

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Deskripsi Batik dan Zat Pewarnanya

Batik merupakan lukisan atau gambar pada kain mori/katun yang dibuat dengan alat bernama canting. Melukis atau menggambar pada kain mori dengan menggunakan canting disebut membatik (Bahasa Jawa: mbatik). Membatik, menghasilkan batik atau batikan, berupa macam-macam motif dan memiliki sifat-sifat khusus yang dimiliki batik itu sendiri (Soewardi, 2008). Berdasarkan proses pembuatannya (Nurainun dkk., 2008) batik terdiri dari 3 jenis yaitu batik tulis, batik cap, dan batik *printing*. Penjelasan dari masing-masing jenis batik tersebut adalah sebagai berikut:

1. Batik Tulis

Awalnya batik dibuat di atas bahan dengan warna putih yang terbuat dari kapas yang dinamakan kain mori. Hingga saat ini batik juga dibuat di atas bahan lain seperti sutera, poliester, dan rayon serta bahan sintesis lainnya. Motif batik dibentuk dengan cairan lilin atau malam dengan menggunakan alat yang disebut dengan canting untuk motif halus atau kuas untuk motif besar. Kain yang telah dilukis dengan lilin kemudian dicelup dengan warna yang diinginkan, biasanya dimulai dengan warna-warna muda. Proses pencelupan kemudian dilakukan untuk motif lain dengan warna lebih tua atau gelap. Setelah beberapa kali proses pewarnaan, kain yang telah dibatik dicelupkan ke dalam bahan kimia untuk melarutkan lilin.

2. Batik Cap

Batik cap menggunakan proses yang sama hanya saja penggambaran motif dilakukan dengan menggunakan cap atau stempel tembaga. Kain digelar diatas meja panjang, lalu cap atau stempel tembaga dicelupkan ke dalam lilin dan ditekan pada kain bolak-balik.

3. Batik *Printing*, diproduksi dengan mesin.

Menurut Daranindra (2010), zat pewarna batik adalah zat warna tekstil yang dapat digunakan dalam proses pewarnaan batik baik dengan cara pencelupan maupun coletan pada suhu kamar, sehingga tidak merusak lilin sebagai perintang warnanya. Berdasarkan sumber/asalnya, zat pewarna batik dibagi menjadi 2 golongan yaitu:

1. Pewarna alami

Zat warna yang diperoleh dari alam/tumbuh-tumbuhan baik secara langsung maupun tidak langsung. Bahan pewarna alam yang bisa digunakan dapat diambil pada tumbuhan di bagian daun, buah, kulit kayu ataupun bunga (Daranindra, 2010)

2. Pewarna buatan/pewarna sintetis

Zat warna kimia mudah diperoleh, stabil, dan praktis pemakaiannya. Zat warna ini merupakan turunan hidrokarbon aromatik seperti benzena, toluena, naftalena, dan antrasena yang merupakan cairan kental berwarna hitam serta terdiri dari despersi karbon dalam minyak.

Menurut Daranindra (2010), adapun zat warna yang biasa digunakan untuk mewarnai batik adalah:

a. Zat warna reaktif

Zat warna reaktif umumnya dapat bereaksi dan mengadakan ikatan langsung dengan serat sehingga merupakan bagian dari serat tersebut. Salah satu zat warna reaktif yang saat ini sering digunakan dalam pewarnaan batik adalah remazol. Ditinjau dari segi teknis, pewarnaan batik dengan remazol dapat digunakan dengan cara pencelupan, coletan maupun kuwasan. Zat warna ini memiliki sifat larut dalam air, mempunyai warna yang *brilliant* dengan ketahanan luntur yang baik, daya afinitasnya rendah.

b. Zat warna indigosol

Zat warna indigosol merupakan jenis zat warna bejana yang larut dalam air. Larutan zat warna ini merupakan suatu larutan berwarna jernih. Pada saat kain dicelupkan ke dalam larutan zat warna, belum diperoleh warna yang diharapkan. Setelah dimasukkan ke dalam larutan asam (HCl atau H₂SO₄) baru akan diperoleh warna yang dikehendaki.

