

**POTENSI MIKROALGA *Microcystis flos-aquae* SEBAGAI PENYERAP LIMBAH Cd
(KADMIUM) DARI WILAYAH PERAIRAN DI DAERAH GRESIK**

**LAPORAN SKRIPSI
MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

Oleh:
IMROATUS SHOLIHAH
NIM. 0610810027



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

MALANG

2010



**POTENSI MIKROALGA *Microcystis flos-aquae* SEBAGAI PENYERAP LIMBAH Cd
(KADMIUM) DARI WILAYAH PERAIRAN DI DAERAH GRESIK**

*Laporan Skripsi Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapat Gelar Sarjana pada Fakultas
Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang*

Oleh:
IMROATUS SHOLIAH
NIM. 0610810027

Menyetujui,

Dosen Penguji I

ttd

Ir. Muhammad Musa, MS
NIP. 19570507 198602 1 002

Tanggal : _____

Dosen Pembimbing I

ttd

Asus Maizar SH., S.Pi., MP
NIP. 19720529 20031 2 001

Tanggal : _____

Dosen Penguji II

ttd

Dr. Uun Yanuhar, S.Pi., MSi
NIP. 19730404 200212 2 001

Tanggal : _____

Dosen Pembimbing II

ttd

Yuni Kilawati S.Pi., MSi.
NIP.19730702 200501 2 001

Tanggal : _____

Mengetahui,
Ketua Jurusan

ttd

Dr. Ir. Happy Nursyam, MS.
NIP.19600322 198601 1 001

Tanggal : _____

RINGKASAN

IMROATUS SHOLIHAH. Potensi Mikroalga *Microcystis flos-aquae* Sebagai Penyerap Limbah Cd (Kadmium) dari Perairan di Wilayah Gresik (dibawah bimbingan Asus Maizar S.H, S.Pi, MP. dan Yuni Kilawati, S.Pi., M.Si.)

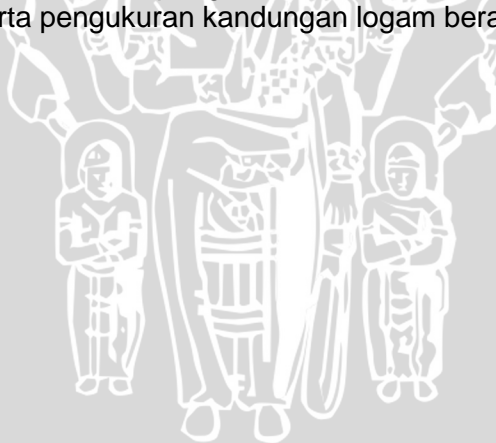
Gresik merupakan Sub Wilayah Pengembangan Bagian (SWPB) yang tidak terlepas dari kegiatan sub wilayah pengembangan Gerbang Kertosusilo. Saat ini Gresik telah menjadi kawasan industri dari skala rumah tangga hingga skala multinasional. Industri-industri tersebut umumnya membuang limbah ke perairan yang ada di sekitarnya, misalnya perairan Sungai Bengawan Solo, Sungai Romokalisari, dan Telaga Ngipik. Adanya masukan limbah ke dalam perairan tersebut akan menyebabkan terjadinya perubahan kondisi fisik dan kimiawi perairan di wilayah Gresik. Meskipun dalam konsentrasi yang masih rendah akan tetapi bila dibiarkan terakumulasi terus-menerus akan sangat berbahaya dan beracun seperti bahan pencemar logam-logam berat : Hg, Pb, Cd, As, dan sebagainya. Salah satu alternatif dalam menurunkan kandungan limbah bahan pencemar di perairan adalah dengan menggunakan agen biologi. Agen biologi tersebut di perairan antara lain makrofita dan mikrofita. Salah satu jenis organisme yang dapat digunakan dalam proses bioremediasi adalah mikroalga jenis *Microcystis flos-aquae*. Mikroalga tersebut di perairan menghasilkan toxin sehingga diperlukan penelitian lebih dalam tentang *Microcystis flos-aquae* yang tidak dimanfaatkan dan dianggap merugikan, ternyata memiliki peran yang sangat penting di perairan yaitu dapat menurunkan kandungan logam berat.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi *Microcystis flos-aquae* dalam menurunkan kandungan logam berat Cd dari perairan di wilayah Gresik. Hipotesis dari penelitian ini adalah diduga bahwa *Microcystis flos-aquae* memiliki potensi untuk menurunkan limbah Cd dari perairan di wilayah Gresik. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Hidrobiologi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang mulai bulan Desember 2009 sampai Maret 2010.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu mengadakan percobaan untuk melihat suatu hasil. Analisis data dalam penelitian ini menggunakan RAL (Rancangan Acak Lengkap) dengan 3 perlakuan dan 3 kali pengulangan. Tiga perlakuan tersebut meliputi perlakuan A (penambahan sampel air dari Sungai Romokalisari), perlakuan B (penambahan sampel air dari Telaga Ngipik) dan perlakuan C (penambahan sampel air dari Sungai Bengawan Solo). Kegiatan penelitian ini meliputi: uji pendahuluan sampel air, pengambilan sampel air masing-masing sebanyak 30 L, persiapan bak percobaan, pengkondisian air sampel, persiapan kultur meliputi persiapan pupuk yaitu walne (dosis 2 ml/liter), urea (dosis 30 mg/liter), dan TSP (dosis 40mg/liter), kemudian sterilisasi alat dan media, kultur perbanyak mulai tahap 1 sampai tahap 6 agar diperoleh volume kultur 10 liter, perhitungan kepadatan, panen *Microcystis flos-aquae*, perlakuan dengan air sampel dengan *Microcystis flos-aquae*, pengukuran parameter pendukung meliputi suhu dan pH diamati setiap hari, sedangkan DO, nitrat, dan fosfat di amati pada awal dan akhir perlakuan, dan analisa kandungan logam berat Cd di dalam air dan mikroalga pada awal dan akhir perlakuan.

Hasil analisis kandungan logam berat kadmium yang diperoleh pada sampel awal air sungai bervariasi, yaitu pada perlakuan A yaitu air Sungai Romokalisari sebesar 0,0031 mg/liter, pada perlakuan B yaitu air Telaga Ngipik sebesar 0,0029 mg/liter, dan pada perlakuan C yaitu air Sungai Bengawan Solo sebesar 0,0024 mg/liter. Hasil kandungan logam berat Cd di dalam air pada akhir penelitian dimana pada ketiga sampel air tersebut telah ditambahkan mikroalga *Microcystis flos-aquae* adalah tidak terdeteksi (tt). Penurunan tersebut menunjukkan adanya kandungan Cd yang mengendap di dasar sedimen. Hasil kandungan logam berat di dalam mikroalga *Microcystis flos-aquae* pada awal penelitian diperoleh hasil 0,0086 mg/liter dan pada akhir penelitian kandungan logam berat pada sampel B2 dan C1 sebesar 0,006 mg/liter dan 0,004 mg/liter, sedangkan pada sampel lain tidak terdeteksi. Penyerapan logam berat oleh *Microcystis flos-aquae* juga tergantung pada kisaran kualitas air dalam media yaitu suhu (28,6-28,9°C), pH (8 - 9), DO (8,2-8,75 mg/liter), nitrat (0,45 – 6,34 mg/liter) dan fosfat (0,14 – 0,56 mg/liter).

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah bahwa Mikroalga *Microcystis flos-aquae* memiliki potensi untuk menyerap logam berat Cd sebesar 0,004-0,006 mg/l. Berdasarkan analisis uji F dimana F hitung < F tabel 5%, maka dapat disimpulkan bahwa perlakuan dengan penambahan air sungai dengan kandungan logam berat Cd yang berbeda tidak berpengaruh terhadap kemampuan penyerapan logam berat Cd oleh mikroalga *Microcystis flos-aquae*. Saran dari penelitian ini adalah dilakukan penelitian yang lebih detail mengenai fluktuasi daya serap *Microcystis flos-aquae* terhadap logam berat dalam satu siklus hidup dengan dosis yang lebih tinggi serta pengukuran kandungan logam berat pada sedimen.



KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulisan laporan skripsi ini dapat terselesaikan. Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya.

Laporan ini memuat bagaimana proses kegiatan kultur murni mikroalga *Microcystis flos-aquae*, terutama dalam melihat potensi mikroalga *Microcystis flos-aquae* dalam kemampuannya untuk menyerap logam berat Cd di perairan.

Atas terselesainya laporan skripsi ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan serta Bapak Agus Maizar dan Ibu Yuni Kilawati selaku dosen pembimbing yang telah memberikan saran, dorongan, dan bimbingannya selama ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, berbagai saran dan kritik sangat penulis harapkan. Akhirnya penulis berharap semoga tulisan ini bermanfaat dan dapat memberikan informasi bagi semua pihak yang berminat dan memerlukan.

Malang, 24 Juni 2010

Penulis

DAFTAR ISI

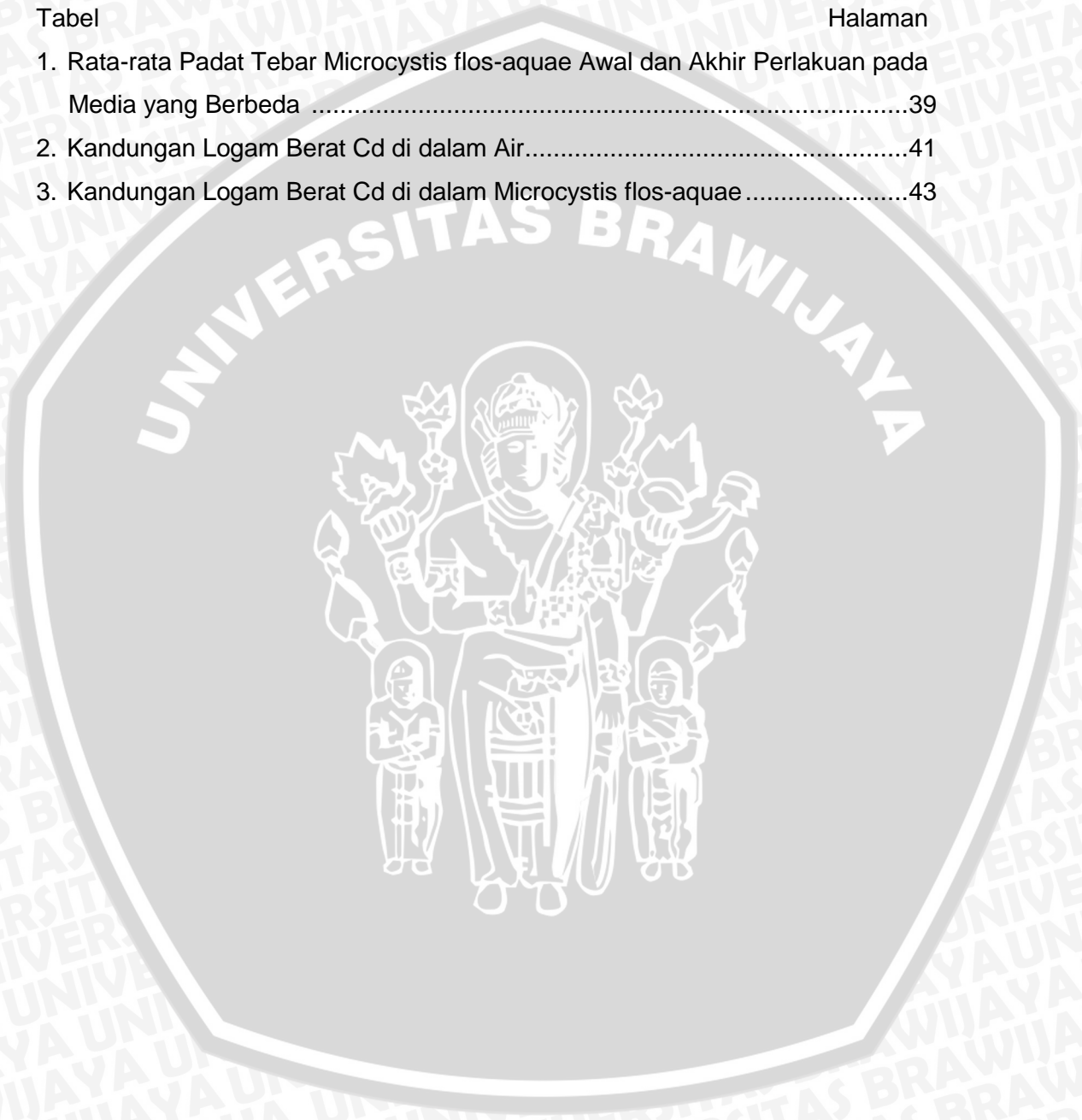
	Halaman
RINGKASAN	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	5
1.3 Tujuan	6
1.4 Kegunaan	6
1.5 Hipotesis	6
1.6 Tempat dan Waktu	6
1.7 Jadwal Pelaksanaan	7
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 <i>Microcystis flos-aquae</i>	8
2.1.1 Klasifikasi <i>Microcystis flos-aquae</i>	8
2.1.2 Morfologi <i>Microcystis flos-aquae</i>	8
2.2.3 Pola Pertumbuhan <i>Microcystis flos-aquae</i>	9
2.2 Logam Berat Cd (Kadmium).....	10
2.2.1 Pencemaran Logam Berat Cd (Kadmium) di Perairan	10
2.2.2 Sifat-sifat Logam Berat Cd (Kadmium)	11
2.2.3 Mekanisme Penyerapan Cd (Kadmium) di Perairan	12
2.3 Bioremediasi	14
2.4 Kultur <i>Microcystis flos-aquae</i>	15
2.4.1 Kultur Murni <i>Microcystis flos-aquae</i>	15
2.4.2 Kultur Massal <i>Microcystis flos-aquae</i>	16

3. MATERI DAN METODE PENELITIAN.....	17
3.1 Materi Penelitian.....	17
3.1.1 Alat.....	17
3.1.2 Bahan.....	18
3.2 Metode Penelitian.....	18
3.3 Prosedur Penelitian.....	19
4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1 Keadaan Lokasi Pengambilan Sampel Air dari wilayah Perairan di Daerah Gresik.....	33
4.2 Hasil Kultur <i>Microcystis flos-aquae</i>	36
4.3 Kepadatan <i>Microcystis flos-aquae</i>	39
4.4 Analisis Kandungan Logam Berat Cd (Kadmium).....	40
4.4.1 Analisis Kandungan Logam Berat Cd di dalam Air.....	40
4.4.2 Analisis Kandungan Logam Berat Cd di dalam Mikroalga.....	42
4.5 Individu <i>Microcystis flos-aquae</i> Pada Perlakuan Yang Berbeda.....	45
4.6 Parameter Pendukung.....	46
4.6.1 Suhu.....	46
4.6.2 pH.....	47
4.6.3 Oksigen Terlarut.....	48
4.6.4 Nitrat.....	48
4.6.5 Fosfat.....	49
5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	51
5.1 Kesimpulan.....	51
5.2 Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA.....	52
LAMPIRAN.....	56



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Rata-rata Padat Tebar <i>Microcystis flos-aquae</i> Awal dan Akhir Perlakuan pada Media yang Berbeda	39
2. Kandungan Logam Berat Cd di dalam Air.....	41
3. Kandungan Logam Berat Cd di dalam <i>Microcystis flos-aquae</i>	43



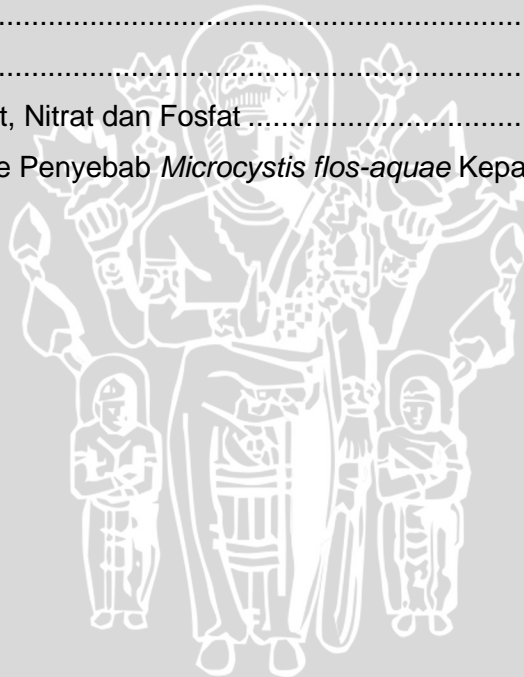
DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Skema Perumusan Masalah.....	5
2. <i>Microcystis flos-aquae</i>	8
3. Pola Pertumbuhan Mikroalga	11
4. Proses <i>pasivive uptake</i> Cr pada permukaan membran sel.....	15
5. Skema Prosedur Penelitian	22
6. <i>Haemocytometer</i>	29
7. Denah (<i>lay out</i>) Percobaan.....	33
8. Sungai Romokalisari (Perlakuan A)	36
9. Telaga Ngipik (Perlakuan B)	37
10. Sungai Bengawan Solo (Perlakuan C).....	38
11. Kultur Tahap 1	39
12. Kultur Tahap 2	40
13. Kultur Tahap 3	40
14. Kultur Tahap 4	41
15. Kultur Tahap 5	42
16. Sampel setelah Perlakuan.....	44
17. Individu <i>Microcystis flos-aquae</i> pada Perbesaran 400 x.....	52



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Hasil Uji Kandungan Logam Berat Cd (Kadmium) pada Air sebelum Perlakuan.	58
2. Hasil Uji Kandungan Logam Berat Cd (Kadmium) pada Air setelah Perlakuan	59
3. Hasil Uji Kandungan Logam Berat Cd (Kadmium) pada <i>Microcystis flos-aquae</i> sebelum Perlakuan	60
4. Hasil Uji Kandungan Logam Berat Cd (Kadmium) pada <i>Microcystis flos-aquae</i> setelah Perlakuan	61
5. Data Harian Suhu.....	62
6. Data Harian pH.....	63
7. Data Oksigen Terlarut, Nitrat dan Fosfat	64
8. Salah satu Organisme Penyebab <i>Microcystis flos-aquae</i> Kepadatan Menurun	65



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri di daerah Gresik dan sekitarnya cukup pesat. Gresik merupakan Sub Wilayah Pengembangan Bagian (SWPB) yang tidak terlepas dari kegiatan sub wilayah pengembangan Gerbang Kertosusilo (Gresik, Bangkalan, Mojokerto, Surabaya, Sidoarjo, Lamongan). Saat ini Gresik telah menjadi kawasan industri dari skala rumah tangga hingga skala multinasional. Industri-industri tersebut antara lain bergerak di bidang semen, industri pengolahan kayu, industri cat, industri tekstil, industri alat-alat rumah tangga, industri pupuk, industri peleburan baja dan pembangkit listrik (Purnomo dan Muchyiddin, 2007).

