

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Batik

Batik merupakan seni menghias kain dengan lilin sebagai penutupnya untuk pembentuk corak hiasannya dan untuk membentuk bidang pewarnaan disertai dengan mencelup ke dalam zat pewarna (Soewardi, 2008). Menurut Prasetyo (2010), pembuatan batik tulis proses awalnya adalah dengan membuat pola batik pada kain putih. Pola motif dibuat menggunakan pensil lalu lilin diterakan menggunakan canting pada pola yang sudah dibuat. Bagian yang tidak berwarna ditutup dengan lilin Kuas digunakan untuk pola yang berukuran besar dan canting digunakan untuk pola yang berukuran kecil. Hal ini tersebut dilakukan agar saat dilakukan pencelupan bahan ke dalam larutan pewarna, bagian yang diberi lilin tidak terkena pewarna (Prasetyo, 2010).

Menurut data yang didapat dari kementerian perindustrian pada tahun 2011 sampai 2015 ada kenaikan jumlah industri batik mencapai 14,7 %. Dalam proses produksi, industri batik menghasilkan limbah hingg 80 % dari semua air yang digunakan saat proses pematikan (Watini, 2009). Batik menghasilkan limbah warna yang berbahaya bagi lingkungan terutama untuk biota perairan hingga dapat memberikan dampak buruk bagi kesehatan manusia.

Proses pematikan sendiri banyak menghasilkan limbah yang mengandung bahan organik dan anorganik. Hal ini dapat dilihat dari tinggi rendahnya nilai pH, BOD, COD, kandungan detergen, minyak dan lilin serta kadar logam berat yang terkandung didalamnya (Mauliddin, 2011). Karakteristik fisik air limbah meliputi padatan, warna, bau dan temperatur.

B. Logam Berat Timbal (Pb)

Logam Berat Timbal (Pb) merupakan logam berat yang lunak memiliki titik didih 1620°C dan titik leleh sebesar 327°C (Wardhana, 2001). Penggunaan jumlah Pb secara berlebihan akan memberikan dampak yang buruk bagi lingkungan terutama bagi makhluk hidup disekitarnya (Widowati dkk., 2008). Pengaruh yang berbahaya (negatif) yang diakibatkan efek toksik dari Pb bagi makhluk hidup khususnya manusia adalah terganggunya metabolisme tubuh karena kerja enzim yang terhambat, menyebabkan alergi, mutagen dan penyakit kanker jika terkena paparan logam berat secara terus-menerus dengan dosis yang tinggi (Samsuudin dkk., 2015).

Pencemaran lingkungan adalah masuknya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam lingkungan dan atau berubahnya tatanan lingkungan oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam sehingga kualitas lingkungan menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya (Siahaan, 2004). Pencemaran lingkungan oleh logam berat menjadi masalah yang terjadi secara global. Masalah logam berat menjadi masalah yang serius seiring dengan meningkatnya industri dan gangguan siklus biogeokimia alami. Sebagian besar unsur logam tidak mengalami degradasi biologi atau kimia (Fiqri dkk, 2017).

Pencemaran biasanya juga disebabkan oleh adanya benda asing misalnya sampah, limbah industri, minyak, logam berbahaya, dan sebagainya karena perbuatan manusia sehingga mengakibatkan lingkungan tidak berfungsi seperti semula (Susilo, 2003). Bahan polutan umumnya mempunyai sifat racun yang berbahaya bagi organisme hidup (Asmiri, 2010).

Logam berat merupakan unsur yang berbahaya dengan densitas 5 gr/cm^3 atau lima kali lebih besar daripada densitas air. Logam berat merupakan sumber polusi di lingkungan karena logam berat ditransfer dalam jangkauan yang sangat jauh di lingkungan dan akhirnya berpengaruh terhadap kesehatan manusia walaupun dalam waktu yang lama dan jauh dari sumber polusi utamanya (Suhendrayatna, 2001). Logam berat dengan konsentrasi rendah ($<0,1 \text{ ppm}$) dibutuhkan oleh organisme dan sebaliknya logam berat dengan konsentrasi yang tinggi ($>0,1 \text{ ppm}$) akan bersifat toksik (Balvalvi, 2011).