c. Zat warna naphthol

Zat warna ini merupakan zat warna yang tidak larut dalam air. Untuk melarutkannya diperlukan zat pembantu berupa kostik soda. Pencelupan naphthol dikerjakan dalam 2 tingkat. Pertama pencelupan dengan larutan naphthol, pada pencelupan pertama belum diperoleh warna. Kemudian pencelupan tahap kedua dengan larutan garam diazodium akan diperoleh warna yang dikehendaki.

d. Zat warna *rapid*

Zat warna ini adalah naphthol yang telah dicampur dengan garam diazodium dalam bentuk yang tidak dapat bergabung. Untuk memperoleh warna yang dikehendaki, difiksasi dengan asam sulfat (H_2SO_4).

B. Karakteristik Limbah Cair Batik

Limbah cair merupakan gabungan atau campuran dari air dan bahan-bahan pencemar yang terbawa oleh air. Baik dalam keadaan terlarut maupun suspensi yang terbuang dari sumber domestik (perkantoran, perumahan, dan perdagangan) dan sumber industri. Pada saat tertentu limbah akan tercampur dengan air tanah, air permukaan, ataupun air hujan (Soeparman dan Suparmin, 2001). Dalam industri batik, proses produksi merupakan sumber utama penghasil limbah antara lain pada proses pewarnaan, pencelupan, pencucian, dan pengemasan (Setyaningsih, 2007). Menurut Kurniawan dkk (2013) menyatakan bahwa karakteristik limbah industri batik adalah hampir serupa dengan karakteristik limbah yang berasal dari industri tekstil dan *laundry*, antara lain:

1. Limbah bersifat alkalis
2. Berwarna
3. *Biological Oxygen Demand* (BOD) yang tinggi
4. Temperatur air limbah yang tinggi
5. *Suspended Solid* (zat padat tersuspensi) tinggi

Menurut Muljadi (2009), limbah cair industri batik cetak memiliki karakteristik berwarna keruh, berbusa, pH tinggi, konsentrasi BOD tinggi,

kandungan lemak alkali, dan zat warna dimana didalamnya terdapat kandungan logam berat. Senyawa logam berat yang bersifat toksik yang terdapat pada buangan industri batik cetak, diduga krom (Cr), Timbal (Pb), Nikel (Ni), tembaga (Cu), dan mangan (Mn). Berdasarkan Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 7 (2010), baku mutu limbah cair untuk kegiatan industri batik mempunyai 8 parameter yang harus terpenuhi sebelum dibuang ke lingkungan. Parameter-parameter tersebut dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Baku Mutu Limbah Cair Untuk Kegiatan Industri Batik

Parameter	Satuan	Kadar dan Beban Pencemar
		Kadar MAX (mg/L)
pH		6.0-9.0
Temperatur		$\pm 3^{\circ}\text{C}$ thd suhu udara
Konduktivitas	$\mu\text{mhos/cm}$	1.562,5
BOD	mg/L	50
COD	mg/L	100
TSS	mg/L	200
TDS	mg/L	1000
Seng (Zn)	mg/L	2

(Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta, 2010).

Industri batik “X” yang merupakan tempat melakukan pengambilan sampel, pernah dilakukan pemeriksaan kualitas limbah padat yang berasal dari endapan hasil proses koagulasi limbah cair pewarna indigosol dan pewarna remazol menggunakan tawas. Pemeriksaan dilakukan oleh Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit Yogyakarta (2012). Parameter yang diuji adalah Timbal (Pb), Kadmium

(Cd), Tembaga (Cu), Krom Total (Cr), dan Seng (Zn). Hasil uji limbah padat industri batik “X” dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji limbah cair batik “X”