Peningkatan industri tersebut diikuti dengan penambahan jumlah limbah, baik berupa limbah cair, padat maupun gas. Limbah tersebut mengandung bahan kimia yang beracun dan berbahaya dan masuk kedalam perairan melalui daerah aliran sungai. Perairan tersebut diantaranya sungai Romokalisari, Bengawan Solo dan telaga Ngipik. Ketiga lokasi perairan tersebut bersebelahan dengan industri yaitu semen, industri pengolahan kayu, industri cat, industri tekstil, industri alat-alat rumah tangga dan industri pupuk. Kondisi tersebut dikhawatirkan mempengaruhi kondisi fisika, kimia perairan di daerah Gresik. Suharto (2005), menyatakan bahwa suatu lingkungan hidup dikatakan tercemar apabila terjadi perubahan dalam tatanan lingkungan itu sehingga tidak sama lagi dengan bentuk awalnya sebagai akibat masuk atau dimasukkannya suatu zat atau benda asing ke dalam tatanan lingkungan itu.

Air sering tercemar oleh komponen-komponen anorganik antara lain berbagai logam berat yang berbahaya. Logam-logam berat yang berbahaya yang sering mencemari lingkungan antara lain merkuri (Hg), timbal (Pb), arsenik (As), kadmium (Cd), khromium (Cr), dan nikel (Ni). Logam-logam berat tersebut diketahui dapat terakumulasi di dalam tubuh suatu mikroorganisme, dan tetap tinggal dalam jangka waktu lama sebagai racun. Peristiwa yang menonjol dan dipublikasikan secara luas akibat pencemaran logam berat adalah pencemaran merkuri (Hg) yang menyebabkan *Minamata disease* di teluk Minamata, Jepang dan pencemaran kadmium (Cd) yang menyebabkan *Itai-itai disease* di sepanjang sungai Jinzo di Pulau Honsyu, Jepang (Supriyanto *et al*, 2007).

Salah satu logam berat yang berbahaya kedua adalah Cd (kadmium). Cd merupakan salah satu logam berat yang bersifat racun dan merugikan bagi semua organisme hidup, bahkan juga berbahaya untuk manusia. Dalam badan perairan, kelarutan Cd dalam konsentrasi tertentu dapat membunuh biota perairan (Lestari dan Edward, 2004). Perairan yang diperuntukkan bagi kepentingan pertanian dan peternakan, kadar kadmium sebaiknya tidak melebihi 0,05 mg/liter. Untuk melindungi kehidupan ekosistem akuatik, perairan sebaiknya memiliki kadar kadmium sekitar 0,0002 mg/liter (Moore, 1991 *dalam* Effendi, 2003). Hasil uji pendahuluan kandungan logam berat pada perairan di wilayah Gresik menunjukkan bahwa perairan Gresik berpotensi mengandung logam berat Cd yang melebihi ambang batas untuk melindungi kehidupan organisme akuatik yaitu berkisar antara 0,0024-0,0031 mg/liter.

Kehadiran logam berat yang melebihi ambang batas sangat mengkhawatirkan terutama yang bersumber dari pabrik. Sifat beracun dan berbahaya dari logam berat ditunjukkan oleh sifat fisik dan kimia bahan baik dari segi kualitas dan kuantitasnya. Logam berat adalah unsur dengan berat molekul tinggi. Dalam kadar rendah logam berat umumnya sudah beracun bagi tumbuhan, hewan, termasuk manusia. Termasuk logam berat yang sering mencemari habitat adalah Hg, Cr, Cd, As dan Pb (Am.geol.Inst. 1976 dalam Notohadiprawito, 1993). Logam berat berbahaya karena umumnya memiliki konsentrasi kecil dapat bersifat racun dan berbahaya. Logam berat merupakan komponen alami tanah. Elemen ini tidak dapat didegradasi maupun dihancurkan. Logam berat dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui makanan, air minum, atau udara (AdInfo, 2009).

Penyebab utama logam berat menjadi bahan pencemar berbahaya yaitu logam berat tidak dapat dihancurkan (*non degradable*) oleh organisme hidup di lingkungan dan terakumulasi ke lingkungan, terutama mengendap di dasar perairan membentuk senyawa kompleks bersama bahan organik dan anorganik secara adsorpsi dan kombinasi (Djuangsih, *et al.*, 1982 dalam Rochyatun dan Abdul, 2007). Biota air yang hidup dalam perairan tercemar logam berat, dapat mengakumulasi logam berat tersebut dalam jaringan tubuhnya. Makin tinggi kandungan logam dalam perairan akan semakin tinggi pula kandungan logam berat yang terakumulasi dalam tubuh hewan tersebut (Rai *et al*, 1981 dalam Rochyatun dan Abdul, 2007).

Logam berat selain dalam tubuh organisme, juga dapat terakumulasi dalam padatan yang ada dalam perairan seperti sedimen. Sedimen adalah lapisan bawah yang melapisi sungai, danau, *reservoir*, teluk, muara, dan lautan. Pada umumnya logam-logam berat yang terdekomposisi pada sedimen tidak terlalu berbahaya bagi

mahluk hidup perairan, tetapi oleh adanya pengaruh kondisi akuatik yang bersifat dinamis seperti perubahan pH, akan menyebabkan logam-logam yang terendapkan dalam sedimen terionisasi ke perairan. Hal inilah yang merupakan bahan pencemar dan akan memberikan sifat toksik terhadap organisme hidup bila ada dalam jumlah yang berlebih (Connel and Miller, 1995; Siaka, 1998 *dalam* Siaka, 2008).

Penanganan logam berat dengan mikroorganisme atau mikrobial yang dikenal dengan bioremediasi, menjadi alternatif yang dapat dilakukan untuk menurunkan kandungan elemen logam berat di perairan. Bioremediasi diartikan sebagai proses pembersihan pencemaran dengan menggunakan mikroorganisme. Bioremediasi bertujuan untuk memecah atau mendegradasi zat pencemar menjadi bahan yang kurang beracun atau tidak beracun. Berdasarkan penelitian Suhendrayatna (2001) *dalam* Webadmin (2006), penyerapan ion logam berat oleh sianobakteria dan mikroorganisme terdiri atas dua mekanisme yang melibatkan proses *active uptake* (biosorpsi) dan *passive uptake* (bioakumulasi). Proses *active uptake* dapat terjadi pada berbagai tipe sel hidup. Mekanisme ini secara simultan terjadi sejalan dengan konsumsi ion logam untuk pertumbuhan sianobakteria, dan akumulasi intraselular ion logam tersebut.

Penelitian terdahulu tentang potensi mikroalga dalam penyerapan logam berat Pb dan Hg yang dapat digunakan sebagai bioremediasi dengan memanfaatkan mikroalga *Microcystis flos-aquae*. Oleh sebab itu diperlukan penelitian lebih lanjut terhadap potensi *Microcystis flos-aquae* dalam menurunkan kandungan logam berat Cd dari perairan, mikroalga tersebut kelimpahannya di perairan cukup tinggi karena tidak dimanfaatkan. Ukuran *Microcystis flos-aquae* 3-4,5 μm , ukuran yang sangat kecil dengan susunan sel seperti agar-agar. Beberapa

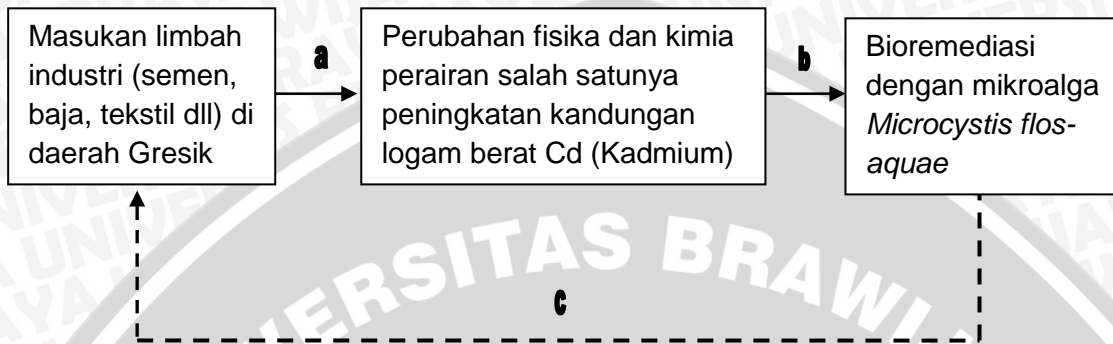
jenis *Microcystis* memproduksi toxin yang dilaporkan dapat mengakibatkan masalah kesehatan bagi hewan yang meminum air yang mengandung *Microcystis*, iritasi kecil pada kulit dan kegelisahan pada manusia ketika bersentuhan langsung saat *blooming Microcystis* (Cblife, 2009).

Kelebihan lain memanfaatkan *Microcystis flos-aquael* adalah tidak disukai ikan karena sulit dicerna. Lapisan dinding sel yang tebal dan keras, terdiri dari sellulose, hemisellulose, lignin dan pektin, membuat *Microcystis flos-aquae* sulit dicerna, bahkan seringkali dijumpai masih hidup setelah keluar dari pencernaan ikan. Kemampuannya membentuk spora pada lingkungan yang kering membuat *Microcystis flos-aquae* tetap survive hidup pada lingkungan yang ekstrim (Masitha *et al*, 2005). Oleh karena itu diperlukan penelitian lebih dalam tentang *Microcystis flos-aquae* yang tidak dimanfaatkan dan dianggap merugikan, ternyata memiliki peran yang sangat penting di perairan yaitu dapat menurunkan kandungan logam berat.

1.2 Perumusan Masalah

Logam berat seperti kadmium (Cd) merupakan salah satu bentuk materi anorganik yang sering menimbulkan berbagai permasalahan yang cukup serius pada perairan. Untuk itu, diperlukan suatu usaha untuk mengembalikan kondisi perairan tersebut seperti sedia kala yaitu melalui bioremediasi dimana dalam teknik ini digunakan *Microcystis flos-aquae* untuk mengurangi kandungan logam berat di perairan.

Dari uraian tersebut, maka rumusan masalah dalam penelitian ini seperti pada gambar 1 berikut ini:



Gambar 1. Skema Perumusan Masalah

- Masukan limbah industri di daerah Gresik (semen, baja, tekstil dll) mempengaruhi kondisi fisika dan kimia perairan di daerah Gresik (salah satunya meningkatkan kandungan logam berat Cd)
- Perubahan fisika kimia perairan tersebut salah satunya tingginya kandungan logam berat Cd (Kadmium), akan menurun melalui bioremediasi dengan mikroalga *Microcystis flos-aquae*.
- Informasi tentang potensi *Microcystis flos-aquae* untuk menurunkan kandungan limbah Cd dari wilayah perairan di Gresik dapat digunakan sebagai upaya pengelolaan limbah agar dapat diaplikasikan untuk pengolahan limbah di wilayah industri.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi mikroalga *Microcystis flos-aquae* dalam menurunkan kandungan logam berat Cd pada wilayah perairan di daerah Gresik.

1.4 Kegunaan

Kegunaan dari penelitian ini adalah untuk memperluas wawasan dan keterampilan mahasiswa dalam melakukan kegiatan Bioremediasi dengan memanfaatkan mikroalga *Microcystis flos-aquae* dengan bekal yang diperoleh dari bangku kuliah. Harapan yang di inginkan pada penelitian ini adalah memberi informasi kepada masyarakat tentang potensi *Microcystis flos-aquae* dalam menyerap logam berat Cd pada perairan sungai-sungai di daerah Gresik.

1.5 Hipotesis

Diduga bahwa *Microcystis flos-aquae* memiliki potensi dalam menurunkan limbah logam berat Cd pada perairan sungai-sungai di daerah Gresik.

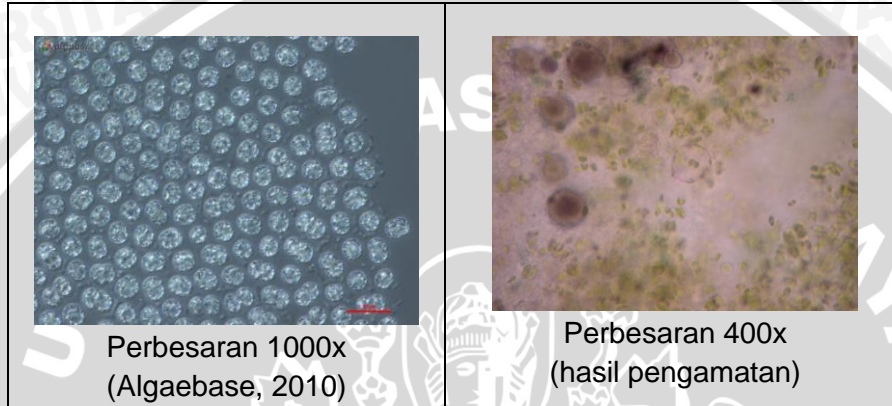
1.6 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Hidrobiologi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang pada bulan Desember 2009 sampai Maret 2010.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Microcystis flos-aquae*

2.1.1 Klasifikasi *Microcystis flos-aquae*



Gambar 2. *Microcystis flos-aquae*

Phylum	: Cyanophyta
Class	: Cyanophyceae
Subclass	: Oscillatoriophycideae
Order	: Chroococcales
Family	: Microcystaceae
Genus	: Microcystis
Species	: <i>Microcystis flos-aquae</i>

(Algaebase, 2010)

2.1.2 Morfologi *Microcystis flos-aquae*

Nama lain *Microcystis sp.* adalah *Microcystis flos-aquae*. Mendominasi pada saat musim panas. Pada umumnya mendominasi perairan tawar. Ukurannya 3-4,5um dengan ukuran yang sangat kecil dengan susunan sel seperti agar-agar.

Beberapa jenis *Microcystis* memproduksi toxin yang dilaporkan dapat mengakibatkan masalah kesehatan bagi hewan yang meminum air yang mengandung *Microcystis flos-aquae*, iritasi kecil pada kulit dan kegelisahan pada manusia ketika bersentuhan langsung saat *blooming Microcystis* (Cblife, 2009).

Microcystis mempunyai karakter koloni yang tampak kasar, memanjang atau membulat dengan lubang tertentu menyerupai jala, lapisan tepi koloni tidak terlihat dibawah mikroskop tanpa perlakuan (Otsuka, *et al dalam* Anggit, 2008).

Microcystis adalah alga atau fitoplankton yang dominan di sistem perairan tawar baik dalam kondisi perairan yang tercemar berat. Alga ini sangat berbahaya ketika terjadi *blooming* karena menyebabkan dampak yang tidak diinginkan di ekosistem alami perairan. Alga tersebut menghasilkan toksin mikrocystin yang stabil di dalam air yang bersifat hepatotoksik. Toksin tersebut dapat menghambat proses metabolisme tumbuhan makrofita, juga menyebabkan kematian pada ikan dan organisme lain di perairan melalui rantai makanan (Chorus & Bartram, 1999; Romanowska-Duda *et al.*,2002; WHO, 2003; Oberholster *et al.*, 2004; Lorraine *et al.*, 2006; Gutierrez *et el.*, 2007., Rohmah *et al.*, 2010)

Masitha *et al* (2005) menyatakan, *Microcystis flos-aquae* tidak disukai ikan karena sulit dicerna. Lapisan dinding sel yang tebal dan keras, terdiri dari sellulose, hemisellulose, lignin dan pektin, membuat *Microcystis flos-aquae* sulit dicerna, bahkan seringkali dijumpai masih hidup setelah keluar dari pencernaan ikan. Kemampuannya membentuk spora pada lingkungan yang kering membuat *Microcystis flos-aquae* tetap survive hidup pada lingkungan yang ekstrim.

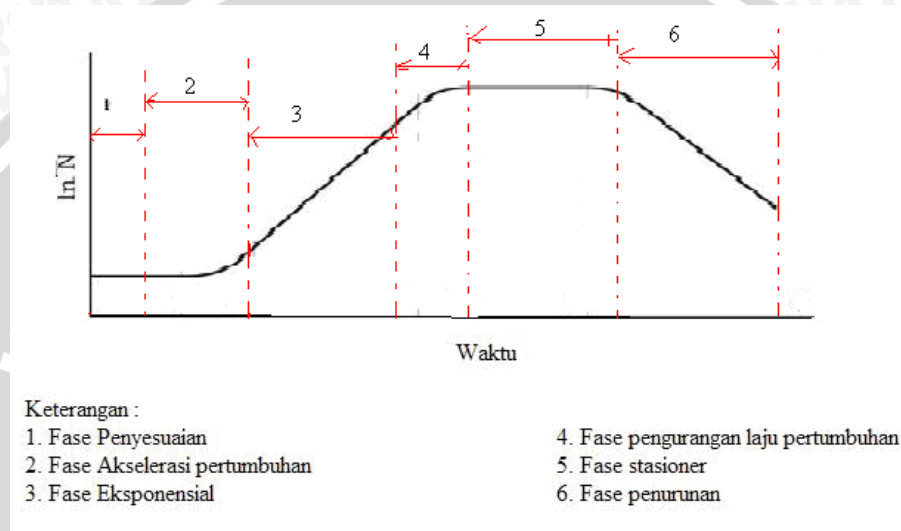
2.1.3 Pola Pertumbuhan *Microcystis flos-aquae*

Sel-sel mikroorganisme seperti *Microcystis* mengalami perbesaran ukuran sel dengan tujuan utama untuk melakukan pembelahan dengan cara memanfaatkan nutrisi yang tersedia kemudian melakukan pembelahan sehingga memperoleh dua sel anak. (Madigan *et al.*, 2003 dalam Anggit, 2009).