Menurut Surtiningsih (1999), logam berat apabila ditinjau dari segi potensi pencemaran lingkungan dapat digolongkan menjadi 2 jenis yaitu :

1. Logam berat yang sifatnya beracun tapi jarang ditemukan yaitu Ti, Zr, W, N, Ta, Ga, La, Os, Rh, Ir, Ru dan Ba.
2. Logam berat yang sangat beracun dan relatif sering ditemukan yaitu Be, Co, Ni, Cu, Zn, As, Sc, Pd, Ag, Cd, Pt, Au, Hg, Pb, Sb dan Bi.

Logam Timbal (Pb) merupakan logam berat yang bersifat lunak dan berwarna biru keabu-abuan. Kilaunya akan hilang dengan pembentukan lapisan oksida pada permukaannya. Logam ini memiliki titik leleh $327,5^\circ\text{C}$ dan titik didih 1740°C (Fauzi, 2008). Timbal merupakan logam nonesensial yang harus diwaspadai karena di lingkungan akuatik bersifat toksik tinggi ($>0,1 \text{ ppm}$) terhadap organisme.

Menurut Tyas (1998), timbal memiliki efek toksitas terhadap tubuh manusia yaitu salah satunya memengaruhi sistem peredaran darah dengan cara sebagai berikut :

1. Memperlambat pematangan normal sel darah merah (eritrosit) dalam sumsum tulang yang menyebabkan terjadinya anemia
2. Memengaruhi kelangsungan hidup sel darah merah, eritrosit yang diberi perlakuan dengan timbal memperlihatkan peningkatan tekanan osmosis dan kelemahan pergerakan. Selain itu juga memperlihatkan penghambatan Na-K-ATP ase yang meningkatkan kehilangan kalium intraseluler. Hal ini membuktikan bahwa kejadian anemia karena keracunan limbah disertai dengan penyusutan waktu hidup eritrosit.
3. Menghambat biosintesis Hb dengan cara menghambat aktivitas enzim delta-ALAD dan enzim ferroketalase.

Kompensasi penurunan sintesis Hb karena terhambat timbal (Pb) adalah peningkatan produksi erithrofoesis (pembentukan sel darah merah) . Sel darah merah muda (retikulosit) dan sel stipel kemudian dibebaskan. Ditemukannya sel stipel basofil (*basophilic stippling*) merupakan gejala dari adanya gangguan metabolik dari pembentukan Hb (Darmono, 2001). Hal ini terjadi karena adanya tanda-tanda keracunan Pb. Sel darah merah gagal untuk menjadi dewasa dan sel tersebut menyisakan organel yang biasanya menghilang pada proses kedewasaan sel, akhirnya poliribosoma ireguler pada agregat RNA membentuk sel stipel (Darmono, 2001).

Contoh kasus pencemaran logam berat Pb yang ada di Indonesia yaitu pencemaran Pb pada limbah cair Industri Batik Sidokare, Sidoharjo. Limbah cair batik pada industri batik ini mengandung Pb sebesar 0,173 ppm dan berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 tahun 2013 ambang batas maksimum

kadar logam berat limbah Pb yang akan dibuang ke badan air adalah 0,1 ppm karena hal ini limbah cair batik belum layak untuk dibuang ke perairan. Oleh karena itu, dilakukan penurunan kadar logam berat melalui proses adsorpsi. Penelitian dilakukan secara eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) menggunakan Jerami sebagai Adsorben. Hasil penelitian menunjukkan terjadi penurunan kadar logam berat timbal pada limbah cair batik dengan kombinasi perlakuan konsentrasi serbuk jerami dan lama waktu kontak. Penurunan paling tinggi adalah perlakuan 40.000 mg/L serbuk jerami dengan lama waktu 180 menit yaitu sebesar 50,35 % (Dini dkk, 2016)

C. Mikroalga Dalam Remediasi Logam Berat

Fitoplankton berperan sebagai produsen primer dalam perairan dan juga untuk mempertahankan keseimbangan lingkungan . Fitoplankton efektif menyerap senyawa beracun dan meningkatkan oksigen terlarut karena aktivitas fotosintesis (Rudiyanti, 2011). Fitoplakton karena ukurannya kecil sehingga digunakan sebagai fitoremediator sedangkan pencemar ion logam dalam kondisi terlarut dengan demikian keduanya akan berlangsung efektif sehingga fitoplakton dapat mengakumulasi ion logam dalam konsentrasi tinggi ($> 0,1$ ppm) (Makkasau dkk, 2011).