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji	
			13.546 P	13.547 P
1	Timbal (Pb)	mg/kg	< 0,89	< 0,89
2	Kadmium (Cd)	mg/kg	< 0,120	< 0,120
3	Tembaga (Cu)	mg/kg	7,251	23,135
4	Krom Total(Cr)	mg/kg	< 1,32	4,668
5	Seng (Zn)	mg/kg	51,423	56,326

Keterangan:

13.546 P : Contoh uji limbah cair Batik “X” Kode 1

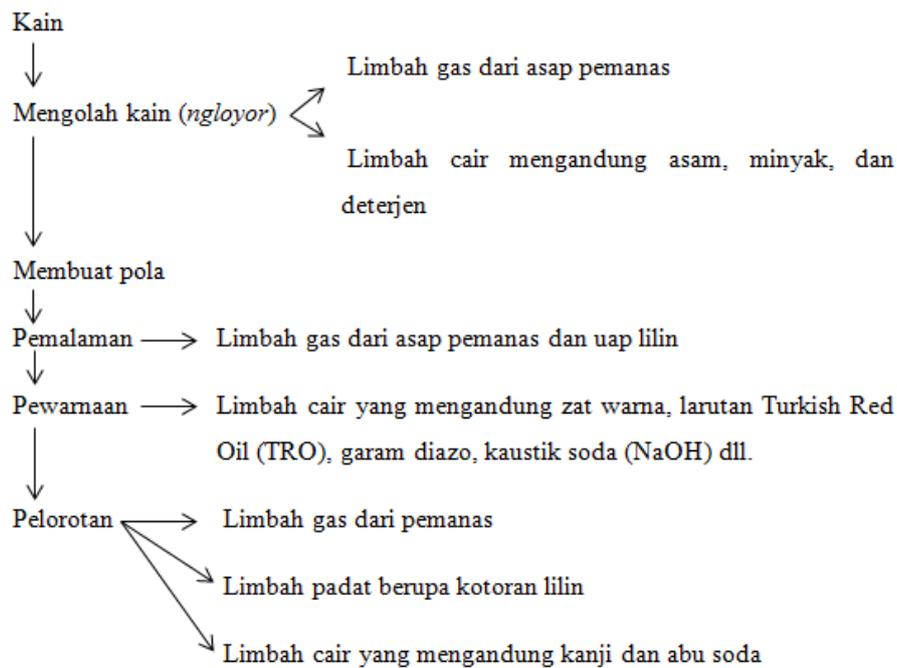
13.547 P : Contoh uji limbah cair Batik “X” Kode 2

Sumber : (BBTKL PP Yogyakarta, 2013).

Analisis lain juga dilakukan oleh Aryani dkk (2004), sampel limbah cair industri batik juga diuji oleh Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit Yogyakarta. Setelah diuji, diperoleh kadar COD sebesar 2200 mg/l, kadar BOD 869 mg/l, TSS 243 mg/l, dan TDS 1857 mg/l. Kadar COD, BOD, TSS, dan TDS tersebut berada di atas baku mutu limbah cair untuk kegiatan industri batik menurut Peraturan Gubernur DIY Nomor 7 (2010).

C. Dampak Limbah Cair Industri Batik

Pencemaran dan dampak terhadap lingkungan (Sembiring, 2008) ditemui di semua tahapan proses produksi pematikan yang meliputi persiapan, pelekatan lilin, pewarnaan, pelorotan dan pencucian. Adapun tahap proses pembuatan batik dan sumber limbah yang dihasilkannya ditunjukkan pada gambar berikut ini:



Gambar 1. Skema Pembuatan Batik dan Sumber Limbah
(Sumber : Sembiring, 2008)