Pola pertumbuhan mikroalga dalam kultur dapat ditandai dengan bertambah besarnya ukuran sel atau bertambah banyaknya jumlah sel. Penurunan kepadatan mikroalga ditandai perubahan kondisi optimum yang dipengaruhi oleh temperatur, cahaya, pH air, jumlah hara yang ada, dan beberapa kondisi lingkungan yang lain. (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995). Kurva pertumbuhan menurut (Rand dan Petrocelli, 1985 dalam Yuliani, 2009) pada masing-masing fase terdapat pada Gambar 3 yaitu :

1. Fase penyesuaian atau fase adaptasi (*lag phase*); fase saat inokulasi pada media kultur.
2. Fase akselerasi pertumbuhan; fase saat terjadi penambahan populasi secara tajam.
3. Fase eksponensial; fase dimana terjadi penambahan populasi yang terjadi secara konstan; pada fase ini, mikroalga tidak sensitif terhadap lingkungan dan terjadi kondisi optimum untuk pertumbuhan.
4. Fase pengurangan laju pertumbuhan; fase dimana penambahan populasi akan mengalami perlambatan dan terjadi persaingan antar individu karena nutrisi yang tersedia semakin sedikit.

5. Fase stasioner; fase dimana tidak terjadi penambahan mikroalga karenanutrien yang tersedia berada di bawah ambang batas nutrien yang diperlukan mikroalga.
6. Fase penurunan; fase dimana terjadi penurunan populasi mikroalga.



Gambar 3. Kurva pertumbuhan mikroalga (Rand dan Petrocelli, 1985)

2.2 Logam Berat Cd (Kadmium)

Logam berat merupakan salah satu bahan pencemar yang berbahaya karena bersifat toksik jika dalam jumlah yang besar dan dapat mempengaruhi berbagai aspek dalam perairan baik aspek ekologis maupun aspek biologis. Logam-logam berat yang ada dalam badan perairan akan mengalami proses pengendapan dan terakumulasi dalam sedimen, kemudian terakumulasi dalam tubuh biota laut yang ada dalam perairan (termasuk kerang yang bersifat sessil dan sebagai bioindikator) baik melalui insang maupun melalui rantai makanan dan akhirnya akan sampai pada manusia. Fenomena ini dikenal sebagai bioakumulasi atau biomagnifikasi (Dahuri *et al.*, 1996 dalam Umar *et al.*, 2001)

Kadmium adalah logam berat dengan nomor atom 48, massa atom 112,4, dan massa jenis $8,85 \text{ g/cm}^3$. Mempunyai dua elektron di kulit terluar, Cd termasuk ke dalam golongan II B, periode 5 dalam sistem periodik. Cd memiliki titik didih lebih dari 67°C dan titik cair $320,9^\circ\text{C}$ (Cotton & Wilkinson, 1989 dalam Saputra, 2009).

2.2.1 Pencemaran Logam Berat Cd (Kadmium) di Perairan

Keberadaan logam berat di perairan dapat berasal dari berbagai sumber, antara lain dari kegiatan pertambangan, rumah tangga, limbah pertanian dan buangan industri. Dari keempat jenis limbah tersebut, limbah yang umumnya paling banyak mengandung logam berat adalah limbah industri. Hal ini disebabkan senyawa logam berat sering digunakan dalam industri, baik sebagai bahan baku, bahan tambahan maupun katalis. Peningkatan kadar logam berat pada perairan akan mengakibatkan logam berat yang semula dibutuhkan untuk berbagai proses metabolisme dapat berubah menjadi racun bagi organisme laut. Selain bersifat racun, logam berat juga akan terakumulasi dalam sedimen dan biota melalui proses gravitasi (Rochyatun, *et al.*, 2006).

Penggunaan kadmium yang paling besar (75 %) adalah dalam industri batu baterai (terutama baterai Ni-Cd). Selain itu, logam ini juga dapat digunakan campuran pigmen, *electroplating*, pembuatan *alloys* dengan titik lebur yang rendah, pengontrol pembelahan reaksi nuklir, dalam pigmen cat dengan membentuk beberapa garamnya seperti kadmium oksida (yang lebih dikenal sebagai kadmium merah), semikonduktor, stabilisator PVC, obat – obatan seperti sipilis dan malaria, dan penambangan timah hitam dan bijih seng, dan sebagainya (Wordpress.com).

Jenis-Jenis industri pembuang limbah yang mengandung logam berat yaitu pada industri kertas mengandung Cr, Cu, Hg, Pb, Ni, Zn; petro-chemical: Cd, Cr, Hg, Pb, Sn, Zn; pengelantang: Cd, Cr, Hg, Pb, Sn, Zn; pupuk: Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Ni, Zn; kilang minyak: Cd, Cr, Cu, Pb, Ni, Zn; baja: Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Ni, Sn, Zn; logam bukan besi: Cr, Cu, Hg, Pb, Zn; kendaraan bermotor, pesawat terbang: Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Sn, Zn; gelas, semen, keramik: Cr; tekstil: Cr; industri kulit: Cr serta industri pembangkit listrik tenaga uap: Cr, Zn (Bulletin37, 2009). Berbagai sumber industri yang menghasilkan logam berat yang membahayakan kehidupan organisme perairan dan manusia, diturunkan kandungannya melalui berbagai riset salah satunya dengan menggunakan *Microcystis flos-aquae*.

2.2.2 Sifat – sifat Logam Berat Cd (Kadmium)

Kadmium (Cd): dalam bentuk serbuk mudah terbakar. Beracun jika terhirup dari udara atau uap. Dapat menyebabkan kanker. Larutan dari kadmium sangat beracun (Bulletin37, 2009). Bersama dengan Hg, Pb dan V, kadmium (Cd) hingga saat ini belum diketahui dengan jelas peranannya bagi tumbuhan dan makhluk hidup lain. Di dalam air, kadmium (Cd) terdapat dalam jumlah yang sangat sedikit (renik) dan bersifat tidak larut dalam air. Pada pH yang tinggi kadmium mengalami presipitasi/pengendapan (Effendi, 2003).

Adanya logam berat di perairan, berbahaya baik secara langsung terhadap kehidupan organisme, maupun efeknya secara tidak langsung terhadap kesehatan manusia. Hal ini berkaitan dengan sifat-sifat logam berat (PPLH-IPB, 1997; Sutamihardja *et al*, 1982) yaitu :

1. Sulit didegradasi, sehingga mudah terakumulasi dalam lingkungan perairan dan keberadaannya secara alami sulit terurai (dihilangkan).
2. Dapat terakumulasi dalam organisme termasuk kerang dan ikan, dan akan membahayakan kesehatan manusia yang mengonsumsi organisme tersebut.
3. Mudah terakumulasi di sedimen, sehingga konsentrasinya selalu lebih tinggi dari konsentrasi logam dalam air. Disamping itu sedimen mudah tersuspensi karena pergerakan masa air yang akan melarutkan kembali logam yang dikandungnya ke dalam air, sehingga sedimen menjadi sumber pencemar potensial dalam skala waktu tertentu.

Menurut Laws (1991) *dalam* Harizal (2006), menggolongkan logam berat ditinjau dari kegunaannya yang dapat dibedakan dalam dua golongan yaitu golongan dalam konsentrasi tertentu berfungsi sebagai mikronutrien yang bermanfaat bagi kehidupan organisme. Misalnya Zn, Fe, Cu dan Co. Golongan kedua yaitu golongan yang belum diketahui manfaatnya bagi organisme perairan. Misalnya Hg, Cd dan Pb.

Siklus perputaran logam berat dalam air sangat dipengaruhi oleh siklus biogeokimiawi logam berat tersebut. Menurut Hart & Lake, 1987 *dalam* Saputra, (2009), mengatakan bahwa ada 4 kompartemen yang terlihat dalam siklus biogeokimiawi logam dalam air, yaitu:

- a) Kompartemen logam yang terlarut ialah ion logam bebas, kompleks, dan koloidal senyawanya.
- b) Kompartemen partikel abiotik, terdiri dari bahan kimia anorganik dan organik.

- c) Kompartemen partikel biotik, terdiri dari fitoplankton dan bakteri di dalam laut dangkal, laut dalam, daerah pantai, muara sungai dan waduk yang menempel pada tanaman.
- d) Kompartemen sedimen di dasar perairan, merupakan kompartemen terbesar dari logam berat pada setiap ekosistem air.

Sifat atau tingkah laku logam dalam lingkungan perairan sangat bergantung dari karakteristik logam yang bersangkutan atau lazim disebut spesiasi logam. Spesiasi suatu logam akan mempengaruhi hadirnya logam tersebut dalam jaringan biologik (*bioavailability*) dan toksisitasnya terhadap biota tersebut dalam air sangat berbeda-beda tergantung pada jenis air dan sifat kimia-fisika logam berat itu sendiri.

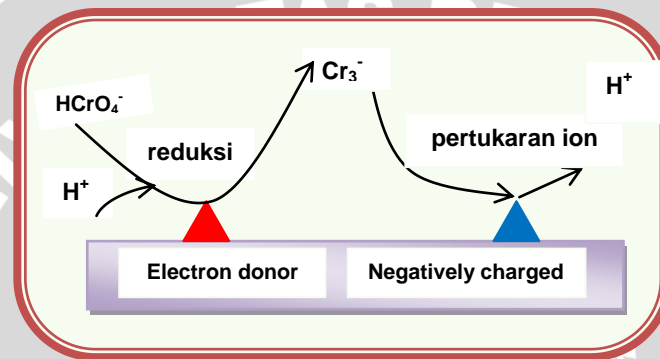
2.2.3 Mekanisme Penyerapan Logam Berat Cd (Kadmium)

Mekanisme pembersihan logam berat oleh mikroorganisme dijelaskan oleh Putra (2006), dapat dibagi atas 3 cara yakni berdasarkan metabolisme sel (dibagi atas; proses yang bergantung pada metabolisme dan proses yang tidak bergantung pada metabolisme sel). Sedangkan jika berdasarkan posisi logam berat, dapat dibagi atas; akumulasi ekstraseluler (presipitasi), akumulasi intraseluler dan penyerapan oleh permukaan sel. Dan untuk mekanisme yang terakhir adalah berdasarkan cara pengambilan (absorpsi) logam berat.

Cara pengambilan (absorpsi) logam berat dapat dibagi dua yakni :

1. **Passive uptake.** Proses ini terjadi ketika ion logam berat terikat pada dinding sel biosorben. Mekanisme *passive uptake* dapat dilakukan dengan dua cara, pertama dengan cara pertukaran ion di mana ion pada dinding sel digantikan oleh ion-ion logam berat; dan kedua adalah pembentukan senyawa kompleks antara ion-ion

logam berat dengan gugus fungsional seperti karbonil, amino, thiol, hidroksi, fosfat, dan hidroksi-karboksil secara bolak balik dan cepat. Sebagai contoh adalah pada *Sargassum sp.* dan *Eklonia sp.* dimana Cr (6) mengalami reaksi reduksi pada pH rendah menjadi Cr(3) dan Cr(3) di-remove melalui proses pertukaran kation. Berikut adalah contoh penyerapan mikroalga yang disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Proses *passive uptake* Cr pada permukaan membran sel (Putra, 2006)

2. Aktif uptake. Mekanisme masuknya logam berat melewati membran sel sama dengan proses masuknya logam esensial melalui sistem transpor membran, hal ini disebabkan adanya kemiripan sifat antara logam berat dengan logam esensial dalam hal sifat fisika-kimia secara keseluruhan. Proses aktif uptake pada mikroorganisme dapat terjadi sejalan dengan konsumsi ion logam untuk pertumbuhan dan akumulasi intraselular ion logam.

Menurut Harris dan Ramelow (1990) dalam Putra (2009), kemampuan alga dalam menyerap ion-ion logam sangat dibatasi oleh beberapa kelemahan seperti ukurannya yang sangat kecil, berat jenisnya yang rendah dan mudah rusak karena degradasi oleh mikroorganisme lain. Berbagai mekanisme yang berbeda telah dipostulasikan untuk ikatan antara logam dengan alga/biomassa seperti pertukaran

ion, pembentukan kompleks koordinasi, penyerapan secara fisik, dan pengendapan mikro. Tetapi hasil penelitian akhir-akhir ini menunjukkan bahwa mekanisme pertukaran ion adalah yang lebih dominan. Hal ini dimungkinkan karena adanya gugus aktif dari alga/biomassa seperti karboksil, sulfat, sulfonat dan amina yang akan berikatan dengan ion logam.

2.3 Bioremediasi

Bioremediasi adalah proses pembersihan pencemaran air dengan menggunakan mikroorganisme (jamur, bakteri). Bioremediasi bertujuan untuk memecah atau mendegradasi zat pencemar menjadi bahan yang kurang beracun atau tidak (Earth2, 2009).

Proses bioremediasi ini dapat dilakukan secara bioaugmentasi yaitu penambahan atau introduksi satu jenis atau lebih mikroorganisma baik yang alami maupun yang sudah mengalami perbaikan sifat (*improved/genetically engineered strains*), dan biostimulasi yaitu suatu proses yang dilakukan melalui penambahan zat gizi tertentu yang dibutuhkan oleh mikroorganisma atau menstimulasi kondisi lingkungan sedemikian rupa (misalnya pemberian aerasi) agar mikroorganisma tumbuh dan beraktivitas lebih baik (Irianto, 2001 dalam Bahtiar, 2008).

Penggunaan sistem bioremedasi sendiri disebabkan berbagai keuntungan yang bisa diperoleh seperti relatif aman karena menggunakan organisme. Bioremediasi sendiri bertujuan untuk memecah atau mendegradasi zat pencemar menjadi bahan yang kurang beracun atau tidak beracun (karbon dioksida dan air). Ada 4 teknik dasar yang biasa digunakan dalam Bioremediasi yaitu, (1) stimulasi aktivitas mikroorganisme asli (di lokasi tercemar) dengan penambahan nutrisi,

pengaturan kondisi redoks, optimasi pH, dsb (2) inokulasi (penanaman) mikroorganisme di lokasi tercemar, yaitu mikroorganisme yang memiliki kemampuan biotransformasi khusus, (3) penerapan *immobilized enzymes* dan (4) penggunaan tanaman (*phytoremediation*) untuk menghilangkan atau mengubah pencemar (Bahtiar, 2008).

2.4 Kultur *Microcystis flos-aquae*

2.4.1 Kultur Murni *Microcystis flos-aquae*

Menurut Kesit (2008), kultur murni merupakan rangkaian dari kegiatan pengadaan pakan alami atau kultur plankton. Bibit kultur murni diperoleh dari hasil isolasi atau dari hasil kultur dalam media agar. Plankton hasil biakan atau kultur dalam media agar, dipindahkan dalam tabung reaksi volume 10-15 ml, kemudian dikultur secara bertingkat ke dalam erlenmeyer 100 ml, 500 ml, 1000 ml, 2000 ml dan volume 5-20 liter. Langkah-langkah kultur murni adalah sebagai berikut :

- Kultur diawali dengan mempersiapkan air laut yang sudah steril dengan kadar garam 28‰
- Air dimasukkan kedalam botol-botol/toples kultur
- Ditambahkan pupuk cair, vitamin, silikat sebanyak 1ml/liter
- Media diaerasi dan dibiarkan sebentar, sampai pupuk tercampur merata
- Bibit dimasukkan sebanyak $\frac{1}{3}$ bagian atau $\frac{1}{4}$ bagian
- Untuk mencegah kontaminasi dari udara, botol kultur ditutup dengan kapas/sterofom/aluminium foil
- Agar plankton tumbuh dengan baik, penempatan wadah kultur harus cukup mendapat cahaya

- Setelah empat-lima hari masa pemeliharaan, plankton dapat dipanen dan dikultur pada wadah yang lebih besar

2.4.2 Kultur Massal *Microcystis flos-aquae*

Menurut Tisna (2008), kultur massal dapat dilakukan setelah setelah empat-lima hari masa pemeliharaan skala laboratorium. Tahapan pengkulturan adalah :

- Persiapan wadah, media kultur dan instalasi air dan udara merupakan langkah awal untuk melakukan kultur
- Wadah yang digunakan untuk kultur bisa terbuat dari fiber maupun beton ukuran tergantung dari masing-masing pembudidaya.
- Media kultur sebelum di taburkan benih terlebih dahulu di sterilisasi menggunakan kaporit 20gram/liter dan dibiarkan selama dua hari, setelah itu dilakukan penyaringan dengan menggunakan filter *catrid* ukuran 1,0 micron untuk menghilangkan endapan kaporit , untuk kultur skala lab sterilisasi wajib untuk dilakukan dengan pemanasan suhu diatas 80 °C untuk memastikan tidak ada kontaminan dalam melakukan kultur.
- Instalasi udara untuk mensuplai oksigen digunakan *highblow* 60 watt untuk mendapatkan kadar oksigen yang baik dan bersih
- Cahaya diatur sesuai dengan intensitas yang diperlukan, usahakan pencahayaan dilakukan secara kontinyu selama proses kultur berlangsung, proses pencahayaan dapat mempergunakan lampu neon ataupun yang lain, disesuaikan dengan keadaan masing-masing.

3. MATERI DAN METODE

3.1 Materi Penelitian

Materi dalam penelitian ini adalah *Microcystis flos-aquae* dan kandungan logam berat Cd (kadmium) dari perairan di Gresik, serta pengamatan parameter pendukung yaitu suhu, pH, oksigen terlarut, nitrat dan fosfat.

