

**UJI KANDUNGAN LOGAM BERAT MERKURI (Hg) DAN
KADMIUM (Cd) PADA KANGKUNG AIR (*Ipomea aquatica*
FORSK.) DI PERAIRAN TAMAN WISATA WENDIT
KABUPATEN MALANG**

SKRIPSI

Oleh :

**RENI PRASETYAWATI
NIM : 03520057**



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)
MALANG
2007**

HALAMAN JUDUL

**UJI KANDUNGAN LOGAM BERAT MERKURI (Hg) DAN
KADMIUM (Cd) PADA KANGKUNG AIR (*Ipomea aquatica*
FORSK.) DI PERAIRAN TAMAN WISATA WENDIT
KABUPATEN MALANG”**

SKRIPSI

Diajukan Kepada:
Universitas Islam Negeri Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

Oleh
RENI PRASETYAWATI
NIM: 03520057

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MALANG
MALANG
2007**

HALAMAN PERSETUJUAN

**UJI KANDUNGAN LOGAM BERAT MERKURI (Hg) DAN
KADMIUM (Cd) PADA KANGKUNG AIR (*Ipomea aquatica*
FORSK.) DI PERAIRAN TAMAN WISATA WENDIT
KABUPATEN MALANG**

SKRIPSI

Oleh:
Reni Prasetyawati
NIM: 03520057

Telah disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing Agama

Drs. Eko Budi Minarno, M.Pd
NIP. 150 295 150

Ahmad Barizi, M.A
NIP. 150 283 991

Tanggal, 01 Oktober 2007
Mengetahui,
Ketua Jurusan Biologi

Dr. drh. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si
NIP. 150 229 505

HALAMAN PENGESAHAN

UJI KANDUNGAN LOGAM BERAT MERKURI (Hg) DAN KADMIUM (Cd) PADA KANGKUNG AIR (*Ipomea aquatica* FORSK.) DI PERAIRAN TAMAN WISATA WENDIT KABUPATEN MALANG

SKRIPSI

Oleh:
Reni Prasetyawati
NIM: 03520057

Telah Dipertahankan Di Depan Dewan Penguji Skripsi dan
Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

Pada Tanggal, 8 Oktober 2007

Susunan Dewan Penguji		Tanda Tangan
1. Penguji Utama <u>Dra. Ulfah Utami, M.Si</u> NIP. 150 291 272		()
2. Ketua <u>Evika Sandi Savitri, M.P</u> NIP. 150 327 253		()
3. Sekretaris / Pembimbing I <u>Drs. Eko Budi Minarno, M.Pd</u> NIP. 150 295 150		()
4. Penguji Agama / Pembimbing II <u>Ahmad Barizi, M.A</u> NIP. 150 283 991		()

Disahkan Oleh
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Prof. Drs. H. Sutiman Bambang Sumitro, SU., DSc
NIP. 130 809 123

PERSEMBAHAN

*Ku sungsurkan dahiku diatas sajadah seraya mengucapkan Syukur
atas segala-Nya kupanjatkan ILLAHI ROBBI
Dengan kerendahan dan ketulusan hati kupersembahkan karya ini
Teruntuk Kekasih dalam hidupku sekaligus Sepasang mutiara hati
yang selalu memancarkan sinar cinta kasih yang tak pernah usai, yang
mengayomi dan mengasih setulus hati, sebening cinta dan sesuci do'a
(Bapak H. Rusyoto dan Ibu Hj. Karmi'ah) restumu yang selalu
menyertai setiap langkah tanpa berkesudahan memberiku semangat
meniti masa depan, dan jerih payahmu kesuksesanku berasal
Para bapak dan Ibu guruku/ Dosen (Asatidz/ah dalam menuntut
ilmu) yang dengan ikhlas mendidik dan membimbingku
Adikku tercinta (Ali Masyhudi dan Nur Khizbiyatul Jannah) dengan
kekuatan cinta dan kasih sayang dalam mengarungi samudera
kehidupan ini dan terima kasih atas motivasinya
Semua saudara dan keluarga besar Prijek Lor
Seseorang yang selalu dekat di hati, makasih banyak buat semuanya
Semoga Allah SWT selalu menuntun dan menyertai setiap langkah
kita semua sehingga senantiasa mampu melakukan kebaikan dan
selalu berdo'a di jalannya.
Amian Ya Robbal Alamin*