Dari skema di atas terlihat bahwa limbah cair dari proses pembuatan batik berasal dari kegiatan pengolahan kain, pewarnaan, dan pelorotan. Pada proses pengolahan kain dan pewarnaan, limbah cair yang dihasilkan mengandung zat-zat kimia yang dapat memberikan kontribusi meningkatnya COD dan warna air limbah. Sedangkan pada kegiatan pelorotan, limbah cair yang dihasilkan memberikan kontribusi meningkatnya BOD air limbah (Sembiring, 2008). Pembuangan air limbah berwarna seperti industri batik tidak hanya merusak estetika badan air penerima limbah. Limbah berwarna dapat meracuni biota air yang ada di perairan tersebut. Selain itu, warna yang pekat akan menghalangi tembusnya sinar matahari pada badan air, sehingga mempengaruhi proses fotosintesis di dalam air. Akibatnya oksigen yang dihasilkan pada proses fotosintesis sedikit serta berdampak pada terganggunya kehidupan biota air

(Setyaningsih, 2007). Air bekas cucian pembuatan batik yang menggunakan bahan-bahan kimia banyak mengandung zat pencemar/racun yang dapat mengakibatkan gangguan terhadap lingkungan, kehidupan manusia, binatang maupun tumbuh-tumbuhan. Zat warna dapat mengakibatkan penyakit kulit. Hal yang sangat membahayakan adalah dapat mengakibatkan kanker kulit (Ninggar, 2014).

Dampak yang lain yaitu menurunnya produksi pertanian. Penurunan produksi pertanian disebabkan oleh penggunaan air sungai yang telah tercemar oleh limbah industri tekstil. Kualitas air sungai pada umumnya memenuhi syarat untuk irigasi kecuali sungai-sungai yang telah melewati daerah industri dimana yang sering terpolusi oleh limbah industri yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Pemberian air irigasi dengan kualitas yang baik dapat memperbaiki tanah, karena kandungan kalsium dalam air dan keuntungan dari proses pencucian kelebihan garam dalam tanah (Muzamil, 2010).

D. Deskripsi, Taksonomi dan Kemampuan Hiperakumulasi Tanaman *Typha latifolia*.

Tanaman *Typha latifolia* merupakan tanaman rumput-rumputan, tanaman *Rhizomatous* dengan batang yang panjang, hijau dan ramping. Bunga tanaman ini berwarna coklat, berbulu dengan bentuk seperti sosis. *Typha latifolia* memiliki tinggi antara 15-30 dm. perbungaan seperti taji, terminal, silinder yang memiliki bunga jantan pada bagian atas dan putik pada bagian bawah dengan sumbu yang tak tampak antara bagian bunga jantan dan putik. Taji berwarna hijau ketika masih muda, dan menjadi berwarna dewasa ketika tanaman telah dewasa. Daun basal

tipis dengan pembuluh paralel sepanjang daun yang panjang dan sempit.

Tanaman ini adalah tanaman *Rhizomatous* dan berbentuk koloni (Johanna, 2012).

Menurut Mohlenbrock (1992), berikut adalah klasifikasi ilmiah dari tanaman *Typha latifolia* :

Kerajaan	: <i>Plantae</i>
Subkerajaan	: <i>Trachiobionta</i>
Superdivisi	: <i>Spermatophyta</i>
Divisi	: <i>Magnoliophyta</i>
Kelas	: <i>Liliopsida</i>
Subkelas	: <i>Commelinidae</i>
Bangsa	: <i>Typhales</i>
Suku	: <i>Typhaceae</i>
Marga	: <i>Typha L.</i>
Spesies	: <i>Typha latifolia L.</i>



Gambar 2. Tanaman *Typha latifolia* (Sumber : Evasari, 2012)

Typha latifolia adalah tanaman abadi, ini berarti tanaman ini dapat hidup selama bertahun-tahun karena dapat menghasilkan benih dari tahun ke tahun. Siklus hidup tipikalnya adalah 3 tahun, tetapi masih bisa lebih. Tidak hanya menyebarkan benih, *Typha latifolia* menghasilkan pertumbuhan vegetatif dengan rhizomanya. *Typha latifolia* biasanya hidup di air dangkal dan merupakan

tanaman yang toleran terhadap fluktuasi ketinggian air dan salinitas tanah (Johanna, 2012).