3.1.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

- Aerator, selang aerasi dan batu aerasi untuk menambah suplai oksigen bagi *Microcystis flos-aquae*
- Lampu TL sebagai sumber cahaya *Microcystis flos-aquae*
- Autocloaf sebagai alat sterilisasi
- Tabung reaksi, Erlenmeyer 500 ml, botol 1500 ml, dan toples 15 liter sebagai wadah *Microcystis flos-aquae* saat di tumbuhkan
- Gelas ukur untuk mengambil air dan sampel plankton sesuai ukuran
- Alat-alat untuk pengamatan fitoplankton seperti mikroskop, obyek glass, cover glass, dan pipet tetes.
- Plankton Net untuk memanen *Microcystis flos-aquae* yang sudah tumbuh
- Timbangan analitik untuk menimbang pupuk
- Mortar untuk menghaluskan pupuk
- Botol film sebagai wadah sampel yang akan diuji kandungan logam berat Cd
- Jurigen sebagai wadah sampel air yang mengandung logam berat Cd
- *Haemocytometer* untuk menghitung kepadatan *Microcystis flos-aquae*

3.1.2 Bahan

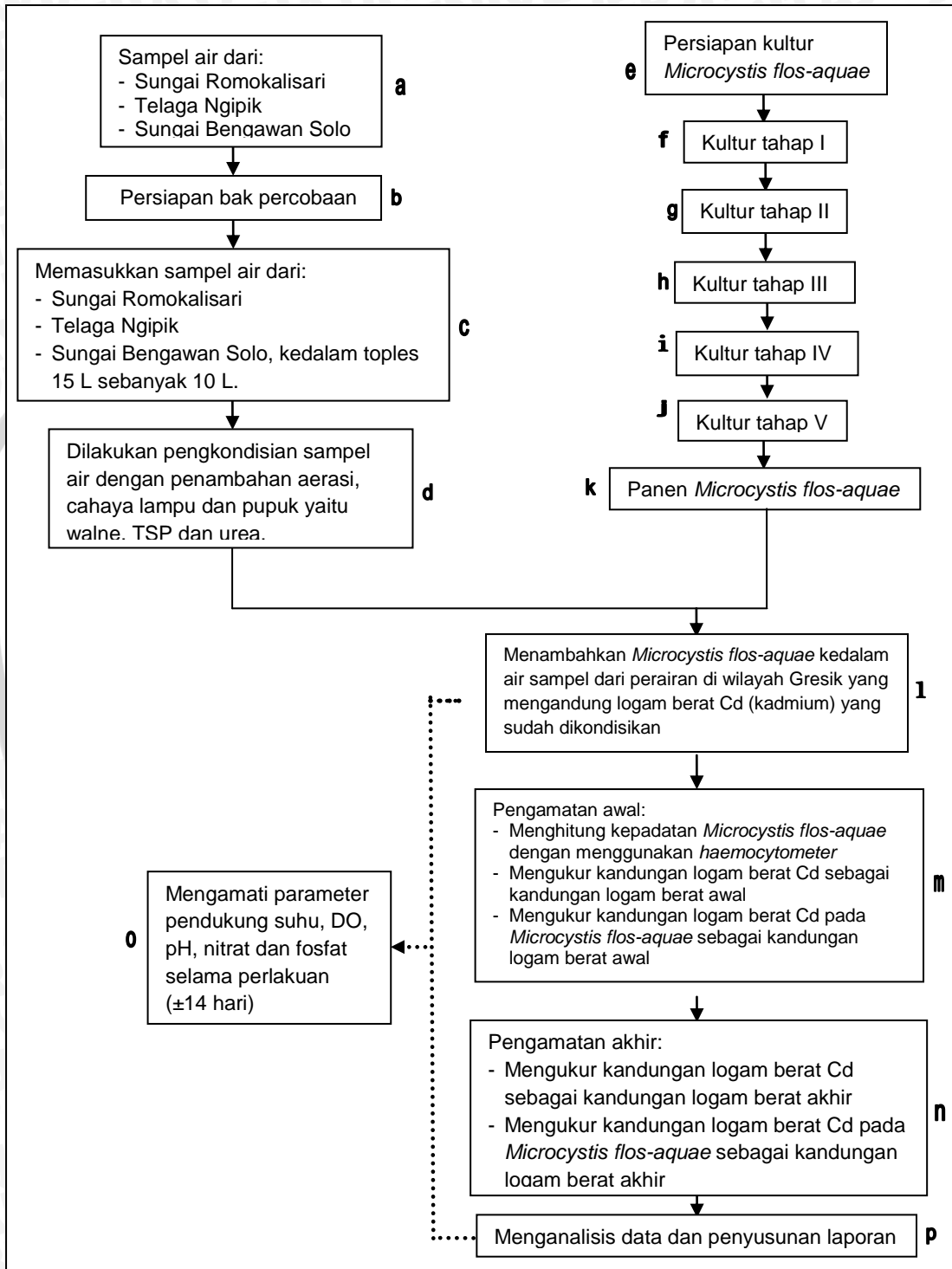
Bahan - bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

- Air sampel dengan kandungan logam berat Cd diatas baku mutu
- *Microcystis flos-aquae*
- Kertas label
- Kertas koran untuk membungkus alat-alat yang di sterilisasi
- Pupuk Urea, TSP, dan Walne
- Alumunium foil
- Tali
- Kapas
- Aquades
- Alkohol 70%
- *Chlorine*
- Natrium thiosulfat

3.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu mengadakan percobaan untuk melihat suatu hasil. Menurut Marzuki (1977), metode eksperimen diperlukan untuk menguji kesimpulan-kesimpulan yang diperoleh dari penelitian dengan metode survei atau observasi. Dari hasil kesimpulan sementara atau usul pemecahan masalah, dilakukan percobaan-percobaan apakah memberikan jawaban seperti apa yang dikemukakan.

3.3 Prosedur Penelitian



Gambar 5. Skema Prosedur Penelitian (Komunikasi Pribadi dengan Asus Maizar, S.pi., M.P)

Keterangan Gambar 6:

a. Sampel Air dari perairan yang mengandung Cd (Kadmium)

Pengambilan sampel air dilakukan pada 3 wilayah perairan di Gresik yaitu sungai Romokalisari, telaga Ngipik dan Sungai Bengawan Solo sebanyak 30 liter pada masing-masing perairan dengan menggunakan *water sampler*. Sebelum pengambilan sampel ini, dilakukan pengambilan sampel awal untuk uji pendahuluan yaitu dengan mengambil air sampel sebanyak 600 ml dan kemudian ditambah asam nitrat 1ml/500liter agar kandungan logam berat dalam air tidak berubah. Menurut Rizal (2009), sampel untuk analisis logam berat perlu ditambahkan asam nitrat (HNO_3) atau HCl sebanyak 1ml per 500 ml sampel.

b. Persiapan bak percobaan (toples) kapasitas 15 L dengan cara di cuci menggunakan klorin yang berfungsi untuk sterilisasi, kemudian di netralkan menggunakan Natrium thiosulfat.

c. Memasukkan air sampel dari ketiga wilayah perairan di Gresik ke dalam bak-bak percobaan.

d. Melakukan pengkondisian sampel agar sesuai dengan kondisi *Microcystis flos-aquae* saat kultur dengan pemberian aerasi, cahaya lampu serta pupuk walne TSP dan urea.

e. Persiapan Kultur *Microcystis flos-aquae*

1) Persiapan Pupuk yang digunakan yaitu urea, TSP dan walne

2) Sterilisasi Alat

- Mencuci alat-alat yang akan disterilisasi kemudian membungkusnya dengan menggunakan kertas perkamen atau kertas koran, kemudian diikat dengan menggunakan benang.

- Menuangkan air secukupnya dalam *autoclave*, kemudian alat yang telah dibungkus kertas perkamen dimasukkan ke dalam *autoclave* dan ditutup rapat dengan mengencangkan baut secara silang
- Menyalakan kompor pemanas, saat manometer akan menunjukkan angka 1 atm, jika terjadi kelebihan tekanan buka kran udara hingga manometer menunjukkan angka 1 atm kembali
- Keadaan tekanan uap jenuh dapat terjadi berulang kali sampai suhu 121°C dan manometer menunjukkan 1 atm, keadaan ini dipertahankan sampai 15 menit
- Kompor dimatikan. Tunggu beberapa saat sampai thermometer dan manometer menunjukkan angka 0 (nol), kemudian buka kran uap lalu buka penutup *autoclave* dengan cara zig-zag (silang). Alat dan bahan yang sudah disterilkan diambil dan kemudian disimpan

3) Sterilisasi Media

- Memasukkan air tawar sebagai media kultur kedalam Erlenmeyer
- Menuang air secukupnya ke dalam *autoclave*, kemudian Erlenmeyer yang berisi air ditutup dengan kapas dan dimasukkan ke dalam *autoclave* dan ditutup rapat dengan mengencangkan baut secara silang
- Kompor pemanas dinyalakan, saat manometer akan menunjukkan angka 1 atm, jika terjadi kelebihan tekanan buka kran udara hingga manometer menunjukkan angka 1 atm kembali
- Keadaan tekanan uap jenuh dapat terjadi berulang kali sampai suhu 121°C dan manometer menunjukkan 1 atm, keadaan ini dipertahankan sampai 15 menit

- Kompor dimatikan. Tunggu beberapa saat sampai thermometer dan manometer menunjukkan angka 0 (nol), kemudian buka kran uap lalu buka penutup *autoclave* dengan cara zig-zag (silang)
- Mengambil air yang sudah disterilkan dan kemudian disimpan

4) Kultur Murni *Microcystis flos-aquae* (BBAP Situbondo)

Tahapan kultur murni *Microcystis flos-aquae* yang di peroleh dari BBAP Situbondo adalah sebagai berikut:

- Menyiapkan bacto agar sebanyak 1,5 gram dan dilarutkan dalam 100 ml air.
- Memanaskan larutan bacto agar sampai mendidih dan aduk terus sehingga larutan menjadi bening dan tidak menggumpal.
- Setelah agak dingin, larutan bacto agar tersebut dipupuk dengan pupuk yang tepat bagi alga yang dibiakkan.
- Larutan dituang ke petridish yang sudah disterilkan dengan ketebalan kira-kira 3 cm atau ke dalam *test tube* dengan posisi miring.
- Setelah dingin, media siap ditebahi bibit plankton dengan metode gores, tetes atau tuang.
- Biarkan sampai sel berkembang banyak sekitar 6-7 hari di bawah lampu.
- Setelah koloni tumbuh banyak diambil dengan jarum ose dan dipindah ke media cair kemudian kocok dan biarkan berkembang.

5) Kultur Semi-Massal *Microcystis flos-aquae*

Kultur semi-massal merupakan kultur perbanyakan skala laboratorium. Pelaksanaan kultur murni dilakukan sesuai dengan prosedur dari BBAP

Situbondo. Kultur tahapan selanjutnya yaitu, 1 sampai 5 merupakan pengembangan dari metode kultur dari BBAP Situbondo dengan tetap mengacu pada perbandingan pengenceran pada prosedur dari BBAP Situbondo.

f. Kultur Tahap 1

- Bibit hasil isolasi *Microcystis flos-aquae* yang diperoleh dari BBAP Situbondo diambil 1 ml kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang sudah berisi air sebanyak 2 ml dan ditambah pupuk walne 2 ml/liter.
- Tabung reaksi ditutup dengan kapas agar tidak terkontaminasi udara dari luar
- Inkubasi selama 3 hari dengan bantuan lampu TL dan dilakukan pengocokan sesering mungkin agar *Microcystis flos-aquae* tidak mengendap didasar

g. Kultur Tahap 2

- Hasil kultur media botol plastik 1500 ml diencerkan dalam 3 botol 1500 ml dan dilakukan penambahan pupuk urea 30 mg/liter, TSP 40 mg/liter dan walne 2 ml/liter. Pengenceran selalu dilakukan dengan perbandingan 1:2 antara *Microcystis flos-aquae* dan air
- Botol ditutup dengan kapas agar tidak terkontaminasi udara luar
- Inkubasi selama 3 hari dengan bantuan lampu TL dan diberi aerasi agar oksigen bagi *Microcystis flos-aquae* tercukupi

h. Kultur Tahap 3

- Hasil kultur media 3 botol 1500 ml diencerkan dalam 6 botol 1500 ml dan dilakukan penambahan pupuk urea 30 mg/liter, TSP 40 mg/liter dan walne 2 ml/liter. Pengenceran selalu dilakukan dengan perbandingan 1:2 antara *Microcystis flos-aquae* dan air

- Botol ditutup dengan kapas agar tidak terkontaminasi udara luar
- Inkubasi selama 3 hari dengan bantuan lampu TL dan diberi aerasi agar oksigen bagi *Microcystis flos-aquae* tercukupi

i. Kultur Tahap 4

- Hasil kultur media 6 botol 1500 ml diencerkan dalam toples kapasitas 15 liter dan dilakukan penambahan pupuk urea 30 mg/liter, TSP 40 mg/liter dan walne 2 ml/liter. Pengenceran selalu dilakukan dengan perbandingan 1:2 antara *Microcystis flos-aquae* dan air
- Botol ditutup dengan kapas agar tidak terkontaminasi udara luar
- Inkubasi selama 3 hari dengan bantuan lampu TL dan diberi aerasi agar oksigen bagi *Microcystis flos-aquae* tercukupi

j. Kultur Tahap 5

- Hasil kultur media 4 toples kapasitas 15 liter diencerkan dalam toples 10 kapasitas 15 liter dan dilakukan penambahan urea 30 mg/liter, TSP 40 mg/liter dan walne 2 ml/liter. Pengenceran selalu dilakukan dengan perbandingan 1:2 antara *Microcystis flos-aquae* dan air
- Toples kapasitas 15 liter ditutup dengan aluminium foil agar tidak terkontaminasi udara luar
- Inkubasi selama 3 hari dengan bantuan lampu TL dan diberi aerasi agar oksigen bagi *Microcystis flos-aquae* tercukupi

k. Pemanenan *Microcystis flos-aquae*

Pemanenan *Microcystis flos-aquae* dengan menggunakan planktonnet no. 25, sebagian hasil panen ditempatkan dalam botol film kemudian diukur kandungan logam berat Cd di dalam *Microcystis flos-aquae*. Pengukuran logam berat Cd di air perlu ditambah asam nitrat 1ml/500liter agar kandungan logam berat dalam air tidak berubah. Menurut Rizal (2009), sampel untuk analisis logam berat perlu ditambahkan asam nitrat (HNO_3). Sama halnya dengan pengukuran logam berat di mikroalga *Microcystis flos-aquae* bisa ditambah dengan asam nitrat ataupun tidak.

l. Perlakuan

Menambahkan *Microcystis flos-aquae* kedalam air sampel dari ketiga perairan di wilayah Gresik yang mengandung logam berat Cd (kadmium), dengan kondisi sampel yang sudah disesuaikan dengan media awal *Microcystis flos-aquae* dan diamati selama 14 hari.

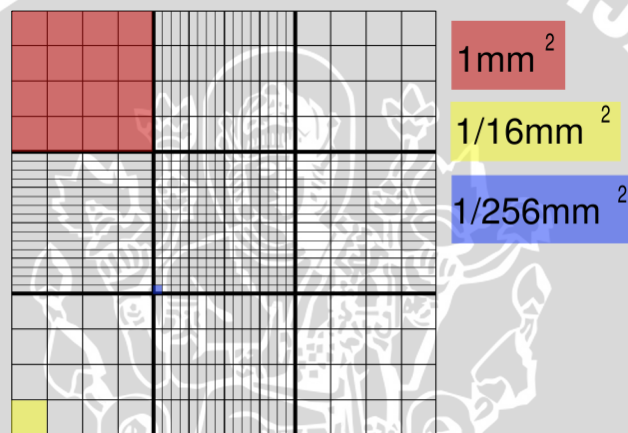
m. Pengamatan Awal

1) Menghitung kepadatan *Microcystis flos-aquae*

Cara penghitungan kepadatan mikroalga dengan menggunakan *Haemocytometer* menurut Isnansetyo dan Kurniastuty (1995), adalah sebagai berikut:

- Membersihkan dan mengeringkan *Haemocytometer* dengan tisu
- Memasang gelas penutup
- Meneteskan mikroalga yang akan dihitung kepadatannya menggunakan pipet tetes pada bagian parit yang melintang hingga penuh. Penetesan harus hati-hati agar tidak terjadi gelembung udara di bawah gelas penutup

- Mengamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 100 atau 400 kali dan dicari bidang yang berkotak-kotak
- Menghitung mikroalga yang terdapat pada kotak bujur sangkar yang mempunyai sisi 1 mm. Apabila jumlah mikroalga yang di dapat adalah N, maka kepadatan mikroalga adalah $N \times 10^4$ sel/ml. Perhitungan juga dapat dilakuakn hanya pada beberapa kotak saja. Penampang *Haemocytometer* dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. *Haemocytometer* (wikimedia, 2010)

- 2) Mengukur kandungan logam berat Cd pada media dari perairan di Gresik sebagai kandungan logam berat awal.
- 3) Mengukur kandungan logam berat Cd pada *Microcystis flos-aquae* sebagai kandungan logam berat awal.

n. Pengamatan Akhir

Pengamatan akhir dilakukan setelah 14 hari yaitu dengan:

- 1) Mengukur kandungan logam berat Cd pada media dari perairan di Gresik sebagai kandungan logam berat akhir.

2) Mengukur kandungan logam berat Cd pada *Microcystis flos-aquae* sebagai kandungan logam berat akhir.

o. Pengamatan Parameter Pendukung

1) Parameter Fisika

a. Suhu (SNI, 1991)

Tahapan pemeriksaan suhu pada permukaan air adalah :

- Thermometer atau termistor dikalibrasi dengan thermometer baku sebaiknya dilakukan secara berkala
- Dilakukan pemeriksaan suhu udara di daerah lokasi dengan cara menempatkan thermometer atau termistor sedemikian rupa, sehingga tidak kontak langsung dengan cahaya matahari biasanya dilindungi dengan bayangan badan, tunggu sampai skala suhu pada thermometer atau termistor menunjukkan angka yang stabil kemudian catat suhu udara
- Thermometer langsung dicelupkan kedalam air sampai batas skala baca, biarkan 2-5 menit sampai skala suhu pada thermometer menunjukkan angka yang stabil, pembacaan skala thermometer gelas harus dilakukan tanpa mengangkat terlebih dahulu thermometer dari air.