Upaya bioremediasi dengan menggunakan mikroalga untuk mengurangi polutan yang ada di perairan disebut fikoremediasi (Suhendrayatna, 2001). Fikoremediasi menawarkan alternatif yang ramah lingkungan karena area permukaan mampu menyerap substansi dan mekanisme yang efektif dalam

mengakumulasi air, mineral dan nutrien, menyerap ion dan mampu berkembang dan beradaptasi dengan logam berat pada level yang cukup tinggi (Soeprbowati dan Hariyati, 2013).

Alga adalah pelaku remediasi dimana alga dimanfaatkan sebagai bioindikator (indikator biologi) logam berat karena dalam proses pertumbuhan alga membutuhkan beberapa jenis logam sebagai nutrien alami sedangkan kesediaan dari logam tersebut sudah bervariasi. Syarat utama alga dapat dijadikan bioindikator adalah alga yang mempunyai daya tahan tinggi terhadap toksisitas akut ataupun kronis (Harris dan Rammelow, 1990 dalam Mersiana, 2013). Alga hijau mampu mengadsorpsi ion logam dalam kondisi hidup atau dalam sel mati karena gugus fungsional dapat bertindak sebagai ligan yaitu gugus $-\text{COOH}$ dan $-\text{NH}_2$ yang dapat berikatan dengan ion logam (Suryani, 2013).

Menurut Dwivedi (2012), mikroalga mengakumulasi logam berat toksik dan polutan organik misalnya seperti hidrokarbon, pestisida dan bipenil dari lingkungan dan mengakumulasinya sehingga konsentrasi dalam alga lebih tinggi dari konsentrasi polutan yang ada pada lingkungan. Pengambilan logam dengan bantuan mikroalga dilakukan dengan 2 cara yaitu :

1. Adsorpsi yaitu metabolisme sel yang dilakukan secara bebas, secara fisik terjadi pada permukaan sel.
2. Absorpsi yaitu metabolisme sel yang tergantung pada pengambilan logam berat secara intraseluler Pb berikatan dengan polifosfat alga dan berguna sebagai penyimpan dan detoksifikasi logam.

D. Mikroalga *Tetraselmis chuii*

1. Karakteristik Alga *Tetraselmis chuii*

Tetraselmis chuii merupakan jenis alga hijau yang uniseluler, memiliki bentuk oval sampai elips dan sifatnya selalu bergerak karena memiliki empat buah flagela. Alga ini berukuran 7-12 mikron, berenang aktif dan umumnya banyak ditemukan di daerah estuarin dan genangan-genangan air di daerah pasang-surut. Mikroalga ini memiliki banyak pigmen klorofil dari pigmen yang lainnya sehingga warnanya lebih hijau (Murtidjo, 2003). Pigmen klorofil terdiri dari dua macam yaitu karotin dan xantofil. Inti sel jelas dan berukuran kecil serta memiliki dinding sel yang mengandung selulosa dan pektosa (Rostini, 2007).