Typha latifolia telah diketahui di berbagai negara sebagai aset berharga dalam metode penjernihan air yang murah dan efektif. *Typha latifolia* memiliki sistem perakaran yang banyak dan kuat yang dapat membantu menstabilisasi sungai dengan menyerap zat organik dan membatasi erosi tanah. Dari sisi ekonomisnya tanaman *Typha latifolia* dapat dijadikan tanaman hias, yaitu diambil bunganya untuk keperluan rangkaian bunga. Di Brazil daun *Typha latifolia* diiambil daunnya untuk membuat tikar dan kerajinan lainnya. Tanaman *Typha latifolia* banyak dijumpai di pada lahan basah alami di Indonesia dan dibudidayakan di Indonesia dengan nama daerah/lokal “tipa” sehingga dengan mudah dijumpai di toko pertanian atau toko bunga (Johanna, 2012).

Sementara itu diketahui *Typha latifolia* dapat mengabsorpsi logam berat Timbal (Pb) di genangan air lumpur lapindo Sidoarjo (Fitriah, 2009). Artinya, tanaman ini mampu hidup dan resisten terhadap tanah yang tergenang air lumpur yang tercemar logam berat. Berdasarkan hal di atas, maka tanaman ini bisa digunakan sebagai bioakumulator dalam memonitor lingkungan yang tercemar logam berat. Hasil penelitian ini didukung oleh Fao (2010) yang menunjukkan bahwa konsentrasi pemberian kadar logam berat seng (Zn) pada tanah dengan kadar tertentu menunjukkan pengaruh pertumbuhan pada *Typha latifolia*.

E. Fitoremediasi

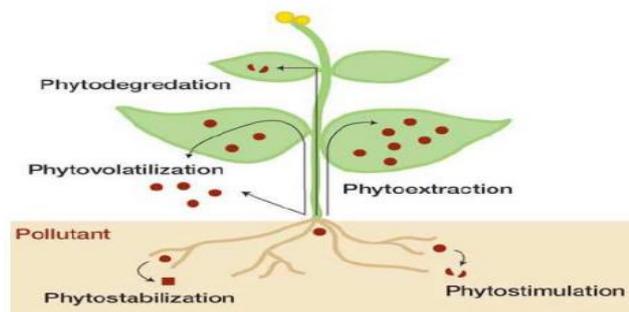
Fitoremediasi merupakan proses pencucian polutan yang dimediasi oleh tumbuhan, termasuk pohon, rumput - rumputan, dan tumbuhan air. Pencucian bisa

berarti penghancuran, inaktivasi atau imobilisasi polutan ke bentuk yang tidak berbahaya. Proses pencucian dapat diartikan sebagai penghancuran, inaktivasi atau imobilisasi polutan menjadi bentuk yang tidak berbahaya (Chaney dkk. 1995). Fitoremediasi sebagai salah satu upaya penggunaan tanaman dan bagian – bagiannya untuk mengurangi pencemaran lingkungan, dewasa ini semakin banyak dipakai baik untuk limbah organik maupun limbah anorganik (Effendi, 2003). Menurut Pilon-Smits (2005) fitoremediasi merupakan pemanfaatan tumbuhan dan mikrobia yang berasosiasi dengan tumbuhan untuk membersihkan lingkungan dari bahan pencemar organik dan anorganik.

Ada beberapa strategi fitoremediasi yang sudah digunakan secara komersial maupun masih dalam taraf riset yaitu strategi berlandaskan pada kemampuan mengakumulasi kontaminan (*phytoextraction*) atau pada kemampuan menyerap dan mentranspirasi air dari dalam tanah (*creation of hydraulic barriers*). Kemampuan akar menyerap kontaminan dari air tanah (*rhizofiltration*) dan kemampuan tumbuhan dalam memetabolisme kontaminan di dalam jaringan (*phytotransformation*) juga digunakan dalam strategi fitoremediasi (Kelly, 1997). Fitoremediasi juga berlandaskan pada kemampuan tumbuhan dalam menstimulasi aktivitas biodegradasi oleh mikrobia yang berasosiasi dengan akar (*phytostimulation*) dan imobilisasi kontaminan di dalam tanah oleh eksudat dari akar (*phytostabilization*) serta kemampuan tumbuhan dalam menyerap logam berat dari dalam tanah dan secara ekonomis digunakan untuk meremediasi tanah yang bermasalah (*phytomining*) (Chaney dkk, 1998).