2) Parameter Kimia

a. pH (SNI, 1991)

pH perairan diukur dengan menggunakan pH *paper*. Adapun tahapan cara kerjanya adalah sebagai berikut:

- Celupkan kertas pH kedalam sampel dan biarkan sampai 1 menit

- Angkat kertas dan cocokkan warna dari kertas tersebut pada kotak standart pH yang telah disediakan
- Catat nilai sebagai nilai pH

b. Oksigen Terlarut (SNI, 1991)

Uji kadar oksigen terlarut (OT) dengan tahapan sebagai berikut ;

- Siapkan alat OT meter kemudian lakukan kalibrasi
- Masukkan magnet kedalam botol KOB yang berisi penuh benda uji
- Tutup botol sampai rapat dengan elektrode OT meter dan jangan ada gelembung udara di dalam botol
- Aduk benda uji dengan alat pengaduk magnet, sampai pembacaan skala pada alat stabil
- Catat skala yang ditunjukkan pada alat sebagai kadar OT dalam mg/l
- Bila digunakan alat OT meter jenis lain yang tidak menggunakan botol KOB, pengujian oksigen terlarut disesuaikan dengan pengoperasian alat.

c. Nitrat

Subarijanti (1990), menjelaskan bahwa nitrat perairan diukur dengan tahapan cara kerja sebagai berikut:

- Persiapkan larutan baku dalam tabung pereaksi sebagai berikut:

Larutan Baku Nitrat	Pengenceran Menjadi (ml)	Setara dengan NO_3^- (ppm)
0,1	100	0,01
0,5	100	0,05
1,0	100	0,10
2,0	100	0,20
5,0	100	0,50
10,0	100	1,0

- Air contoh yang telah disaring, tuangkan kedalam cawan penguap.
- Taruhlah cawan itu diatas pemanas air, uapkan sampai kering.
- Dinginkan, tambahkan 2 ml asam fenoldisulfonik dan aduklah dengan batang gelas.
- Encerkan dengan 10 ml aquades.
- Tambahkan NH_4OH (1:1) sampai terbentuk warna. Pindahkan kedalam tabung Nessler dan encerkan dengan aquades sampai dengan tanda 100 ml.
- Bandingkan dengan larutan baku dalam daftar diatas secara visual atau dengan spektrofotometer.

d. Fosfat

Subarijanti (1990), menjelaskan bahwa orthophospat perairan diukur dengan tahapan cara kerja sebagai berikut:

- Mengencerkan larutan baku fosfat, buatlah larutan baku pembanding yang dengan kadar tertera pada table.

Kadar Larutan Baku (ppm P)	Pengenceran Larutan Baku 5 ppm P menjadi 5 ml
0,025	0,25
0,05	0,5
0,10	1,0
0,25	2,5
0,50	5,0
0,75	7,5
1,00	10,0

- Tambahkan 2 ml larutan ammonium molybdate-asam sulfat (pereaksi 1) kedalam masing-masing kadar larutan baku dan goyang-goyang sampai larutan tercampur.

- Tambahkan 5 tetes larutan SnCl_2 dan kocok. Timbul warna biru yang ketajamannya selaras dengan kadar fosfor. Bila warna tidak terbentuk, mungkin SnCl_2 nya telah rusak, buatlah larutan SnCl_2 baru. Warna biru akan terbentuk dalam 10-12 menit dan perlu menambahkan 1 tetes larutan SnCl_2 lagi agar terbentuk warna biru yang lebih baik.
- Ukur dan tuangkan 50 ml air contoh kedalam molybdate asam sulfat dan kocoklah.
- Tambahkan 5 tetes larutan SnCl_2 dan kocoklah.
- Bandingkan warna biru di air contoh dengan warna biru larutan baku pembanding baik dengan visual maupun dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 590 milimikron.

p. Analisis Penelitian

Penelitian dilakukan dengan 3 perlakuan dan 3 kali pengulangan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Sastrosupadi (2007), menjelaskan bahwa Rancangan Acak Lengkap (RAL) digunakan untuk percobaan yang mempunyai media atau tempat percobaan yang seragam atau homogen, sehingga RAL banyak digunakan untuk percobaan laboratorium, rumahkaca, dan peternakan. Karena media homogen maka media atau tempat percobaan tidak memberikan pengaruh pada respon yang diamati. Denah percobaan terdapat pada Gambar 8.

A1	C3	B2
B1	A2	C2
C1	B3	A3

Gambar 7. Denah (*lay out*) Percobaan

Dimana:

A: perlakuan dengan penambahan air Sungai Romokalisari yang mengandung Cd dengan konsentrasi tertentu

B: perlakuan dengan penambahan air telaga Ngipik yang mengandung Cd dengan konsentrasi tertentu

C: perlakuan dengan penambahan air Sungai Bengawan Solo yang mengandung Cd dengan konsentrasi tertentu.

1, 2 dan 3 adalah ulangan

Analisa penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan 3 kali pengulangan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menghitung JK

$$FK = \frac{Y^2}{r \times n} = \frac{(\text{total jenderal})^2}{\text{total jumlah pengamatan}}$$

$$JK \text{ Total / JKT} = \sum Y_{ij}^2 - FK$$

$$JKP = \frac{\sum (\text{total perlakuan})^2}{r} - FK$$

$$JK \text{ Galat (JKG)} = JKT - JKP$$

$$\text{Derajat bebas total (db total)} = rt - 1 = \text{jumlah pengamatan} - 1$$

$$\text{Derajat bebas perlakuan (db perlakuan)} = t - 1 = \text{jumlah perlakuan} - 1$$

$$\text{Db galat} = \text{db total} - \text{db perlakuan} \text{ atau } t(r - 1)$$

$$KTP = \frac{JKP}{t - 1} \rightarrow \frac{JKP}{\text{db perlakuan}}$$

$$KTG = \frac{JKG}{t(r - 1)} \rightarrow \frac{JKG}{\text{db galat}}$$

$$F \text{ hit} = \frac{KTP}{KTG}$$

2. ANOVA

SK	db	JK	KT	F _{hit}	F _{5%}	F _{1%}
Perlakuan	t - 1	JKP	JKP/(t-1)	KTP/KTG	Tabel	Tabel
Galat	(rt-1)-(t-1)	JKG	JKG/(rt-t)	KTP/KTG		
Total	rt - 1	JKT				

F_{hit} * berbeda nyata

** berbeda sangat nyata

^{ns} tidak berbeda sangat nyata

3. Kesimpulan

F_{hit} > F_{tabel 1%} = berbeda sangat nyata

F_{hit} > F_{tabel 5%} = berbeda nyata

F_{hit} < F_{tabel 5%} = tidak berbeda nyata

4. Menentukan Varietas yang Paling Potensial

Bila F_{hit} > F_{tabel 5%} atau F_{tabel 1%} diadakan uji n lebih lanjut. Untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan maka dilanjutkan dengan uji BNT.

$$BNT = t \text{ db galat} \times \sqrt{2 \text{ Kt galat} / r}$$



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Keadaan Lokasi Pengambilan Sampel Air dari Wilayah Perairan di Daerah Gresik

a. Sungai Romokalisari

Sungai Romokalisari terletak tidak jauh dari gerbang tol Romokalisari, Desa Romokalisari, Gresik. Sepanjang sungai ini dikelilingi pemukiman penduduk dan industri yang umumnya menghasilkan limbah dan membuang limbah tersebut ke sungai antara lain limbah yang berasal dari rumah tangga dan limbah pabrik kayu, sepatu dan baja. Semakin banyak aktivitas manusia disekitar sungai Romokalisari menyebabkan semakin banyaknya jumlah dan jenis pencemar yang masuk salah satunya logam berat Cd (kadmium). Berdasarkan uji pendahuluan kandungan logam berat Cd (kadmium) di sungai Romokalisari 0,0031 mg/liter. Moore (1991) dalam Effendi (2003), menyatakan untuk melindungi kehidupan ekosistem akuatik, perairan sebaiknya memiliki kadar kadmium sekitar 0,0002 mg/liter.



Gambar 8. Sungai Romokalisari (Perlakuan A)

Sejauh ini penelitian mengenai potensi penyerapan *Microcystis flos-aquae* terhadap Cd (kadmium) di sungai Romokalisari belum pernah diteliti, pada kenyataannya sungai tersebut berpotensi mengandung Cd (kadmium). Situasi sungai Romokalisari dapat dilihat pada Gambar 8.

b. Telaga Ngipik

Telaga Ngipik terletak di tengah-tengah kawasan industri PT. Petro Kimia Gresik. Letaknya yang ada di tengah jantung Kota Gresik itu membuat Telaga Ngipik cukup mudah dijangkau oleh masyarakat. Lokasinya tepat di sekitar kawasan pabrik pupuk PT Petrokimia Gresik di Kecamatan Kebomas atau sekitar satu kilometer dari alun-alun Gresik. Telaga ini awalnya adalah lahan yang digunakan PT. Semen gresik untuk bahan bakau clay (tanah liat), setelah eksplorasi selesai lama-lama terisi air hujan dan membentuk telaga (wisata_jatim, 2010).



Gambar 9. Telaga Ngipik (Perlakuan B)

Selain industri pupuk, industri pengolahan ikan juga membuang limbah ke telaga Ngipik. Berdasarkan uji pendahuluan, kandungan logam berat Cd di telaga Ngipik adalah 0,0029 mg/liter. Pencemaran tersebut diperkirakan dari industri pupuk

yang ada di sekitar telaga Ngipik. Sejauh ini penelitian mengenai potensi penyerapan *Microcystis flos-aquae* terhadap Cd di telaga Ngipik belum pernah diteliti, pada kenyataannya telaga tersebut berpotensi mengandung Cd. Purnomo (2009) menyatakan, pupuk superpospat juga mengandung Cd bahkan ada yang sampai 170 ppm. Situasi telaga Ngipik dapat dilihat pada Gambar 9.

c. Sungai Bengawan Solo

Bengawan Solo adalah sungai terpanjang di Pulau Jawa, Indonesia dengan dua hulu sungai yaitu dari daerah Pegunungan Kidul, Wonogiri dan Ponorogo, selanjutnya bermuara di daerah Gresik. Sungai ini panjangnya sekitar 548,53 km dan mengalir dua provinsi yaitu Jawa Tengah dan Jawa Timur (Wikipedia, 2010). Akibat adanya pembuangan limbah di sungai Sungai Bengawan Solo mulai dari hulu, menyebabkan kondisi perairan yang berada di hilir (dekat dengan muara) tercemar dan salah satunya bahan pencemar yang mencemari adalah logam berat terutama Cd. Logam berat Cd ini dihasilkan oleh pabrik-pabrik yang membuang limbahnya di sungai, misalnya pabrik baja, tekstil, plastik dan lain-lain.



Gambar 10. Sungai Bengawan Solo (Perlakuan C)

Sejauh ini penelitian mengenai potensi penyerapan *Microcystis flos-aquae* terhadap Cd (kadmium) di sungai Bengawan Solo belum pernah diteliti, pada kenyataannya sungai tersebut berpotensi mengandung Cd (kadmium). Menurut Effendi (2003), kadmium banyak digunakan dalam industri metalurgi, pelapisan logam, pigmen, baterai, peralatan elektronik, pelumas, peralatan fotografi, gelas, keramik, tekstil, dan plastik. Kondisi Bengawan Solo dapat dilihat pada Gambar 10.

4.2 Hasil Kultur *Microcystis flos-aquae*

Bibit *Microcystis flos-aquae* (starter) didapatkan dari Balai Budidaya Air Payau (BBAP) Situbondo dilakukan perbanyakkan di laboratorium dengan metode pengenceran bertingkat. Hasil kultur pada hari pertama, masih berwarna putih bening dan setelah 4 hari kultur menjadi berwarna kehijauan yang menandakan bahwa *Microcystis flos-aquae* mengalami pertumbuhan dan di asumsikan kepadatannya meningkat (lihat Gambar 11).



Keterangan: a. Kultur Hari Pertama
b. Kultur Hari Keempat

Gambar 11. Kultur Tahap I

Kultur tahap kedua dengan memindahkan hasil kultur dari tabung reaksi ke dalam botol plastik 1500 ml. Hari pertama kultur masih hijau jernih, setelah 4 hari warna hijaunya lebih pekat yang menandakan bahwa *Microcystis flos-aquae* mengalami pertumbuhan (lihat gambar 12).



Keterangan: a. Kultur Hari Pertama
b. Kultur Hari Keempat

Gambar 12. Kultur Tahap II

Kultur tahap ketiga dilakukan dengan perbanyakan pada botol plastik volume 1500 ml Pada hari pertama kultur masih hijau, setelah 4 hari warna hijaunya lebih pekat yang menandakan bahwa *Microcystis flos-aquae* mengalami pertumbuhan dan di asumsikan kepadatannya meningkat (lihat Gambar 13).



Keterangan: a. Kultur Hari Pertama
b. Kultur Hari Keempat

Gambar 13. Kultur Tahap III

Kultur tahap keempat dilakukan dengan memindahkan hasil kultur pada botol 1500 ml ke dalam toples kapasitas 16 liter. Bak percobaan pada pagi hari di buka, akan tetapi mendekati sore hari ditutup bertujuan untuk mencegah adanya kontaminasi. Pada hari pertama kultur masih hijau, setelah 4 hari warna hijaunya lebih pekat yang menandakan bahwa *Microcystis* mengalami pertumbuhan dan di asumsikan kepadatannya meningkat (lihat Gambar 14).



Keterangan: a. Kultur Hari Pertama
b. Kultur Hari Keempat

Gambar 14. Kultur Tahap IV

Kultur tahap kelima merupakan kultur tahap akhir dilakukan dengan pengenceran kultur sebelumnya ke dalam 10 toples kapasitas 16. Bak percobaan pada pagi hari di buka, akan tetapi mendekati sore hari ditutup bertujuan untuk mencegah adanya kontaminasi. Pada hari pertama kultur masih hijau, setelah 3 hari warna hijaunya lebih pekat yang menandakan bahwa *Microcystis flos-aquae* mengalami pertumbuhan dan di asumsikan kepadatannya meningkat (lihat Gambar 15).



a



b

Keterangan: a. Kultur Hari Pertama
b. Kultur Hari Ketiga

Gambar 15. Kultur Tahap V

4.3 Kepadatan *Microcystis flos-aquae*

Kepadatan phytoplankton dapat dihitung dengan menggunakan *haemocytometer* atau *sedgewich rafter* sebelum di beri perlakuan dengan air sungai.

Kepadatan *Microcystis flos-aquae* tidak diukur mulai awal sampai akhir kultur perbanyakannya, akan tetapi diukur saat awal dan akhir perlakuan dengan tujuan untuk mencegah terjadinya kontaminasi. Hasil perhitungan kepadatan *Microcystis flos-aquae* menggunakan *haemocytometer* dapat dilihat pada Tabel 1.

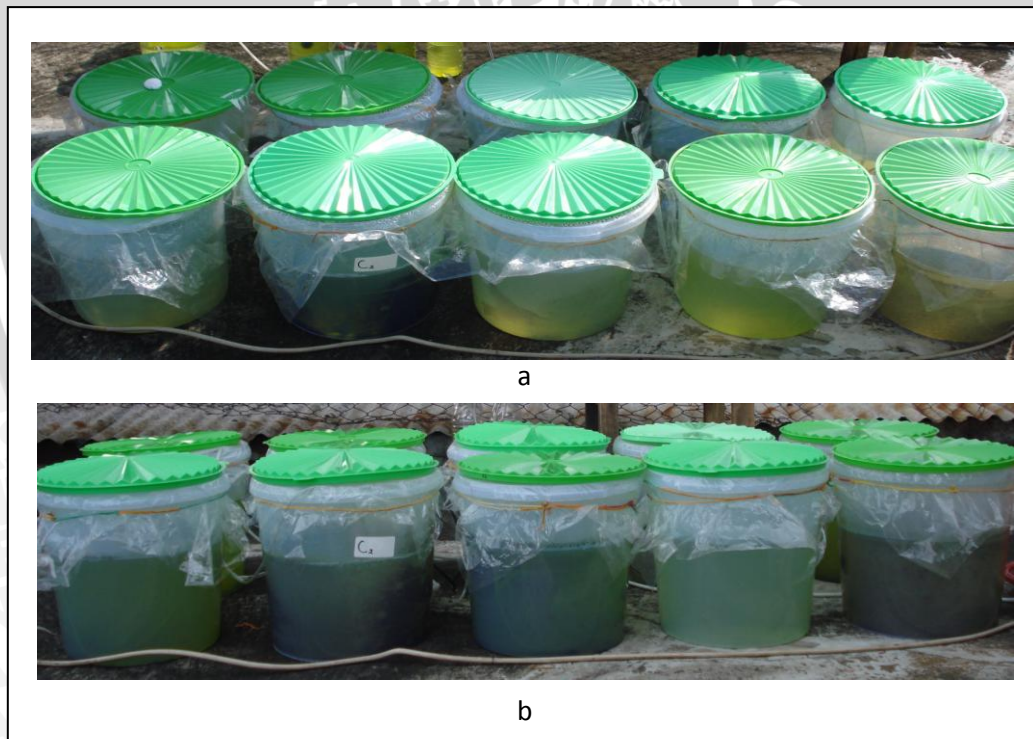
Tabel 1. Rata-rata Padat tebar *Microcystis flos-aquae* Awal dan Akhir Perlakuan pada Media yang Berbeda

Kode Sampel	Padat Tebar <i>Microcystis</i> (sel/ml)				Kepadatan Akhir <i>Microcystis</i> (sel/ml)			
	1	2	3	Rata-rata	1	2	3	Rata-rata
A	$7,5 \times 10^6$	$6,75 \times 10^6$	$7,25 \times 10^6$	$7,17 \times 10^6$	$3,36 \times 10^6$	$3,2 \times 10^6$	$3,36 \times 10^6$	$3,31 \times 10^6$
B	$5,75 \times 10^6$	$5,375 \times 10^6$	$8,25 \times 10^6$	$6,44 \times 10^6$	$3,4 \times 10^6$	$4,24 \times 10^6$	$4,88 \times 10^6$	$4,18 \times 10^6$
C	8×10^6	$5,125 \times 10^6$	$6,625 \times 10^6$	$6,58 \times 10^6$	$7,56 \times 10^6$	$4,16 \times 10^6$	$5,5 \times 10^6$	$5,74 \times 10^6$

Keterangan : A : Perlakuan dengan Air Sungai Romokalisari
 B : Perlakuan dengan Air Telaga Ngipik
 C : Perlakuan dengan Air Sungai Bengawan Solo

Rata-rata kepadatan *Microcystis flos-aquae* sebelum perlakuan adalah $6,44 \times 10^6 - 7,17 \times 10^6$ sel/ml. Setelah tahap perlakuan *Microcystis flos-aquae* terlihat lebih pekat akan tetapi kepadatannya cenderung menurun yaitu berkisar antara $3,31 \times 10^6 - 5,74 \times 10^6$ sel/ml (lihat Gambar 17). Hal tersebut di duga dapat terjadi karena adanya organisme lain yang memanfaatkan mikroalga sebagai sumber makanannya, salah satu organisme yang di temukan memanfaatkan mikroalga adalah rotifera (Lampiran 9). Menurut Umar (2002), mikroalga (fitoplankton) dan zooplankton memiliki kedekatan hubungan ekologis yaitu pemangsa (grazing), selanjutnya zooplankton dikonsumsi oleh konsumen yang lebih tinggi seperti larva dan hewan muda dari berbagai organisme. Mengingat media perlakuan di peroleh dari perairan umum sehingga kontaminasi oleh organisme lain tidak dapat dihindarkan. Selain itu penyebab penurunan kepadatan *Microcystis flos-aquae* dapat disebabkan karena ada beberapa mikroalga yang mati karena fase hidupnya mengalami penurunan akibat kepadatan saat padat tebar terlalu tinggi. Anggit (2008), menyatakan bahwa *Microcystis* mempunyai fase pertumbuhan optimum selama 14 hari.