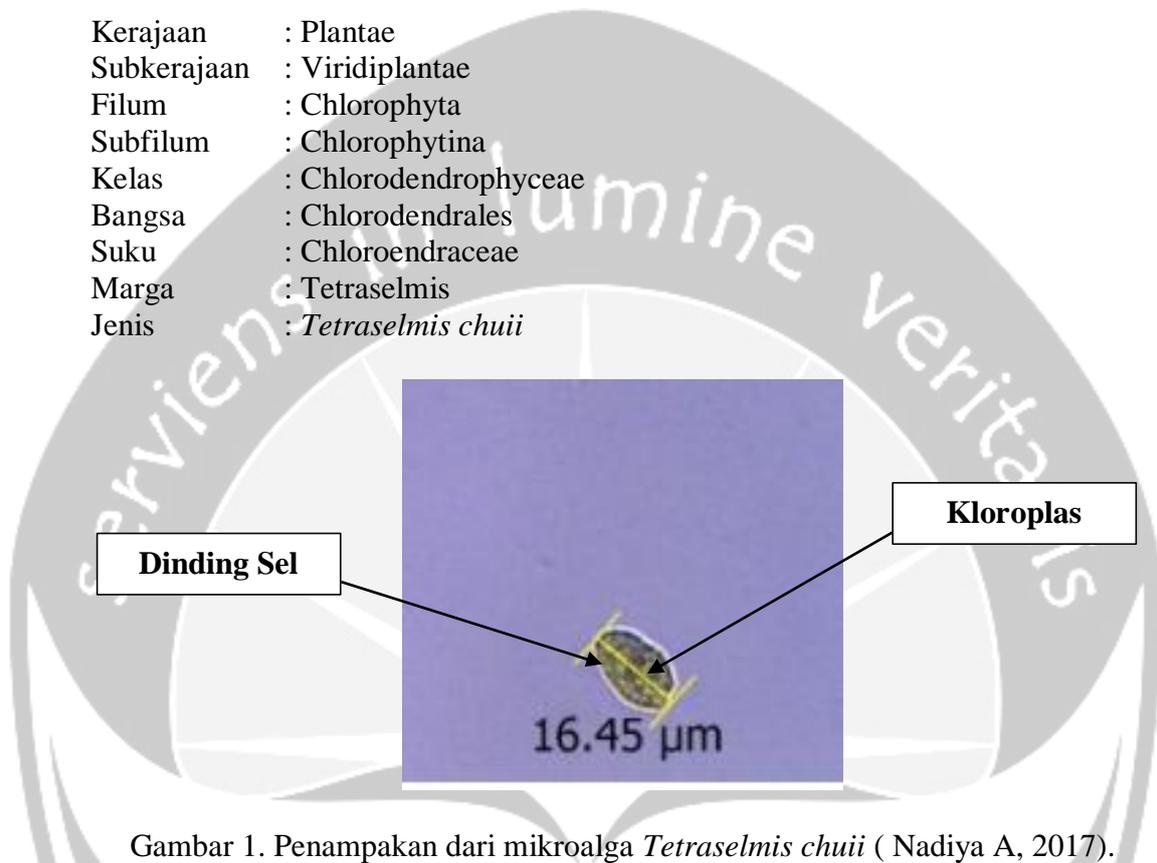
Reproduksi mikroalga *Tetraselmis chuii* dapat dilakukan secara aseksual dan seksual. Perkembangbiakan aseksual terjadi dengan cara membelah diri dan secara seksual terjadi dengan cara bersatunya dua sel menjadi zigot. Pupuk yang digunakan adalah pupuk urea, TSP, ZA, FeCl₃ dan EDTA (Murtidjo, 2003). Mikroalga *Tetraselmis chuii* memiliki laju pertumbuhan dan adaptasi terhadap lingkungan yang relatif cepat. Pola pertumbuhannya memiliki dua puncak populasi yaitu pada hari keenam dan kesepuluh. Namun, ketika dalam satu populasi sudah mencapai kepadatan yang optimum maka jumlah kepadatan sel akan mengalami penurunan yang cepat disebabkan oleh *T. chuii* yang cukup sensitif, kontaminasi oleh alga lain dan jika kandungan nutriennya habis terserap (Sutomo, 2005).

Mikroalga ini memiliki kandungan minyak sekitar 15-23 %, protein sebesar 48, 42 %, karbohidrat 20 %, asam amino, vitamin dan mineral (Pujiono, 2013). Penampakan dari mikroalga *Tetraselmis chuii* dapat dilihat pada Gambar 1.

Menurut Algaebase (2019), kedudukan taksonomi mikroalga *Tetraselmis chuii*

Butcher sebagai berikut :

Kerajaan : Plantae
 Subkerajaan : Viridiplantae
 Filum : Chlorophyta
 Subfilum : Chlorophytina
 Kelas : Chlorodendrophyceae
 Bangsa : Chlorodendrales
 Suku : Chloroendraceae
 Marga : Tetraselmis
 Jenis : *Tetraselmis chuii*



Gambar 1. Penampakan dari mikroalga *Tetraselmis chuii* (Nadiya A, 2017).