Menurut Kelly (1997), fitoekstraksi merupakan penyerapan pencemar oleh tanaman dari air atau tanah dan kemudian diakumulasi/disimpan di dalam tanaman (daun atau batang), tanaman seperti itu disebut dengan hiperakumulator. Setelah pencemar terakumulasi, tanaman bisa dipanen dan tanaman tersebut tidak boleh dikonsumsi tetapi harus dimusnahkan dengan insinerator kemudian *dilandfilling*. Fitovolatilisasi merupakan proses penyerapan pencemar oleh tanaman dan pencemar tersebut diubah menjadi bersifat volatil dan kemudian ditranspirasikan oleh tanaman (Kelly, 1997).

Pencemar yang dilepaskan oleh tanaman ke udara bisa sama seperti bentuk senyawa awal pencemar, bisa juga menjadi senyawa yang berbeda dari senyawa awal. Fitodegradasi adalah proses penyerapan pencemar oleh tanaman dan kemudian pencemar tersebut mengalami metabolisme di dalam tanaman. Metabolisme pencemar di dalam tanaman melibatkan enzim antara lain nitroductase, laccase, dehalogenase dan nitrilase (Kelly, 1997). Fitostabilisasi merupakan proses yang dilakukan oleh tanaman untuk mentransformasi pencemar di dalam tanah menjadi senyawa yang non-toksik tanpa menyerap terlebih dahulu pencemar tersebut ke dalam tubuh tanaman. Hasil transformasi dari pencemar tersebut tetap berada di dalam tanah. Rhizofiltrasi adalah proses penyerapan pencemar oleh tanaman tetapi biasanya konsep dasar ini berlaku apabila medium yang tercemar adalah badan perairan (Kelly, 1997).



Gambar 3. Kemungkinan jalur penyerapan polutan (Sumber: Kelly, 1997).

Gambar 3 menunjukkan proses penyerapan pencemar diserap oleh tanaman melalui proses fitoekstraksi yang kemudian diakumulasi dalam tanaman, setelah itu pencemar akan diubah menjadi bersifat volatil melalui proses fitovolatilisasi dan di keluarkan ke udara, kemudian pencemar akan didegradasi oleh tanaman melalui proses fitodegradasi sebelum mengalami metabolisme didalam tanaman.

F. Logam Berat Seng (Zn)

Salah satu limbah yang dihasilkan oleh industri, yang berbahaya bila mencemari lingkungan air adalah logam berat. Logam berat yaitu logam yang mempunyai massa atom di atas 40 seperti besi (Fe), nikel (Ni), timbal (Pb), seng (Zn), tembaga (Cu), kadmium (Cd), air raksa (Hg), dan krom (Cr). Kelarutan logam-logam tersebut dalam air limbah cukup besar, lebih besar dibandingkan dengan kelarutan logam tersebut secara normal. Penyebab logam berat menjadi bahan pencemar yang berbahaya karena logam berat tidak dapat dihancurkan (*non degradable*) oleh organisme hidup dan terakumulasi ke lingkungan. Logam-logam berat tersebut akan menimbulkan masalah lingkungan karena unsur-unsur itu tidak terurai selamanya (Muzamil, 2010).