MOTTO

وَلَا تَبْخَسُوا النَّاسَ أَشْيَاءَهُمْ وَلَا تَعْثَوْا فِي الْأَرْضِ مُفْسِدِينَ ﴿١٨٣﴾

“Dan janganlah kamu merugikan manusia pada hak-haknya dan janganlah kamu merajalela di muka bumi dengan membuat kerusakan”
(Asy-Syu’araa’: 183)

SURAT PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini saya :

Nama : Reni Prasetyawati
NIM : 03520057
Alamat : Prijek Lor Laren Lamongan

Menyatakan bahwa “Skripsi” yang saya buat untuk memenuhi persyaratan kelulusan pada Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Malang, dengan judul :

**UJI KANDUNGAN LOGAM BERAT MERKURI (Hg) DAN KADMIUM
(Cd) PADA KANGKUNG AIR (*Ipomea aquatica* FORSK.) DI PERAIRAN
TAMAN WISATA WENDIT KABUPATEN MALANG**

adalah hasil karya sendiri, bukan “duplikasi” dari karya orang lain.

Selanjutnya apabila dikemudian hari ada “klaim” dari pihak lain, bukan menjadi tanggung jawab Dosen Pembimbing dan atau pihak Fakultas Sains dan Teknologi, tetapi menjadi tanggung jawab saya sendiri.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tanpa paksaan dari siapapun.

Malang, 25 September 2007
Hormat saya,

Reni Prasetyawati
NIM. 03520057

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Ilahi Rabbi, Sang Penguasa Pemelihara Alam yang tidak pernah berhenti dalam menganugerahkan segala nikmat, rahmat dan Inayah-Nya kepada seluruh hambanya di muka bumi. Atas limpahan rahmat-Nya penulis haturkan sembah sujud karena telah diberi kesempatan untuk menyelesaikan skripsi ini. Hambatan-hambatan yang ada dalam penulisan skripsi bukan suatu keluhan bagi penulis, namun dengan kesadaran diri dan introspeksi diri bahwa penulis merupakan hamba Allah yang tidak dapat dipisahkan dari sifat lupa, lemah dan lalai.

Dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini penulis tidak akan terlepas dari bimbingan dan dukungan dan bantuan dari semua pihak sehingga terselesaikan skripsi ini, oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Malang, Prof. Dr. H. Imam Suprayogo.
2. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Malang, Prof. Drs. H. Sutiman Bambang Sumitro, S.U, D.Sc.
3. Ketua Jurusan Biologi, Dr. drh. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si.
4. Dosen pembimbing, Bapak Drs. Eko Budi Minarno, M.Pd, yang telah banyak meluangkan waktu dan tenaganya serta dengan kesabarannya untuk membimbing dan mengarahkan penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
5. Dosen pembimbing Agama, Bapak Ahmad Barizi, M.A, yang telah dengan sabar membimbing dan mengarahkan penulis sehingga skripsi ini lebih bermakna dengan adanya sentuhan nilai-nilai Islami.
6. Dosen Anatomi dan Morfologi, Ibu Evika Sandi Safitri, MP, yang telah memberikan bimbingan dan bantuan demi kelancaran penelitian.
7. Dosen penguji seminar, Ibu Nur Wachidah, M.Si, yang telah memberikan banyak masukan terhadap skripsi ini.