Bak percobaan pada pagi hari di buka, akan tetapi mendekati sore hari ditutup bertujuan untuk mencegah adanya kontaminasi dan mencegah air hujan masuk. Karena setelah perlakuan bak-bak percobaan diletakkan pada tempat yang terkena cahaya matahari langsung agar *Microcystis flos-aquae* mampu tumbuh lebih baik. Pengamatan setelah perlakuan dilakukan selama 14 hari, karena waktu tersebut merupakan fase dimana pertumbuhan mikroalga tetap. Berdasarkan penelitian Anggit (2008), perhitungan kelimpahan *Microcystis* di dapatkan fase lag selama satu hari dan fase eksponensial selama 14 hari. Pada fase eksponensial laju pertumbuhan tetap. Kondisi kultur yang optimum, laju pertumbuhan pada fase ini mencapai maksimal (Isnansetyo & Kurniastuty, 1995).



Keterangan: a. Hari ke-7
b. Hari ke-14

Gambar 16. Sampel Setelah Perlakuan

4.4 Analisis Kandungan Logam Berat Cd (Kadmium)

4.4.1 Analisis Kandungan Logam Berat Cd (Kadmium) dalam Air

Analisa kandungan logam berat Cd (kadmium) pada media air dari tiga perairan di wilayah Gresik dilakukan di Laboratorium Kualitas Air Jasa Tirta I pada awal dan akhir perlakuan. Sebelum di analisa sampel diberi perlakuan dengan penambahan asam nitrat untuk mencegah kandungan logam berat pada sampel hilang. Menurut HACH (1989), semua jenis logam berat kecuali kromium dan merkuri, dapat disimpan dengan menggunakan preservasi HNO_3 (asam nitrat) pada pH kurang dari 2 agar tetap bisa digunakan selama 6 bulan. Alumunium, kadmium, krom, kobalt, tembaga, besi, timbal, nikel, fosfor, pottasium, perak dan seng dapat disimpan selama lebih dari 24 jam dengan tambahan asam nitrat. Hasil pengukuran kandungan Cd (kadmium) pada air dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan Logam Berat Cd (Kadmium) di dalam Air pada Awal dan Akhir Perlakuan

Perlakuan	Satuan	Hasil		Metode Analisa
		Awal	Akhir	
A1	mg/l	0,0031	Tt	APHA. Ed. 21. 3111 B, 2005
A2	mg/l	0,0031	tt	APHA. Ed. 21. 3111 B, 2005
A3	mg/l	0,0031	tt	APHA. Ed. 21. 3111 B, 2005
B1	mg/l	0,0029	tt	APHA. Ed. 21. 3111 B, 2005
B2	mg/l	0,0029	tt	APHA. Ed. 21. 3111 B, 2005
B3	mg/l	0,0029	tt	APHA. Ed. 21. 3111 B, 2005
C1	mg/l	0,0024	tt	APHA. Ed. 21. 3111 B, 2005
C2	mg/l	0,0024	tt	APHA. Ed. 21. 3111 B, 2005
C3	mg/l	0,0024	tt	APHA. Ed. 21. 3111 B, 2005

Keterangan Tabel: A : Perlakuan dengan Air Sungai Romokalisari
B : Perlakuan dengan Air Telaga Ngipik
C : Perlakuan dengan Air Sungai Bengawan Solo
tt : tidak terdeteksi

Kandungan logam berat Cd (kadmium) pada masing-masing perairan berbeda, karena perbedaan sumber pencemar yang ada disekitar perairan di wilayah Gresik. Pada perlakuan A (sungai Romokalisari) kandungan Cd (kadmium) sebesar 0,0031 mg/liter, perlakuan B (telaga Ngipik) sebesar 0,0029 mg/liter dan sungai Bengawan Solo sebesar 0,0024 mg/liter. Kandungan logam berat tersebut sangat mengkhawatirkan bagi kehidupan organisme perairan yang hidup di dalamnya. Moore (1991) dalam Effendi (2003) menyatakan, untuk melindungi kehidupan pada ekosistem akuatik, perairan sebaiknya memiliki kadar kadmium sekitar 0,0002 mg/liter.

Kandungan Cd (kadmium) pada ke tiga perairan pada wilayah Gresik tersebut tergolong kecil, tetapi bila dibiarkan akan terakumulasi terus-menerus, tidak hanya merugikan organisme perairan yang hidup di dalamnya tetapi juga mengganggu keseimbangan rantai makanan. Menurut Purnomo (2009), limbah yang mengandung polutan yang masuk dalam ekosistem perairan sebagian larut dalam air, sebagian tenggelam di dasar, sebagian terkonsentrasi pada sedimen dan sebagian masuk kedalam tubuh organisme perairan (fitoplankton, ikan, udang, cumi-cumi, kerang, rumput laut dan lain-lain). Polutan tersebut mengikuti rantai makanan mulai dari fitoplankton sampai ikan predator dan pada akhirnya sampai ke manusia. Bila polutan ini berada dalam jaringan tubuh organisme laut tersebut dalam konsentrasi yang tinggi, kemudian dijadikan sebagai bahan makanan maka akan berbahaya bagi kesehatan manusia.

Hasil akhir kandungan Cd (kadmium) setelah di tambahkan *Microcystis flos-aquae* menunjukkan penurunan yang nyata yaitu tidak terdeteksinya Cd pada media. Penurunan kandungan Cd pada air tersebut di duga karena adanya peristiwa penyerapan Cd oleh mikroalga *Microcystis flos-aquae*. Pada penelitian terdahulu dalam Darmono (2001), menyatakan bahwa alga mengakumulasi Cd dari Cd yang terlarut dalam air. Proses masuknya ion logam berat Cd kedalam sel melibatkan proses adsorpsi pada permukaan sel yang berlangsung cepat dan difusi melalui membran yang lambat. Proses tersebut melalui dinding sel yang mengandung pectin, hemiselulosa, dan selulosa, yang kadang-kadang berupa lendir (*Myxophyta*). Lendir tersebut melekat dengan sel (Nuraeni, 2010).

Kemampuan alga dalam mengakumulasi Cd, karena di dalam mikroalga terdapat sitoplasma. Hampir semua kegiatan metabolisme berlangsung di dalam ruangan berisi cairan kental (sitoplasma). Di dalam sitoplasma terdapat organel-organel yang melayang-layang dalam cairan kental (merupakan koloid, namun tidak homogen) yang disebut matriks. Organellah yang menjalankan banyak fungsi kehidupan: sintesis bahan, respirasi (perombakan), penyimpanan, serta reaksi terhadap rangsang. Sebagian besar proses di dalam sitoplasma diatur secara enzimatik. Sitoplasma merupakan cairan yang terdapat di dalam sel, kecuali di dalam inti dan organel sel. Khusus cairan yang terdapat di dalam inti sel dinamakan *nukleoplasma*. Sitoplasma bersifat koloid, yaitu tidak padat dan tidak cair. Penyusun utama dari sitoplasma adalah air yang berfungsi sebagai pelarut zat-zat kimia serta sebagai media terjadinya reaksi kimia sel (Mustahib, 2007).

Adsorpsi ion logam tersebut kemudian disimpan dalam klorofil yang tidak terletak pada kloroplas, akan tetapi tersebar diseluruh sitoplasma. Lendir pada *Microcystis* bukan merupakan penghalang masuknya ion logam berat Cd, akan tetapi lendir berfungsi untuk membantu kontraksi *Microcystis* saat membelah. Nuraeni (2010) menjelaskan bahwa Cyanophyta umumnya tidak bergerak, diantara jenis-jenis yang berbentuk benang dapat mengadakan gerakan merayap yang meluncur pada alas yang basah. Bulu cambuk tidak ada, terjadinya gerakan diakibatkan adanya kontraksi tubuh dan dibantu oleh pembentukan lendir.

Faktor lain penyebab tidak terdeteksinya kandungan Cd pada perairan karena Cd mengendap di dasar bersama sedimen sehingga Cd pada air tidak terdeteksi. Menurut Notodarmodjo, (2005) dalam Yuliani, (2009), menyatakan bahwa pada tranformasi biologis seperti proses bioremediasi, partikel sedimen berperan sebagai media mikroorganisme menempel dan membantu memberikan efek katalis sedangkan mikroorganisme berperan dalam aktivitas biotranformasi. .

4.4.2 Analisis Kandungan Logam Berat Cd (Kadmium) dalam *Microcystis flos-aquae*

Analisa kandungan Cd dalam *Microcystis flos-aquae* dilakukan di Laboratorium Kualitas Air Jasa Tirta I pada awal dan akhir perlakuan. Hasil analisa kandungan Cd (kadmium) pada *Microcystis flos-aquae* dapat dilihat pada Tabel 3.

Hasil analisa pada *Microcystis flos-aqua* sebelum perlakuan menunjukkan adanya kandungan Cd sebesar 0,0086 mg/liter. Diduga hal tersebut dapat terjadi karena starter *Microcystis flos-aqua* diambil dari lokasi yang tercemar Cd. Menurut Bachtiar (2007), alga mempunyai persyaratan tertentu sebelum dimanfaatkan yaitu alga yang di pilih berasal dari lokasi yang radius aktivitasnya dapat diketahui.

Tabel 3. Kandungan Logam Berat Cd (Kadmium) dalam *Microcystis* pada Awal dan Akhir Perlakuan

Perlakuan	Satuan	Hasil		Metode Analisa
		Awal	Akhir	
A1	mg/l	0,0086	tt	APHA. Ed. 21. 3111 B, 2005
A2	mg/l	0,0086	tt	APHA. Ed. 21. 3111 B, 2005
A3	mg/l	0,0086	tt	APHA. Ed. 21. 3111 B, 2005
B1	mg/l	0,0086	tt	APHA. Ed. 21. 3111 B, 2005
B2	mg/l	0,0086	0,006	APHA. Ed. 21. 3111 B, 2005
B3	mg/l	0,0086	tt	APHA. Ed. 21. 3111 B, 2005
C1	mg/l	0,0086	0,004	APHA. Ed. 21. 3111 B, 2005
C2	mg/l	0,0086	tt	APHA. Ed. 21. 3111 B, 2005
C3	mg/l	0,0086	tt	APHA. Ed. 21. 3111 B, 2005

Keterangan :
 A : Perlakuan dengan Air Sungai Romokalisari
 B : Perlakuan dengan Air Telaga Ngipik
 C : Perlakuan dengan Air Sungai Bengawan Solo
 tt : tidak terdeteksi

Hasil analisa pada B2 dan C1 menunjukkan angka yang berbeda, pada B2 kandungan Cd sebesar 0,006 mg/liter dan pada C1 sebesar 0,004 mg/liter. Hasil analisa kandungan Cd pada perlakuan B2 menunjukkan adanya penyerapan Cd oleh *Microcystis flos-aquae* sebesar 69,8% dan C1 sebesar 46,5 %. Penyerapan logam berat terjadi melalui permukaan sel yang berdasarkan pada cara pengambilan (absorpsi) logam berat melalui proses *passive uptake* dan aktif uptake. Menurut Putra (2006), proses *passive uptake* terjadi ketika ion logam berat terikat pada dinding sel biosorben. Mekanisme *passive uptake* dapat dilakukan dengan dua cara, pertama dengan cara pertukaran ion di mana ion pada dinding sel digantikan oleh ion-ion logam berat; dan kedua adalah pembentukan senyawa kompleks antara ion-ion logam berat dengan gugus fungsional seperti gugus karboksil (COOH), gugus

hidroksil (OH), amina (NH₂), sulfat (SO₄²⁻), sulfonat (SO₃H), sulfhidril (SH) secara bolak balik dan cepat. Sedangkan proses aktif uptake mekanisme masuknya logam berat melewati membran sel sama dengan proses masuknya logam esensial melalui sistem transpor membran, hal ini disebabkan adanya kemiripan sifat antara logam berat dengan logam esensial dalam hal sifat fisika-kimia secara keseluruhan. Proses aktif uptake pada mikroorganisme dapat terjadi sejalan dengan konsumsi ion logam untuk pertumbuhan dan akumulasi intraselular ion logam.

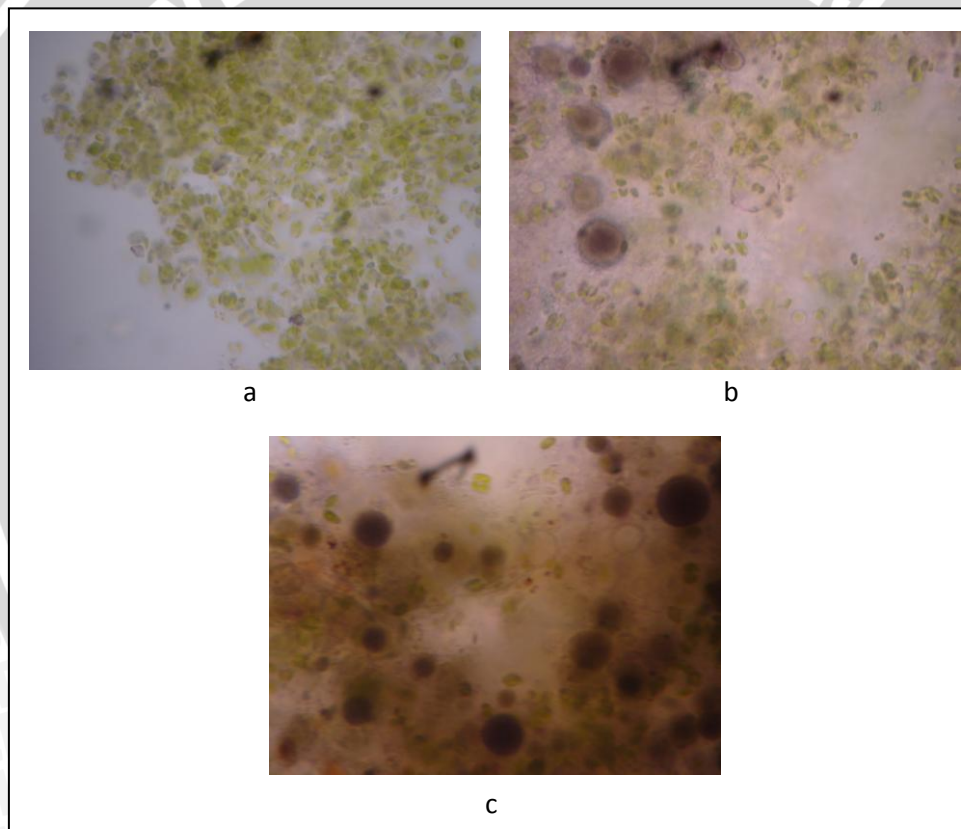
Pada dasarnya mikroalga membutuhkan beberapa jenis logam berat untuk pertumbuhannya, sedangkan ketersediaan logam berat di alam sangat bervariasi. Akan tetapi kemampuan mikroalga dalam mengikat logam berat tersebut dibatasi oleh beberapa faktor seperti ukurannya kecil, berat jenisnya yang rendah, dan mudah rusak karena degradasi oleh mikroorganisme lain. Pengikatan ion logam Cd dapat terjadi karena adanya reaksi antara muatan negatif yang terdapat dalam dinding sel dengan muatan positif yang terdapat dalam ion logam berat Cd. Misalnya pada gugus fungsi sulfat (SO₄²⁻) pada dinding sel bermuatan negatif akan berikatan dengan ion logam Cd²⁺ yang bermuatan positif, maka akan terjadi pengikatan ion dengan menggunakan ATP sebagai penggerakannya. Menurut Suseno dan Panggabean (2007), interaksi logam dengan sel mengikuti beberapa langkah yaitu: difusi logam dari larutan ke permukaan biologis, kompleksasi logam pada sisi ikatan pasif pada sisi pelindung atau sisi pengikat spesifik pada permukaan luar membran plasma dan pengambilan atau internalisasi logam yang diangkut sepanjang membran plasma.

Banyak sekali faktor yang menyebabkan kandungan Cd pada *Microcystis flos-aqua* tidak terdeteksi atau menurun, diduga penurunan tersebut terjadi karena adanya penurunan kepadatan *Microcystis flos-aqua* sebesar 65,5 % dari kepadatan awal. Hal tersebut diduga akibat adanya pemangsa mikrolaga oleh organisme lain serta kematian akibat kepadatan yang terlalu tinggi. Anggit (2008) mengatakan, *Microcystis* mempunyai fase pertumbuhan yang optimum selama 14 hari. *Microcystis* mengalami perbesaran dengan melakukan pembelahan sel. Masing-masing sel pada mikroalga mempunyai perbedaan umur dinding sel, dinding sel yang satu lebih tua dari dinding sel yang lain (Ravikawati, 2008). Sehingga mikroalga yang telah mati mengendap di dasar dan mengakibatkan Cd terakumulasi pada sedimen. Faktor lain yang diduga berpengaruh terhadap penurunan kandungan Cd pada *Microcystis flos-aqua* karena adanya perbedaan pengambilan antara uji pendahuluan dengan pengambilan sampel sehingga pada saat proses absorpsi terjadi, banyak yang mempengaruhi yaitu pH dan waktu kontak (Ahalya *et al.*, 2003 dalam Saefudin *et al.*, 2010). Kelarutan logam kimia dari logam, aktivitas dari kelompok-kelompok yang fungsional di dalam biomassa dan kompetisi diantara ion-ion logam dipengaruhi oleh pH (Suhendrayatna, 2001 dalam Saefudin *et al.*, 2010).