Logam berat adalah unsur logam yang memiliki massa jenis lebih besar dari 5 g/cm³, antara lain Cd, Hg, Pb, Zn, dan Ni. Logam berat Cd, Hg, dan Pb dinamakan sebagai logam nonesensial dan pada tingkat tertentu menjadi logam beracun bagi makhluk hidup. Logam berat merupakan unsur logam dengan berat molekul tinggi, dalam kadar rendah logam berat sudah beracun bagi tumbuhan dan hewan, termasuk manusia (Rumajar, 2010). Logam berat dalam air umumnya berpengaruh buruk terhadap proses-proses biologis. Timah (Pb), seng (Zn), dan tembaga (Cu) pada umumnya menyebabkan kematian ikan dan organisme perairan lainnya (Sumardjo, 2009).

Jika logam berat sudah terserap ke dalam tubuh maka tidak dapat dihancurkan. Hal serupa juga terjadi apabila suatu lingkungan terutama di perairan telah terkontaminasi (tercemar) logam berat maka proses pembersihannya akan sulit dilakukan. Kontaminasi logam berat ini dapat berasal dari faktor alam seperti kegiatan gunung berapi dan kebakaran hutan ataupun faktor manusia seperti pertambangan, proses industri, peleburan, pembakaran minyak bumi, kegiatan pertanian, peternakan, dan kehutanan (Yudo, 2006).

Selain bersifat racun, logam berat terakumulasi dalam sedimen dan biota melalui proses biokonsentrasi, bioakumulasi, dan biomagnifikasi oleh biota laut. Logam-logam berat yang masuk ke dalam tubuh hewan umumnya tidak dikeluarkan kembali dari tubuh mereka. Oleh karena itu, logam-logam cenderung menumpuk di dalam tubuh hewan. Akibatnya, logam-logam tersebut akan terus ada di sepanjang rantai makanan. Hal ini disebabkan karena predator pada satu trofik level yang lebih rendah sudah tercemar (Yudo, 2006).

Tubuh mengandung 2-2,5 gram seng yang tersebar di hampir semua sel. Sebagian sel berada dalam hati, pankreas, ginjal, otot, dan tulang. Jaringan yang banyak mengandung seng adalah mata, kelenjar prostat, spermatozoa, kulit, rambut, dan kuku. Seng di dalam plasma darah merupakan 0,1% dari seluruh seng dalam tubuh yang mempunyai masa pergantian yang cepat. Dosis sebanyak 2 gram atau lebih dapat menyebabkan muntah, diare, demam, kelelahan yang sangat, anemia, dan gangguan reproduksi (Almatsier, 2004).

Seng (Zn) adalah metal yang didapat pada industri keramik, kosmetik, industri batik dan karet (Hardjojo dan Djokosetiyanto, 2005). Zn dibutuhkan tubuh untuk proses metabolisme, akan tetapi dalam kadar tinggi unsur ini dapat bersifat racun. Bagi mikroorganisme termasuk mikroalga, Zn berfungsi untuk menstabilkan struktur dari protein, reaksi redoks, dan hidrolisis serta menjadi pemicu suatu rangkaian proses (Amien, 2007).

Limbah industri yang mengandung logam Zn di buang ke perairan dalam jumlah banyak, maka dapat menimbulkan pencemaran perairan. Senyawa Zn mempunyai kemampuan melarut yang relatif tinggi, maka dari itu logam ini tersebar luas di perairan. Apabila konsentrasi logam berat Zn dalam perairan berada pada konsentrasi yang tinggi, maka logam tersebut dapat terakumulasi ke dalam tubuh biota air (Amien, 2007).

G. Jerami Padi

Jerami padi merupakan limbah hasil pertanian tanaman padi yang jumlahnya melimpah di Indonesia. Limbah jerami padi ini belum dimanfaatkan secara optimal, selama ini jerami padi dimanfaatkan oleh petani sebagai pakan ternak

sekitar 22%, pupuk kompos sekitar 20-29% dan sisanya dibakar untuk menghindari penumpukkan (Ikhsan dkk, 2009). Menurut Saha (2004) komponen terbesar penyusun jerami padi adalah selulosa (35-50%), hemiselulosa (20-35%), dan lignin (10-25%). Bahan organik yang paling banyak dihasilkan dalam pertanian padi merupakan sumber bahan organik tanah yang potensial, relatif murah, dan mudah didapat (Suhartati dan Roechman, 2001).