2. Faktor Lingkungan Alga *Tetraselmis chuii*

Lingkungan yang dibutuhkan untuk *Tetraselmis chuii* yang perlu diperhatikan yaitu salinitas optimal untuk pertumbuhannya adalah 27-32 ppt. Temperatur yang diperlukan adalah berkisar antara 23-25 °C, untuk pH yang dibutuhkan adalah sekitar 7-8 dan intensitas cahaya dengan kekuatan sebesar 3000 lux untuk keperluan fotosintesis (Murtidjo, 2003). Pendapat lain mengatakan bahwa pH optimum untuk kultur alga hijau jenis *Tetraselmis* sp berkisar 8-9,5. *Tetraselmis* sp dapat hidup dengan keadaan salinitas dengan rentang cukup lebar yaitu 15-36

ppt (kondisi optimal salinitas yaitu 25-35 ppt) dan masih metoleransi suhu juga antara 15-35°C (kondisi optimal 23-25°C) (Rostini, 2007).

3. Pola pertumbuhan dari Fitoplakton

Menurut Isnansetyo dan Kurniastuty (1995), laju pertumbuhan merupakan pertambahan jumlah sel dalam satu periode. Alga memiliki beberapa fase pertumbuhan sebagai berikut :

1. Fase Lag

Fase populasi fitoplakton tidak mengalami perubahan. Namun, ukuran sel meningkat. Fotosintesis secara aktif berlangsung dan organisme mengalami metabolisme tetapi belum terjadi pembelahan sel sehingga kepadatan sel belum meningkat (Isnansetyo dan Kurniastuty,1995).

2. Fase Eksponensial atau Logaritmik

Fase yang diawali dengan pembelahan sel dengan laju pertumbuhan yang tetap. Keadaan kultur yang optimum, laju pertumbuhan di fase ini mencapai maksimal. Umumnya terjadi pada hari ke tiga dan ke tujuh (Isnansetyo dan Kurniastuty,1995).

3. Fase penurunan kecepatan pertumbuhan

Fase ini merupakan fase dimana menunjukkan pertumbuhan sel yang mulai melambat. Biasanya fase ini terjadi pada hari ketujuh (Isnansetyo dan Kurniastuty,1995).

4. Fase Stasioner

Fase yang menunjukkan mulai mengalami penurunan dibandingkan fase logaritmik. Laju produksi sama dengan laju kematian dengan demikian penambahan dan pengurangan jumlah sel relatif seimbang sehingga kepadatan sel tetap. Biasanya fase ini terjadi pada hari ke tujuh (Isnansetyo dan Kurniastuty,1995).

5. Fase kematian

Fase ini laju kematian terbilang cepat dari pada laju reproduksi. Penurunan kepadatan ditandai dengan perubahan keadaan optimum yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan (temperatur, cahaya, pH dan jumlah hara) (Isnansetyo dan Kurniastuty,1995).

4. Media Pertumbuhan

Media pertumbuhan dari mikroalga *Tetraselmis chuii* menggunakan air laut yang disaring dengan *filter bag* dan ditampung di wadah yang bersih dan tahan panas. Lalu, air laut steril dipanaskan hingga mendidih selama 5 menit, didinginkan dan disaring menggunakan kertas saring Whatman no. 1, kemudian filtrat ditampung ke dalam wadah kaca dengan volumen 250 ml. Bahan nutrisi dilarutkan ke dalam akuades 1 L kemudian dipanaskan dengan suhu 60°C selama 15 menit (Selvika dkk, 2016).

Nutrien yang dibutuhkan mikroalga terdiri dari makronutrien (C,H,N,P,K,S,Mg dan Ca) dan mikronutrien (Fe, Cu,Mn,Zn,Co,Mo,Bo,Vn dan Si) yang diperoleh dari nutrisi media kultur yang digunakan (Kawaore dkk, 2010).

