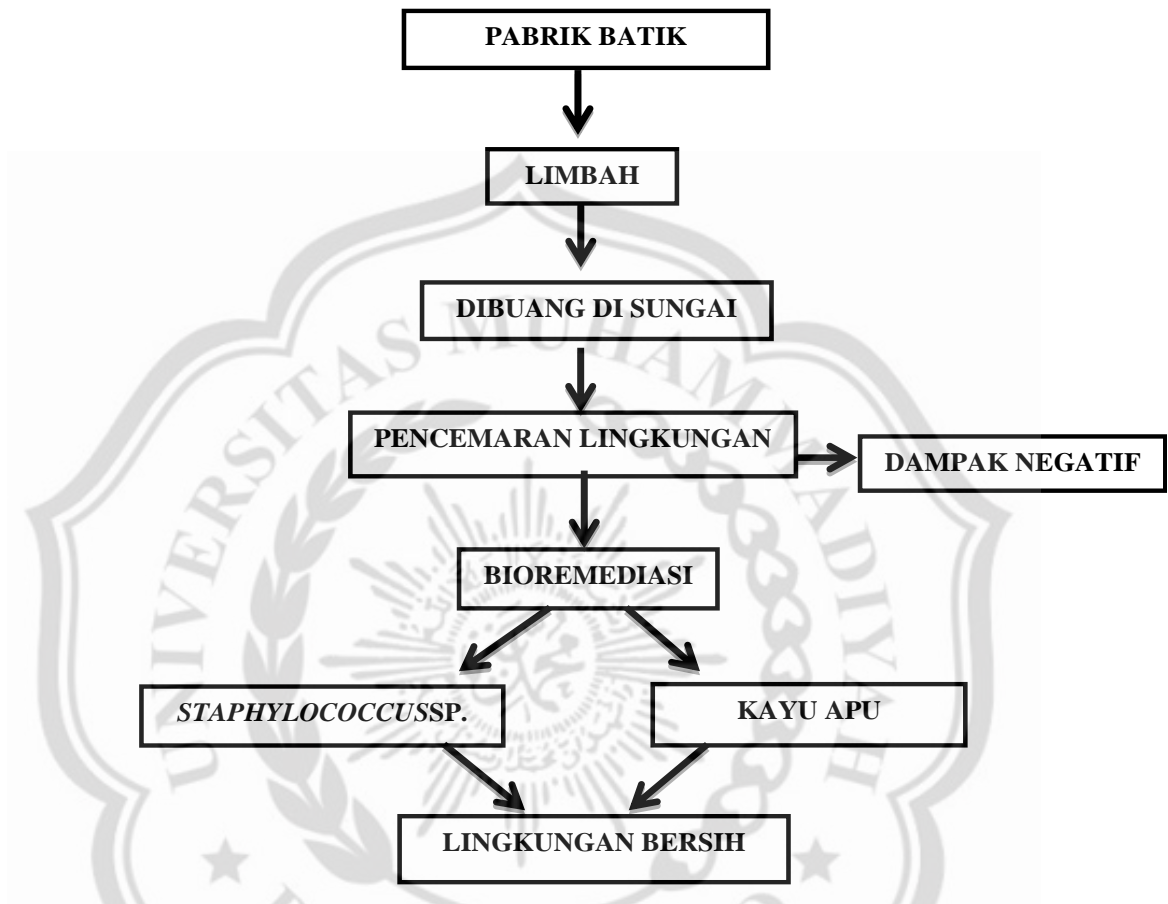
Batik merupakan salah satu bagian dari budaya Indonesia yang keterampilannya telah diwariskan secara turun - temurun. Dewasa ini batik mulai dikembangkan secara industri sehingga pengerjaannya teralihkan dari cara sederhana menjadi modern. Di Banyumas sendiri terdapat industri batik yang terletak di Desa Sokaraja Kulon, yaitu rumah batik “R” Sokaraja. Sebagai sentra industri batik, dalam menjalankan produksinya tentu saja

pabrik batik menghasilkan limbah sisa pewarnaan. Limbah cair di Rumah Batik “R” Sokaraja biasanya dialirkan langsung ke saluran irigasi yang terhubung ke Sungai Pelus. Limbah cair hasil proses pewarnaan mengandung zat warna tinggi yang bersifat sintetik dan sulit untuk diuraikan sehingga mengakibatkan pencemaran air di sekitar saluran pembuangan limbah.

Pencemaran air yang disebabkan oleh zat warna terjadi karena kandungan zat warna melebihi baku mutu atau kadar aman yang telah ditetapkan. Limbah anorganik dari zat warna mengandung logam – logam berat seperti Cd, Cu, Pb, Zn, dan Cr. Keberadaan logam – logam berat tersebut menyebabkan air yang tercemar mengandung logam berat yang menimbulkan kualitas air menurun serta menimbulkan gangguan pada organisme perairan dan manusia. Salah satu logam berat yang menjadi masalah bagi pencemaran lingkungan adalah kromium heksavalen (Cr^{6+}). Cr^{6+} mempunyai sifat persisten, bioakumulatif, toksik, dan tidak mampu terurai dalam lingkungan, serta terakumulasi didalam tubuh manusia melalui rantai makanan.

Upaya pemulihan kembali lingkungan ke kondisi semula di lingkungan yang telah tercemar dapat dilakukan dengan cara bioremediasi. Bioremediasi merupakan cara untuk mengembalikan kondisi lingkungan dan memulihkan keadaan lingkungan melalui mikroorganisme atau makhluk hidup yang hidup di daerah tercemar. Bioremediasi dapat dilakukan dengan

penambahan bakteri pendegradasi dan menggunakan tumbuhan pendegradasi limbah atau yang biasa disebut dengan fitoremediasi.



Gambar 2.6. Kerangka Berpikir

D. Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini adalah :

H0 = Bakteri *Staphylococcus* sp. dan tumbuhan kayu apu (*Pistia stratiotes*) mampu menurunkan kandungan Cr^{6+} dalam limbah cair industri batik

H1 = Bakteri *Staphylococcus* sp. dan tumbuhan kayu apu (*Pistia stratiotes*) tidak mampu menurunkan kandungan Cr^{6+} dalam limbah cair industri batik