Namun, pemanfaatan jerami padi memiliki beberapa kendala, diantaranya dikarenakan rendahnya nilai kecernaan jerami padi yang disebabkan oleh lignifikasi dinding sel tanaman. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas jerami padi adalah dengan memecah ikatan kompleks lignoselulosa baik secara kimia, fisika, biologi maupun kombinasinya (Doyle dkk, 1986). Pemanfaatan mikroorganisme yang memiliki sifat lignoselulolitik dapat digunakan untuk memecah ikatan pada kompleks tersebut melalui cara fermentasi.

Dalam proses fermentasi terjadi proses pemecahan ikatan kompleks lignin, selulosa, dan hemiselulosa oleh mikroorganisme selulolitik. Mikroorganisme yang mempunyai sifat selulolitik akan menghasilkan enzim selulase yang dapat merombak selulosa menjadi selubiosa hingga akhirnya menjadi menjadi glukosa (Mandels dan Reese, 1957). Pada kondisi ini, mikroorganisme mampu bekerja dengan baik karena didukung oleh kondisi lingkungan yang sesuai. Dalam kondisi ini mikroorganisme mampu bekerja lebih cepat untuk mendegradasi bahan-bahan organik yang terkandung dalam substrat jerami padi (Yulita dkk, 2015).

H. *Pseudomonas sp*

Bakteri genus *Pseudomonas*, banyak digunakan sebagai biomaterial biosorben karena memiliki kemampuan menyerap berbagai logam seperti chromium (VI), copper (Cu), cadmium (Cd), Plumbum (Pb), zinc (Zn) (Vijayaraghavan dan Yeoung-Sang, 2008). Hidayat dkk (2013) dalam penelitiannya menggunakan biomassa campuran bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan *Pseudomonas sp* dapat digunakan sebagai biosorben yang mampu menurunkan limbah sintetik Zn sebesar 25,43 mg/L. Selain memiliki kemampuan resisten yang tinggi terhadap logam berat serta substansi toksik lainnya.

Bakteri dari genus *Pseudomonas* juga hanya memerlukan nutrisi yang sederhana dan memiliki pertumbuhan yang cepat pada medium laboratorium standar (Pardo dkk, 2003). Hal ini menunjukkan bahwa *Pseudomonas* memiliki potensi besar untuk menanggulangi limbah yang tercemar logam berat. Seperti pada penelitian yang dilakukan Nurbidayah dkk. (2014), yang telah melakukan biodegradasi pada limbah cair industri kain batik Sasirangan. Ditemukan 3 isolat bakteri yaitu *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, dan *Pseudomonas putida* yang memiliki kemampuan yang baik dalam mendegradasi zat warna.

Astirin dan Winarno (2000) juga melakukan penelitian perbaikan kualitas dan dekolorisasi limbah cair industri batik tradisional menggunakan *Pseudomonas sp*. *Pseudomonas sp*. yang berasal dan hidup pada limbah cair industri batik dapat menurunkan BODs dan COD limbah. Bentuk sel bakteri *Pseudomonas sp coccus*, morfologi koloni bakteri *Pseudomonas sp* berbentuk *curled*, warna putih, tepi *undulate*, elevasi *low convex*, dan motilitasnya adalah motil (Novia, 2016).

I. Hipotesis

1. Tanaman Tipa (*Typha latifolia*) dan jerami fermentasi dengan *Pseudomonas aeruginosa* efektif menurunkan kadar logam berat Zn dan kualitas limbah cair batik dalam waktu 14 hari dengan IBR > 70%.
2. Jumlah variasi tanaman Tipa (*Typha latifolia*) dan jerami fermentasi dengan *Pseudomonas aeruginosa* yang efektif dalam menurunkan kadar logam berat Zn pada limbah cair batik adalah 6 batang.