Perbandingan volume media dan volume nutrisi yaitu 100 : 1. Selanjutnya, ditutupi dengan kapas dan dibungkus dengan kertas dan disterilisasi selama 15 menit di autoklaf pada tekanan 121°C dengan tekanan 1 atm (Selvika dkk, 2016). Toples kaca yang berisi medium yang diberikan aerasi terus menerus selama proses agar penyebaran nutrisi merata dan sirkulasi pada kultur sehingga proses fotosintesis terjadi secara optimal (Putra dkk., 2014). Menurut Murtidjo (2003), nutrisi untuk mikroalga sendiri secara umum menggunakan nutrisi Walne. Nutrisi Walne mempunyai komposisi yang dapat dilihat seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Nutrisi Walne

No.	Komposisi	Banyak
Makronutrien		
1.	NH ₄ NO ₃ (Amonium nitrat)	100 g
2.	NaH ₂ PO ₄ 2H ₂ O (Monosodium Fosfat Dihidrat)	20 g
Mikronutrien		
3.	EDTA (Asam etilenadiaminatetraasetat)	40 g
4.	H ₃ BO ₃ (Asam Borat)	33,6 g
5.	MnCl ₂ 4H ₂ O	0,36 g
6.	FeCl ₃ 6H ₂ O	1,3 g
7.	Larutan <i>trace metal</i>	1,0 ml
8.	Vitamin B ₁₂ (<i>Cyanocobalamin</i>)	10 mg
9.	Vitamin B ₁ (<i>Thiamin</i>)	200 mg
Komposisi yang dilarutkan dalam 1000 ml aquades		

Sumber : Murtidjo (2003)

E. Bioremediasi dan fitoplankton

1. Bioremediasi

Bioremediasi merupakan teknologi yang menggunakan mikroba untuk mengolah bahan kontaminan melalui mekanisme biodegradasi alamiah dengan menambahkan mikroba, nutrisi, donor elektron dan atau akseptor elektron (Yulia

dkk., 2012). Fikoremediasi merupakan upaya bioremediasi dengan agen mikroalga untuk mengurangi polutan yang ada diperairan. Dan teknologi ini yang ramah lingkungan karena fitoplankton bisa mengabsorpsi polutan dapat menyerap ion logam berat, ampu berkembang dan beradaptasi pada lingkungan yang tercemar (Suhendrayatna, 2001).

Bioremediasi menggunakan mikroalga menguntungkan untuk mengatasi pencemaran limbah diperairan karena ketersediaannya yang banyak diperairan, reproduksi cepat, rentang toksisitas mikroalga yang lebar, banyak limbah yang dapat diremediasi dan bersifat nonpatoge (Purnamawati dkk., 2015). Oleh karena itu, mikroalga dapat digunakan sebagai bioremedasi limbah dari industri dengan logam berat beracun.

Kandungan limbah cair batik industri batik dapat berupa zat organik, zat padat tersuspensi, fenol, kromium (Cr), minyak dan warna (Upit dkk, 2011). Pendapat lain juga menyatakan salah satu jenis logam berat pencemar prioritas tinggi yang ditemukan dalam limbah industri batik adalah timbal (Pb). Kadar Pb dalam limbah cair industri batik dapat mencapai 0,2349 mg/L (Agustina, 2011). Kandungan timbal pada limbah industri batik tersebut melebihi batas maksimum baku mutu yaitu 0,03 mg/L (PP RI Nomor 82/2011). Limbah cair industri batik dilaporkan mengandung logam berat seperti timbal, besi, seng, krom, tembaga dan kadmium (I Hartati dkk, 2011).

2. Mekanisme Detoksifikasi Logam Oleh Fitoplakton

Mikroalga mengikat ion logam dengan dua cara yaitu adsorpsi dan absorpsi. Pertama, adsorpsi adalah pengikatan secara fisik yang terjadi pada permukaan sel secara bebas, hal ini terjadi karena perbedaan muatan ligan dengan ion logam berat. Gugus karboksil pektin sangat mudah untuk berubah muatan menjadi ikatan negatif jika pH naik. Muatan negatif pada pektin diimbangi dengan masuknya kation yang berupa logam (Nath dkk, 2014).