Berdasarkan hasil uji F (Lampiran 5), menunjukkan bahwa perbedaan kandungan logam berat Cd (kadmium) dari sungai Romokalisari, Telaga Ngipik dan sungai Bengawansolo tidak berbeda nyata (*non significant*). Hal tersebut berarti bahwa perbedaan kandungan logam berat Cd (kadmium) tidak berpengaruh nyata terhadap penyerapan logam berat Cd (kadmium) oleh *Microcystis flos-aqua*.

4.5 Individu *Microcystis flos-aquae* pada Perlakuan yang Berbeda

Perbedaan kandungan logam berat pada masing-masing media memberikan perbedaan nyata terhadap warna *Microcystis flos-aqua*. Pada perlakuan A (Sungai Romokalisari) dengan kandungan Cd sebesar 0,0031 mg/liter, menunjukkan hasil yang berbeda dengan perlakuan B (telaga Ngipik) dengan kandungan Cd sebesar 0,0029 mg/liter serta perlakuan C (sungai Bengawan Solo) dengan kandungan Cd sebesar 0,004 mg/liter (lihat Gambar 17)



Keterangan:

a : Sungai Romokalisari

b : Telaga Ngipik

c : Sungai Bengawan Solo

Gambar 17. Individu *Microcystis flos-aquae* pada Perbesaran 400 x

Warna *Microcystis flos-aqua* pada perlakuan A lebih hijau di bandingkan dengan B dan C, karena penyerapan Cd oleh *Microcystis flos-aqua* pada akhir perlakuan A tidak terdeteksi, sedangkan pada B dan C terdeteksi yaitu sebesar 0,006 mg/liter dan 0,004 mg/liter. Perbedaan sel pada *Microcystis flos-aquae* tersebut karena Mg sebagai nutrisi yang dibutuhkan untuk pembentukan klorofil pada *Microcystis flos-aqua* tidak digantikan oleh ion Cd pada proses adsorpsinya (Yuliani, 2009).

Meskipun kandungan Cd cukup tinggi akan tetapi *Microcystis flos-aqua* masih dapat bertahan hidup. Diduga *Microcystis flos-aqua* mempunyai perlindungan terhadap toksisitas logam berat. Menurut Haryoto dan Agustono (2004), fitoplankton, seperti halnya organisme lain memiliki mekanisme perlindungan untuk mempertahankan kehidupannya. Connel Des W., (1990) menyatakan bahwa mekanisme perlindungan ini melibatkan pembentukan kompleks-kompleks logam dengan protein dalam sel, sehingga logam dapat terakumulasi dalam sel tanpa mengganggu aktivitasnya. Pada konsentrasi logam yang tinggi, akumulasi dapat mengganggu pertumbuhan sel, karena sistem perlindungan organisme tidak mampu mengimbangi efek toksisitas logam.

4.6 Parameter Pendukung

4.5.1 Suhu

Suhu mempunyai peranan yang penting terhadap kehidupan dan pertumbuhan fitoplankton. Suhu air dapat berpengaruh terhadap beberapa fungsi fisiologis seperti respirasi, metabolisme, pertumbuhan dan reproduksi. Menurut (Haslam, 1995) dalam (Effendi, 2003) perubahan suhu berpengaruh terhadap proses

fisika, kimia, dan biologi badan air. Suhu juga sangat berperan mengendalikan kondisi ekosistem perairan. Organisme akuatik memiliki kisaran suhu tertentu (batas atas dan batas bawah) yang disukai bagi pertumbuhannya. Misalnya, algae dari filum Chlorophyta dan diatom akan tumbuh dengan baik pada kisaran suhu berturut-turut 30°C -35°C dan 20°C -30°C. Filum Cyanophyta lebih dapat bertoleransi terhadap kisaran suhu yang lebih tinggi dibandingkan dengan Chlorophyta dan diatom.

Microcystis flos-aquae merupakan mikroalga dari filum Cyanophyta, dengan rata-rata hasil pengukuran suhu pada penelitian ini adalah 28,6-28,9°C, kisaran tersebut cukup baik bagi *Microcystis flos-aquae*. Menurut Holt *et al.*, 2000, Chu *et al.*, 2007 dalam Anggit, 2008, *Microcystis* mempunyai kisaran toleransi yg cukup luas terhadap suhu yaitu 20-35°C. Oleh karena itu pada saat musim panas dengan suhu yang cukup tinggi organisme ini masih bisa tumbuh. Beberapa penelitian terdahulu menggunakan biota *Microcystis spp.*, menyebutkan bahwa *Microcystis spp.* mampu hidup pada kondisi suhu 36°C (Oberholster *et al.*, 2004; Mankiewicz Boczek *et al.*, 2006; Soedarti *et al.*, 2006; Muthukumar *et al.*, 2007; Rohmah *et al.*, 2010).

4.5.2 pH

Derajat kesaman atau lebih populer disebut pH (*pisanche of the H*) merupakan ukuran konsentrasi ion hydrogen yang menunjukkan Susana asam atau basa suatu perairan. faktor yang mempengaruhi pH adalah konsentrasi karbondioksida dan senyawa yang bersifat asam. Kisaran nilai pH antara 1-14, angka 7 merupakan pH normal (Amri dan Khairuman, 2003).

Hasil pengukuran pH berkisar antara 8-9. Kisaran pH tersebut cukup baik untuk kehidupan *Microcystis flos-aquae*. Menurut Tambaru (2003) setiap organisme membutuhkan derajat keasaman (pH) yang optimum bagi kehidupannya. Batas toleransi organisme terhadap pH bervariasi bergantung pada faktor fisika, kimia dan biologi. pH yang ideal untuk kehidupan fitoplankton berkisar antara 6,5-8,0. pH selain berpengaruh terhadap mikroalga, dia juga mampu mempengaruhi proses biokimiawi dalam perairan. Menurut Effendi (2003), pH juga mempengaruhi toksisitas suatu senyawa kimia. Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai nilai pH sekitar 7 - 8,5. Nilai pH sangat mempengaruhi proses biokimiawi perairan, misalnya proses nitrifikasi akan berakhir jika pH rendah.

4.5.3 DO (Oksigen Terlarut)

Oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen =DO*) dibutuhkan oleh semua jasad hidup untuk pernapasan, proses metabolisme atau pertukaran zat yang kemudian menghasilkan energi untuk pertumbuhan dan pembiakan. Oksigen juga dibutuhkan untuk oksidasi bahan organik dan anorganik dalam proses aerobik. Sumber utama oksigen dalam suatu perairan berasal dari suatu proses difusi dari udara bebas dan hasil fotosintesis organisme yang hidup dalam perairan tersebut (Salmin, 2000).

Hasil pengukuran DO (oksigen terlarut) pada penelitian ini berkisar antara 8,2-8,75 mg/liter. Hasil tersebut menunjukkan bahwa hasil biakan alga di laboratorium memiliki produktivitas yang sangat tinggi. Fox (1987) dalam Dewi dan Yosar (2009), mengatakan bahwa biakan alga di laboratorium perlu penyediaan oksigen terlarut yang cukup. Kadar oksigen terlarut 3-5 ppm kurang produktif, 5-7 ppm produktivitasnya tinggi dan diatas 7 ppm sangat tinggi.

4.5.4 Nitrat

Nitrat adalah bentuk senyawa bernitrogen stabil yang merupakan salah satu unsur penting untuk sintesis protein tumbuhan (Alaerts dan Santika, 1987). Pupuk urea ditambahkan pada penelitian ini untuk pertumbuhan *Microcystis flos-aquae*. Pupuk urea adalah pupuk buatan yang bersifat anorganik. Pupuk ini merupakan pupuk tunggal, karena hanya mengandung satu unsur nitrogen (N). Pupuk urea dibuat dari gas amoniak dan gas asam arang. Persenyawaan kedua ras tersebut melahirkan pupuk dengan nitrogen 46%. Pupuk urea mempunyai sifat antara lain (1) higroskopis (mudah menarik uap air): pada kelembaban 73% sudah menarik uap air dari udara, oleh sebab itu mudah larut dalam air dan mudah diserap tanaman, (2) mempunyai kadar nitrogen yang tinggi, (3) kalau diberikan pada tanah mudah sekali berubah menjadi amoniak dan karbondioksida. Amoniak dan karbondioksida ini merupakan gas yang mudah menguap, mudah tercuci oleh air dan mudah terbakar oleh sinar matahari, (4) dengan pengaruh dan peranan jasad renik urea dapat diubah menjadi ammonium karbonat, dan (5) reaksi fisiologis urea adalah asam lemah (Lingga, 1989 dalam Murwono, 1993).

Hasil pengukuran kandungan nitrat pada penelitian ini berkisar antara 0,45 – 6,34 mg/liter. Menurut Mackenthum (1969) dalam Tambaru (2003), bahwa untuk pertumbuhan optimal fitoplankton memerlukan kandungan nitrat pada kisaran 0,9-3,5 mg/l. Kadar nitrat dalam penelitian ini cukup tinggi sehingga *Microcystis flos-aquae* mampu tumbuh dengan baik. Pernyataan tersebut didukung dari hasil riset tim terdahulu bahwa pertumbuhan *Microcystis* dipengaruhi oleh kadar nitrat di perairan (Ratahari, 2008; Widyanto, 2008; Ajijah, 2009; Endrawan, 2009; Rohmah *et al*, 2010).

4.5.5 Fosfat

Peranan fosfat untuk fitoplankton adalah sebagai bahan penyusun inti sel lemak dan protein, sangat penting dalam proses pembelahan sel, membentuk nukleo protein dan mampu menyimpan serta memindahkan energi. Jika kekurangan fosfat di dalam perairan, dapat menyebabkan pertumbuhan fitoplankton terhambat (Suryanto, 2006).

Pertumbuhan fitoplankton dapat terhambat jika kekurangan fosfat oleh sebab itu dalam penelitian ini menggunakan pupuk TSP. Pupuk TSP adalah pupuk buatan yang bersifat anorganik. Pupuk ini merupakan pupuk tunggal, karena hanya mengandung satu unsur fosfat (P). Pupuk TSP dibuat dari fosfat alam dan asam belerang. Persenyawaan zat-zat ini menghasilkan pupuk TSP dengan kandungan fosfat 36-43%. Pupuk TSP mempunyai sifat antara lain (1) sukar larut dalam air, (2) agak sedikit higroskopis, dan (3) cocok dicampur dengan pupuk ZA dalam penggunaannya karena amoniaknya akan terikat, sehingga amoniak tidak mudah menguap (Lingga, 1989 dalam Murwono, 1993),.

Hasil dari penelitian menunjukkan kisaran fosfat sebesar 0,14 – 0,56 mg/liter. Berdasarkan penelitian Lee *et al* (2000) dalam Rohmah *et al*, 2010, menggunakan variasi kadar nitrat dan fosfat, bahwa dengan kadar nitrat yang bervariasi dan kadar fosfat yang tetap memperlihatkan perbedaan jumlah sel *Microcystis* yang signifikan. Namun sebaliknya jika kadar fosfat bervariasi sedangkan kadar nitrat tetap, menunjukkan tidak adanya perbedaan jumlah sel *Microcystis*. Ditegaskan pula oleh Cole (1979) dalam Rohmah *et al*, 2010, adanya variasi nilai fosfat tidak berpengaruh terhadap kelimpahan jumlah sel *Microcystis* karena faktor pembatas pertumbuhan *Microcystis* adalah nitrat.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Microcystis flos-aquae memiliki potensi untuk menyerap logam berat Cd sebesar 46,5%-69,8% dengan kisaran 0,004-0,006 mg/liter. Hal ini didukung dengan hasil uji kandungan logam berat Cd di dalam air yang mengalami penurunan sebesar 0,0031 mg/l dan kandungan logam berat Cd di dalam mikroalga yang mengalami peningkatan sebesar 0,006 mg/l, dan hasil uji F menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi kandungan logam berat Cd tidak berpengaruh terhadap potensi penyerapan *Microcystis flos-aquae*.

4.1 Saran

Penelitian selanjutnya diharapkan dilakukan lebih detail mengenai fluktuasi kepadatan dan daya serap *Microcystis flos-aquae* terhadap logam berat dalam satu siklus hidup dengan dosis yang lebih tinggi serta pengukuran kandungan logam berat pada sedimen agar mendapatkan data yang lebih detail.

DAFTAR PUSTAKA

- AdInfo, 2009. **Bahaya Pencemaran Logam Berat dalam Air**. Majalah AdInfo Bogor. <http://www.adinfoonline.com/>. Diakses tanggal 21 Desember 2009. Pukul 07.00 WIB
- Alaerts dan Santika. 1987. **Metode Penelitian Air**. Usaha Nasional. Surabaya
- Algaebase. 2010. ***Microcystis flos-aquae* (Wittrock) Kirchner**. <http://www.algaebase.org>. Diakses tanggal 03 Februari 2010. Pukul 10.30 WIB.
- Amri, K dan Khairuman. 2003. **Budidaya Ikan Nila secara Intensif**. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Anggit, F.H.Y. 2008. **Respon Pertumbuhan *Microcystis spp.* dari Waduk Sutami pada Beberapa Variasi Intensitas Cahaya dan Lama Penyinaran**. Jurusan Biologi FMIPA Universitas Brawijaya. Malang
- APHA. 1971. **Standard Methods for The Examinatin of Water and Wastewater Thirteenth Edition**. American Public Health Asscosiation. American Water Work Asscosiation and Water Environtment Federation 16th Edition. Washington, D.C
- Bachtiar, E. 2007. **Penelusuran Sumber Daya Hayati Laut (Alga) sebagai Biotarget Industri**. Universitas Padjadjaran. Jatinangor
- Bahtiar, I. 2008. **Bioremediasi Sedimen Tambak Udang**. <http://ThebluegreenAlgaeblogspot.com/2008/07/Bioremediasi-sedimen-tambak-udang.html>. Diakses tanggal 28 Februari 2009. Pukul 18.00 WIB.
- Bulletin 3.7. 2009. **Pencemaran Air oleh Logam Berat**. <http://forum.kafegaul.com>. Diakses tanggal 21 Desember 2009. Pukul 07.00 WIB
- Cblife. 2009. **Chesapeake and Coastal by Life**. <http://www.dnr.state.md.us/bay/cblife/algae/cyano/index.html>. Diakses Tanggal 24 Januari 2010 Pukul 15.00 WIB.
- Darmono. 2001. **Lingkungan Hidup dan Pencemaran**. Penerbit Universitas Indonesia (UI Press). Jakarta.
- Dewi, Y.S. dan Y.H. Gultom. 2009. **Pemanfaatan Algae *Chlorella sp.* Dan Eceng Gondok Untuk Menurunkan Tembaga (Cu) Pada Industri Pelapisan Logam**. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro. <http://www.clicktoconvert.com>.

- Earth2. 2009. **Pencemaran Lingkungan: Pencemaran Air**. <http://earth2.eco.tut.ac.jp>. Diakses tanggal 14 Desember 2009 Pukul 18.00 WIB.
- Effendi, H. 2003. **Telaah Kualitas Air**. Kanisius. Yogyakarta.
- HACH. 1989. **Water Analysis Handbook**. HACH Company. Loveland. Colorado
- Harizal. 2006. **Studi Konsentrasi Logam Berat Merkuri (Hg) pada Kerang Hijau (Perna Viridis L) sebagai Biomonitoring Pencemaran di Perairan Pantai Banyu Urip Kecamatan Ujung Pangkah Kabupaten Gresik Jawa Timur**. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya. Malang
- Haryoto dan A. Wibowo. 2004. **Kinetika Bioakumulasi Logam Berat Kadmium Oleh Fitoplankton Chlorella sp. Lingkungan Perairan Laut**. Jurnal Penelitian Sains dan Teknologi Vol. 5, No. 2, 2004: 89-103. http://eprints.ums.ac.id/1331/1/2._HARYOTO.pdf. Diakses tanggal 20 Januari 2010 pukul 11.00 WIB.
- Isnansetyo, A dan Kurniastuty. 1995. **Teknik Kultur Phytoplankton dan Zooplankton**. Kanisius. Yogyakarta.
- Kesit. 2008. **Kultur Murni Mikroalga**. [Kekerangan.blogspot.com/2008_07_02_Kultur Murni Mikroalga](http://kekerangan.blogspot.com/2008_07_02_kultur_murni_mikroalga). Diakses Tanggal 12 Desember 2009 Pukul 19.00 WIB.
- Lestari dan Edward. 2004. **Dampak Pencemaran Logam Berat Terhadap Kualitas Air Laut Dan Sumberdaya Perikanan (Studi Kasus Kematian Massal Ikan-Ikan Di Teluk Jakarta)**. Makara, Sains, Vol. 8, No. 2, Agustus 2004: 52-58
- Masitha, E.D., S. Laksmi dan T. Juni. 2005. **Isolasi Bakteri Selulolitik asal Tanah Tambak, Sebagai Bahan Pengembangan Probiotik Pendegradasi Dinding Sel *Microcystis* sp, Penyebab Citarasa Lumpur pada Ikan Bandeng**. Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga. Surabaya.
- Marzuki. 1977. **Metodologi Riset**. Fakultas Ekonomi Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Mustahib. 2007. **Sitoplasma**. <http://biologi.blogspot.com/2007/07/26/sitoplasma-2> Diakses Tanggal 21 Juli 2010 Pukul 04.00 WIB
- Murwono, S.A.1993. **Studi Pengaruh Pemberian Pupuk Campuran Urea, ZA, TSP Terhadap Kualitas Air dan Pertumbuhan Rumput Laut Gracilaria gigas di Bak Penelitian**. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang

- Nuraeni, E. 2010. **Botany Cryptogamae**. <http://file.upi.edu/>.pdf. Diakses tanggal 21 Juli 2010 Pukul 04.00 WIB
- Notohadiprawito, T. 1993. **Logam Berat dalam Pertanian**. Ilmu Tanah Universitas Gajahmada. Yogyakarta
- Purnomo, D. 2009. **Logam Berat sebagai Penyumbang Pencemaran Air Laut**. Wordpress.com Diakses Tanggal 16 Juni 2010 Pukul 19.00 WIB
- _____, T dan Muchyiddin. 2007. **Analisis Kandungan Timbal (Pb) pada Ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forsk.) di Tambak Kecamatan Gresik**. Neptunus, Vol. 14, No. 1, Juli 2007: 68 – 77
- Putra, J.A. 2006. **Biremoval, Metode Alternatif Untuk Menanggulangi Pencemaran Logam Berat**. <http://www.chem-is-try.org/>. Diakses tanggal 22 Desember 2009 Pukul 18.00 WIB.
- Putra, S.E. 2006. **Tinjauan Kinetika dan Termodinamika Proses Adsorpsi Ion Logam Pb, Cd, dan Cu oleh Biomassa Alga Nannochloropsis sp. Yang Dilmobilisasi Polietilamina-Glutaraldehyd**. Laporan Penelitian. Universitas Lampung. Bandar Lampung
- Ravikawati, S. 2008. **Identifikasi Jenis-jenis Mikroalga**. FMIPA. UI. www.lontar.ui.ac.id Diakses Tanggal 21 Juli 2010 Pukul 03.00 WIB
- Rizal. 2009. **Teknik Pengambilan Sampel**. <http://rizalbbapujungbatee.blogspot.com> Diakses Tanggal 27 Januari 2010 Pukul 15.00 WIB.
- Rochyatun, E., M.T. Kaysupi dan A. Rozak. 2006. **Distribusi Logam Berat Dalam Air dan Sedimen Di Perairan Muara Sungai Cisadane**. Makara, Sains, Vol. 10, No. 1, April 2006: 35-40
- _____, dan A. Rozak. 2007. **Pemantauan Kadar Logam Berat Dalam Sedimen Di Perairan Teluk Jakarta**. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta. Makara, Sains, Vol. 8, No. 2, Agustus 2004: 52-58
- Rohmah, A., J. Hermana dan Suharjo. 2010. **Nitrate Reduction to Prevent *Mycrocystis* spp. Bloom: Study Of Sutami Reservoir, Malang**. Universitas Brawijaya Malang dan ITS Surabaya.
- Saefudin, E., Fitriana, dan Kusnadi. 2010. **Penggunaan Biomassa *Aspergillus niger* Van Teigham dalam Biosorpsi Korm dari Limbah Pertambangan Nikel**. Universitas Pendidikan Indonesia. Bandung
- Saputra, A. 2009. **Bioakumulasi Logam Berat pada Ikan Patin yang Dibudidayakan Di Perairan Waduk Cirata dan Laboratorium**. Institut Pertanian Bogor. Bogor

- Sastrosupadi, A. 2000. **Rancangan Percobaan Praktis Bidang Pertanian**. Kanisius. Yogyakarta.
- Siaka, 2008. **Korelasi Antara Kedalaman Sedimen Di Pelabuhan Benoa Dan Konsentrasi Logam Berat Pb Dan Cu**. Jurusan FMIPA Universitas Udayana Bukit Jimbaran. Jurnal Kimia 2:61-70
- SNI. 1991. SNI-M-03-1989-F. **Metode Pengujian Fisika Air**. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta
- _____. SNI M-11-1990-F. **Metode Pengujian Oksigen Terlarut Dengan Elektrokimia**. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta
- Subarijanti, H.U. 1990. **Pengantar Praktikum Limnology**. LUW – UNIBRAW – FISH. Malang hal 13 – 41.
- Suharto. 2005. **Dampak Pencemaran Logam timbal (Pb) Terhadap Kesehatan Masyarakat**. Majalah Kesehatan Indonesia no. 165
- Supriyanto, C.S dan Z. Kamal. 2007. **Analisis Cemar Logam Berat Pb, Cu dan Cd pada Ikan Air Tawar dengan Metode Spektrometri Nyala Serapan Atom (SSA)**. Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan. Yogyakarta
- Suryanto, A.M. 2006. **Diktat Planktonologi (Peranan Unsur Hara Bagi Fitoplankton)**. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang.
- Suseno dan Panggabean. **Merkuri : Spesiasi dan Bioakumulasi pada Biota Laut**. Pusat Teknologi Limbah Radioaktif Batan
- Sutamihardja, R.T.M., K. Adnan dan Sanusi. 1982. **Perairan Teluk Jakarta Ditinjau dari Tingkat Pencemarannya**. Fakultas Pascasarjana, Jurusan PSL. IPB.
- Tambaru, R. 2003. **Selang Waktu yang Terbaik dalam Pengukuran Produktivitas Primer Fitoplankton di Perairan Laut**. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Tisna, K. 2008. **Cara Mengkultur Benthic Diatom Dari Skala Lab Sampai Skala Massal Untuk Suplai Pakan Larva Abalone**. <http://kumpulblogger.com/mac.php>. Diakses tanggal 20 Juli 2009 pukul 17.00 WIB.
- Umar, M.T., W.M. Meagaung dan L. Fachruddin. 2001. **Kandungan Logam Berat Tembaga (Cu) Pada Air, Sedimen, dan Kerang *Marcia sp* di Teluk Pare-Pare, Sulawesi Selatan**. http://www.pascaunhas.net/jurnal_pdf/sci_2_2/tauhid.pdf

Umar, N.A. 2002. **Hubungan antara Kelimpahan Fitoplankton dan Zooplankton (kapeoda) dengan Larva Kepiting di Perairan teluk Siddo Kab. Barru Sulawesi Selatan.** Makalah Falsafah Sains. Institut Pertanian Bogor

Webadmin. 2006. **Menanggulangi Pencemaran Logam Berat.** <http://www.ychi.org>. Diakses Tanggal 24 Januari 2010 Pukul 15.00 WIB.

Wikimedia. 2010. **Sungai Bengawan Solo.** www.wikimedia.com. Diakses Tanggal 24 Mei 2010 Pukul 15.00 WIB.

Wisata-jatim. 2010. **Danau Ngipik.** <http://wisata-jatim.com/front>. Diakses Tanggal 16 Juni 2010 Pukul 15.00 WIB.


Wordpress. 2008. **Kadmium (Cd).** <http://smk3ae.wordpress.com>. Diakses Tanggal 24 Januari 2010 Pukul 15.00 WIB.

Yuliani, G.N. 2009. **Pengaruh Sedimen Berminyak terhadap Pertumbuhan Mikroalga *Isochrysis sp.*** Institut Pertanian Bogor. Bogor




LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Uji Konsentrasi Logam Berat Cd (Kadmium) Pada Air Sebelum Perlakuan



LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
 Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134
 E-mail : laboratorium@jasatirta1.co.id



Nomor : 014 S/LKA MLG/II/2010

Halaman 2 dari 2
Page 2 of 2

Kode Contoh Uji
Sample Code

Ext. 15-17/PC/I/2010/42-44

Metode Pengambilan Contoh Uji
Sampling Method

: -

Tempat Analisa
Place of Analysis

: Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang

Tanggal Analisa
Testing Date(s)

: 18-23 Februari 2010

HASIL ANALISA

Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
Kode BNK					
1	Timbal (Pb)	mg/L	tt	APHA Ed.21.3500-Cr B, 2005	-
2	Kadmium (Cd)	mg/L	0,0029	APHA Ed.21.3500-Cr B, 2005	-
Kode CBS					
1	Timbal (Pb)	mg/L	tt	APHA Ed.21.3500-Cr B, 2005	-
2	Kadmium (Cd)	mg/L	0,0024	APHA Ed.21.3500-Cr B, 2005	-
Kode ARS					
1	Timbal (Pb)	mg/L	tt	APHA Ed.21.3500-Cr B, 2005	-
2	Kadmium (Cd)	mg/L	0,0031	APHA Ed.21.3500-Cr B, 2005	-

*) Standar Baku Mutu sesuai dengan : -
Threshold Value fully adopted from

**) tt = Tidak terdeteksi

Kesimpulan : -
Conclusion

Sertifikat atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuhi cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or published without any approval from Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation

This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation

Keterangan:
 ARS: Sungai Romokalisari
 BNG: Telaga Ngipik
 CBS: Sungai Bengawan Solo

Lampiran 2. Hasil Uji Konsentrasi Logam Berat Cd (Kadmium) Pada *Microcystis flos-aquae* dan pada Air setelah Perlakuan



LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134
E-mail : laboratorium@jasatirta1.co.id



Nomor : 159-1 S/LKA MLG/V/2010 Halaman 2 dari 2
Page 2 of 2

Kode Contoh Uji : Ext. 131-140/PC/V/2010/171-180
Sample Code

Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sampling Method

Tempat Analisa : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang
Place of Analysis

Tanggal Analisa : 18 Mei - 31 Mei 2010
Testing Date(s)

HASIL ANALISA Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
II Media Air					
1	A1				
	Kadmium	mg/L	tt*)	APHA. Ed. 21. 3111 B, 2005	MDL = 0,0018
2	A2				
	Kadmium	mg/L	tt	APHA. Ed. 21. 3111 B, 2005	MDL = 0,0018
3	A3				
	Kadmium	mg/L	tt	APHA. Ed. 21. 3111 B, 2005	MDL = 0,0018
4	B1				
	Kadmium	mg/L	tt	APHA. Ed. 21. 3111 B, 2005	MDL = 0,0018
5	B2				
	Kadmium	mg/L	tt	APHA. Ed. 21. 3111 B, 2005	MDL = 0,0018
6	B3				
	Kadmium	mg/L	tt	APHA. Ed. 21. 3111 B, 2005	MDL = 0,0018
7	C1				
	Kadmium	mg/L	tt	APHA. Ed. 21. 3111 B, 2005	MDL = 0,0018
8	C2				
	Kadmium	mg/L	tt	APHA. Ed. 21. 3111 B, 2005	MDL = 0,0018
9	C3				
	Kadmium	mg/L	tt	APHA. Ed. 21. 3111 B, 2005	MDL = 0,0018
10	D1				
	Kadmium	mg/L	tt	APHA. Ed. 21. 3111 B, 2005	MDL = 0,0018


*) tt = Tidak terdeteksi



Sertifikat atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari
Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuhi cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I
This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or published without any approval from
Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation
This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation


Lampiran 3. Hasil Uji Konsentrasi Logam Berat Cd (Kadmium) Pada *Microcystis flos-aquae* sebelum Perlakuan



JASA TIRTA I

LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134
E-mail : laboratorium@jasatirta1.co.id



KAN

Kantor Akreditasi Malang
Laboratorium Penguji
LP - 227 - IDN

Nomor : 01 S/LKA MLG/IV/10

Ext. 33-40/PC/III/2010/45-52

Halaman 2b dari 2
Page 2b of 2

Kode Contoh Uji : -
Sample Code

Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sampling Method


Tempat Analisa : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang
Place of Analysis

Tanggal Analisa : 31 Maret - 6 April 2010
Testing Date(s)

HASIL ANALISA
Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
1	Kode A				
	Kadmium (Cd)	mg/L	0.0086	APHA. Ed. 21. 3111 B, 2005	-
2	Kode B				
	Kadmium (Cd)	mg/L	tt	APHA. Ed. 21. 3111 B, 2005	MDL = 0,0030
3	Kode C				
	Kadmium (Cd)	mg/L	tt	APHA. Ed. 21. 3111 B, 2005	MDL = 0,0030
4	Kode M				
	Kadmium (Cd)	mg/L	0.0086	APHA. Ed. 21. 3111 B, 2005	-

*) tt = Tidak terdeteksi



Sertifikat atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuhi cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or publicated without any approval from Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation

This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation

Keterangan :

Kode A, B, C :kode sungai pada perairan Gresik sebagai uji pendahuluan akan tetapi kandungan Cd tidak terdeteksi sehingga tidak dilakukan penelitian lanjutan.
Kode M : kode kandungan awal *Microcystis flos-aquae*

Lampiran 4. Hasil Uji Konsentrasi Logam Berat Cd (Kadmium) Pada Perairan dari Wilayah Gresik



LABORATORIUM KUALITAS AIR
 Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
 Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134
 E-mail : laboratorium@jasatirta1.co.id



Nomor : 159-1 S/LKA MLG/V/2010

Kode Contoh Uji Ext. 121-130/PC/V/2010/161-170
Sample Code
 Metode Pengambilan Contoh Uji :-
Sampling Method
 Tempat Analisa : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang
Place of Analysis
 Tanggal Analisa : 18 Mei - 31 Mei 2010
Testing Date(s)

HASIL ANALISA
Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
<i>Sampel Buatan</i>					
1	Mikro Algae				
1	Panen A1				
	Kadmium	mg/L	tt*)	APHA. Ed. 21. 3111 B, 2005	MDL = 0,0018
2	Panen A2				
	Kadmium	mg/L	tt	APHA. Ed. 21. 3111 B, 2005	MDL = 0,0018
3	Panen A3				
	Kadmium	mg/L	tt	APHA. Ed. 21. 3111 B, 2005	MDL = 0,0018
4	Panen B1				
	Kadmium	mg/L	tt	APHA. Ed. 21. 3111 B, 2005	MDL = 0,0018
5	Panen B2				
	Kadmium	mg/L	0,006	APHA. Ed. 21. 3111 B, 2005	
6	Panen B3				
	Kadmium	mg/L	tt	APHA. Ed. 21. 3111 B, 2005	MDL = 0,0018
7	Panen C1				
	Kadmium	mg/L	0,004	APHA. Ed. 21. 3111 B, 2005	
8	Panen C2				
	Kadmium	mg/L	tt	APHA. Ed. 21. 3111 B, 2005	MDL = 0,0018
9	Panen C3				
	Kadmium	mg/L	tt	APHA. Ed. 21. 3111 B, 2005	MDL = 0,0018
10	Panen D1				
	Kadmium	mg/L	tt	APHA. Ed. 21. 3111 B, 2005	MDL = 0,0018

*) tt = Tidak terdeteksi



Sertifikat atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuhi cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I
 This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or published without any approval from Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation
 This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation

Lampiran 5. Perhitungan Uji F

Table 1. Konsentrasi Logam Berat Cd (Kadmium) pada *Microcystis flos aquae*

No.	Perlakuan	Ulangan (mg/liter)			Total	Rerata
1.	A	tt	Tt	tt	tt	Tt
2.	B	tt	0,006	tt	0,006	0,002
3.	C	0,004	Tt	tt	0,004	0,0013
Grand Total					0,01	

- FK = $(0,01)^2/9 = 1,1 \times 10^{-5}$
- JK Total = $((0,006)^2 + (0,004)^2 - FK) = 0,000041$
- JK Konsentrasi = $((0,006)^2 + (0,004)^2)/3 - FK = 6,3 \times 10^{-6}$
- JK Galat = JK Total - JK Konsentrasi = 0,0000347

Tabel 2. Analisa Uji F

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F Tabel	
Konsentrasi	2	$6,3 \times 10^{-6}$	$3,15 \times 10^{-6}$	1,06 ^{ns}	5,14	10,92
Galat	6	0,0000347	$5,78 \times 10^{-6}$	-	-	-
Total	8	0,000041	-	-	-	-

Keterangan:

ns = tidak berpengaruh sangat nyata

$F_{\text{Hitung}} > F_{\text{Tabel } 5\%} = \text{tidak berpengaruh nyata}$

Berdasarkan uji F, dapat disimpulkan bahwa perbedaan konsentrasi logam Cd tidak berpengaruh nyata terhadap kemampuan *Microcystis flos aquae* dalam menyerap logam berat Cd.

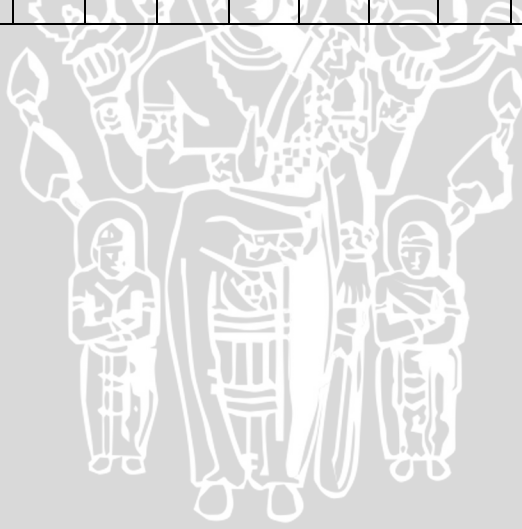
Lampiran 6. Data Harian Suhu

Kode Sampel	Suhu (⁰ C) pada Hari ke-														Rata-rata
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
A1	28	28	28	28	28	28	29	29	29	29	29	29	29	29	28,6
A2	28	29	28	28	29	28	29	29	29	29	29	29	29	29	28,7
A3	28	29	29	28	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	28,9
B1	28	28	28	28	29	28	29	29	29	29	29	29	29	29	28,6
B2	28	29	29	28	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	28,9
B3	28	29	28	28	29	28	29	29	29	29	29	29	29	29	28,7
C1	28	28	29	29	28	29	29	29	29	29	29	29	29	29	28,8
C2	28	29	28	28	29	28	29	29	29	29	29	29	29	29	28,7
C3	29	29	28	29	29	28	29	29	29	29	29	29	29	29	28,8
D	28	29	28	28	29	28	29	29	29	29	29	29	29	29	28,7



Lampiran 7. Data Harian pH

Kode Sampel	pH pada Hari ke-													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A1	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	8	9	9
A2	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	8	8	9
A3	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	8	9	8
B1	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9
B2	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	8	9	9
B3	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	8	9	8
C1	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	8	9	9
C2	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	8	8	8
C3	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9
D	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	8	9	9



Lampiran 8. Data Oksigen Terlarut, Nitrat dan Fosfat

Perlakuan	Parameter				
	DO (mg/l)			Nitrat (mg/l)	Fosfat (mg/l)
	Awal	Akhir	Rata-rata		
A1	6,8	9,7	8,25	0,61	0,15
A2	7,3	9,7	8,5	0,52	0,15
A3	7,4	9,5	8,45	0,67	0,15
B1	7,3	9,9	8,6	0,95	0,38
B2	7,7	9,8	8,75	0,64	0,39
B3	6,9	9,5	8,2	0,45	0,25
C1	7,6	9,4	8,5	0,63	0,14
C2	7,3	9,4	8,35	0,71	0,21
C3	7,3	9,7	8,5	6,34	0,56
D1	7,0	9,7	8,35	0,80	0,15

Lampiran 9. Organisme Penyebab Kepadatan *Microcystis flos-aquae* Menurun



Rotifera

Pengamatan di bawah Mikroskop dengan perbesaran 400x