Absorpsi merupakan penyerapan partikel yang melibatkan metabolisme sel. Logam berat diserap secara aktif melalui metabolisme sel. Logam berat diserap secara aktif melalui metabolisme sel fitoplakton dengan menghasilkan protein pengkhelat logam yakni fitokhelatin (PC) sebagai respon cekaman (Soeprbowati dan Hariyati, 2013). Biosintesis fitokelatin diinduksi oleh logam berat Cd, Hg, Ag, Cu, Ni, Au, Pb, AS dan Zn. Logam berat tersebut diikat oleh enzim gamma-glutamylcysteinyl dipeptidyl transpeptidase (*PC synthase*), sehingga memicu konversi glutatiom menjadi fitokelatin (Handayanto dkk, 2017). Jalur biosintesis fitokelatin yang diinduksi oleh logam berat Cd, Hg, Ag, Cu, Ni, Au, Pb, AS dan Zn secara sama (Noctor dkk, 2002).

3. Faktor Lingkungan yang memengaruhi Bioremediasi

Faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan mikroalga meliputi cahaya, suhu, nutrisi, salinitas dan pH. Struktur uniseluler mikralga memungkinkan mengubah energi cahaya menjadi energi kimia dengan mudah.

1. pH

pH atau derajat keasaman merupakan media yang menentukan kelarutan dan ketersediaan ion mineral sehingga memengaruhi penyerapan nutrisi oleh sel. Perubahan pH secara drastis dapat memengaruhi kerja enzim serta dapat menghambat proses fotosintesis dan pertumbuhan beberapa mikroalga (Soeprbowati dan Hariyati, 2013). Secara umum kisaran pH yang optimum untuk kultur suatu alga antara 7-9. Semakin tinggi kerapatan sel pada medium kultur menyebabkan kondisi medium kultur meningkat kadar keasamaannya (pH semakin tinggi) (Wijanarko dkk, 2007).

Suatu mikroalga pada umumnya menggunakan senyawa amonium yang merupakan hasil disosiasi amonium hidroksida. Nitrogen yang diperoleh dari pupuk walne pada nutrisi *Tetraselmis chuii* dalam medium. Amonium, nitrat dan nitrit merupakan bentuk senyawa nitrogen organik yang telah mengalami penguraian. Berikut merupakan reaksi pembentukan amonium :



Apabila reaksi bergeser ke kanan maka konsentrasi amonium dalam media meningkat sehingga pH menjadi basa. Nilai pH tidak meningkat lagi karena adanya gas CO_2 yang terlarut dalam media kultur digunakan sebagai buffer alami (Purnamawati dkk., 2015).

2. Suhu

Suhu adalah salah satu faktor penting yang memengaruhi pertumbuhan suatu alga. Perubahan suhu juga berkaitan dengan proses kimia, fisika dan biologi (meningkatnya respirasi mikroalga di perairan) (Taw, 1990 dalam Padang dkk., 2015). Meningkatnya suhu menyebabkan berkurangnya reaktifitas gugus fungsi yang berfungsi sebagai ligan karena gugus tersebut sebagai penyusun dinding sel dan sitoplasma, yang dapat rusak pada saat suhu tinggi. Namun, kenaikan suhu menurunkan laju adsorpsi relatif tidak terlalu besar (Buhani dkk, 2006).

Secara umum suhu yang optimal untuk pertumbuhan suatu alga yaitu kisaran 20-24°C. Suhu kultur diatur sedemikian rupa bergantung pada media yang digunakan juga. Suhu di bawah 16°C dapat menyebabkan kecepatan pertumbuhan turun sedangkan suhu di atas 36°C dapat menyebabkan kematian (Taw, 1990 dalam Padang dkk., 2015).

3. Salinitas

Salinitas dipengaruhi adanya peningkatan dari suhu dan aerasi didalam medium. Salinitas air sangat memengaruhi pertumbuhan, metabolisme dan fotosintesis fitoplakton. Garam memiliki efek langsung pada proses transfer elektron yang mengakibatkan penurunan efisiensi fotosintensis (Mohammadi dkk., 2015). Nilai salinitas pada perairan laut sekitar 30-40 % (Effendi, 2003)

4. Aerasi

Aerasi dalam suatu kultivasi mikroalga digunakan dalam proses pengadukan media kultur. Pengadukan sangat penting dilakukan dengan tujuan untuk mencegah terjadinya pengendapan sel, nutrisi yang tersebar dengan baik sehingga mikroalga dalam kultur mendapatkan nutrisi yang sama, mencegah perbedaan suhu medium dan meningkatkan pertukaran gas dari udara ke media (Taw 1990 dalam Padang dkk., 2015).

5. Cahaya

Cahaya adalah sumber energi yang dibutuhkan oleh suatu alga dalam proses fotosintesisnya yang berguna untuk pembentukan senyawa karbon organik. Intensitas cahaya sangat menentukan pertumbuhan mikroalga karena cahaya digunakan untuk fotosintesis (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).

6. TDS (*Total Dissolved Solids*)

Menurut Effendi (2003), padatan terlarut total atau sering dikenal dengan sebutan TDS merupakan bahan-bahan terlarut dan koloid yang berupa senyawa-senyawa kimia dan bahan-bahan lain yang tidak tersaring pada kertas saring berdiameter 0,45 mikrometer. TDS biasanya disebabkan oleh bahan anorganik yang berupa ion-ion yang biasa ditemukan di perairan. Air laut memiliki nilai TDS yang tinggi karena banyak mengandung senyawa kimia yang juga mengakibatkan tingginya nilai salinitas dan daya hantar listrik. Hubungan antara TDS dan salinitas dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hubungan antara Nilai TDS dan Salinitas

Nilai TDS (mg/l)	Tingkat Salinitas
0-1000	Air tawar
1.001-3.000	Agak asin/ payau
3.001-10.000	Keasinan sedang/payau
10.001-100.000	Asin
>100.000	Sangat Asin

(Sumber : Effendi, 2003)

Nilai TDS diperairan sangat dipengaruhi oleh pelapukan batuan, limpasan dari tanah dan dipengaruhi antropogenik (berupa limbah domestik dan industri) bahan-bahan yang tersuspensi dan terlarut pada perairan alami tidak bersifat toksik akan tetapi jika berlebihan dapat meningkatkan nilai kekeruhan yang selanjutnya akan menghambat penetrasi cahaya matahari ke kolom air dan akhirnya berpengaruh terhadap proses fotosintesis diperairan (Effendi, 2003).

7. BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

Untuk mengukur kadar organik dari limbah yang paling umum digunakan adalah BOD₅. Uji BOD adalah salah satu metode analisis yang paling banyak digunakan dalam penanganan limbah dan pengendalian polusi. Uji ini mencoba menentukan kekuatan polusi dari suatu limbah dalam pengertian kebutuhan mikroba akan oksigen dan merupakan ukuran tak langsung dari bahan organik dalam limbah (Jenie dan Winiati, 1993).

Menurut Jennie dan Winiati (1993), uji BOD distandarisasi pada periode 5 hari suhu 20°C. Sampel disimpan dalam botol yang kedap udara. Stabilisasi yang sempurna dapat membutuhkan waktu lebih dari 100 hari pada suhu 20°C. Periode inkubasi yang lama ini tidak praktis untuk penentuan rutin. Oleh karena itu, prosedur yang disarankan oleh AOAC (*Association of Official Analytical Chemists*)

adalah periode inkubasi 5 hari dan disebut BOD₅. Nilai ini hanya merupakan indeks jumlah bahan organik yang dapat dipecah secara biologik bukan ukuran sebenarnya dari limbah organik. Air buangan domestik yang tidak mengandung limbah industri mempunyai BOD kira-kira 200 ppm. Limbah pengolahan pangan umumnya lebih tinggi dan sering lebih dari 1000 ppm.

Menurut Perda DIY No. 7 tahun 2016 baku mutu kadar TDS pada limbah industri batik seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Baku Mutu Kadar TDS pada Limbah Industri Batik

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	5	0,3	5	0,075
Total Suhu	±3°C terhadap suhu udara			
pH	6,0-9,0			
Debit limbah Paling Banyak (m ³ / Ton produk batik)	60		15	

Sumber : Perda DIY No.7 tahun 2016

F. Hipotesis

1. Mikroalga *Tetraselmis chuii* dapat menurunkan logam berat timbal (Pb) dalam limbah batik sampai 80 %.

2. Perlakuan dengan kepadatan 15000 sel/ml paling baik untuk menurunkan logam berat Pb dalam limbah batik.