8. Dosen laboran Universitas Muhammadiyah Malang (UMM), Bapak M. Ariseandy, SP, yang telah membantu dalam kelancaran penelitian di laboratorium.
9. Segenap dosen Universitas Islam Negeri (UIN) Malang yang telah mendidik dan memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis selama penulis menempuh studi di Universitas Islam Negeri Malang.
10. Bapak H. Rusyoto dan Ibu Hj. Karmi'ah serta adik-adikku (Ali dan Nur) yang dengan ketulusan hati selalu memberikan dukungan dan do'anya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
11. Sahabat terbaikku Faruk yang selalu memberikan bantuan serta dorongan setiap saat penulis butuhkan.
12. Sahabat-sahabatku (Nila, Vivi, Memey, Achy, Luluk, Miftah, Isa, Fauzan, Nain) yang selalu menjadi pencerah semangat penulis untuk terus berjuang.
13. Sahabat-sahabatku di kos WISMA KURNIA khususnya sahabat angkatan 2003 (Niken, Ifa, Hima, Ida, Nia, Nuri, Titus, Isna) yang selalu berkumpul dalam suka maupun duka.
14. Guru sekaligus kakakku Helmi, yang selalu memberikan semangat pada penulis.
15. Teman-teman PPL SMAN 4 (Ri, Rokhmah, Rodliyah, Meydia, Dini) yang selama dua bulan ini telah memberikan semangat kepada penulis.
16. Teman-teman Biologi terutama angkatan 2003 beserta semua pihak yang telah membantu penyelesaian skripsi ini.
17. Semua pihak yang telah membantu skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik, dan semoga Allah memberikan balasan yang sepadan kepada mereka yang telah banyak membantu penulis dalam penulisan skripsi ini.

Akhir kalam, semoga karya yang sederhana ini dapat memberikan manfaat bagi penulis khususnya, dan bagi pengembangan ilmu pengetahuan pada umumnya.

Malang, September 2007

DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Halaman
2.1.	Kangkung Air (<i>Ipomea aquatica</i> Forsk.)	40
4.1.	Organ daun tua.....	67
4.2.	Organ daun muda.....	68
4.3.	Diagram batang rata-rata kandungan logam berat Hg pada organ batang, daun muda, dan daun tua tumbuhan Kangkung Air (<i>Ipomea aquatica</i> Forsk.).....	70
4.4.	Diagram batang rata-rata kandungan logam berat Hg pada organ batang, daun muda, dan daun tua tumbuhan Kangkung Air (<i>Ipomea aquatica</i> Forsk.).....	70

DAFTAR TABEL

No	Judul	Halaman
3.1.	Contoh data analisis kandungan logam berat Merkuri (Hg) pada Kangkung Air (<i>Ipomea aquatica</i> Forsk.)	55
3.2.	Contoh data analisis kandungan logam berat Kadmium (Cd) pada Kangkung Air (<i>Ipomea aquatica</i> Forsk.)	55
4.1.	Data analisis kandungan logam berat Merkuri (Hg) pada Kangkung Air (<i>Ipomea aquatica</i> Forsk.)	51
4.2.	Data analisis kandungan logam berat Kadmium (Cd) pada Kangkung Air (<i>Ipomea aquatica</i> Forsk.)	51
4.3.	Analisis uji Jarak Duncen kandungan logam berat Hg dan Cd pada Organ batang, daun tua, dan daun muda tumbuhan Kangkung Air (<i>Ipomea aquatica</i> Forsk.)	52
4.4.	Analisis uji Jarak Duncen kandungan logam berat Hg pada tumbuhan Kangkung Air (<i>Ipomea aquatica</i> Forsk.) di setiap stasiun.....	53
4.5.	Analisis uji Jarak Duncen kandungan logam berat Cd pada tumbuhan Kangkung Air (<i>Ipomea aquatica</i> Forsk.) di setiap stasiun.....	54
4.6	Kandungan Logam Berat Hg dan Cd dan Standar Mutu Sayuran.....	61

DAFTAR LAMPIRAN

- | No | Judul |
|-------------|--|
| Lampiran 1. | Perhitungan <i>Analisis Of Variance</i> dan Perhitungan uji Jarak Duncen kandungan logam berat Hg pada organ batang, daun tua, dan daun muda tumbuhan Kangkung Air (<i>Ipomea aquatica</i> Forsk.) |
| Lampiran 2. | Perhitungan uji Jarak Duncen kandungan logam berat Hg pada organ batang, daun tua, dan daun muda tumbuhan Kangkung Air (<i>Ipomea aquatica</i> Forsk.) |
| Lampiran 3. | Perhitungan <i>Analisis Of Variance</i> kandungan logam berat Cd pada organ batang, daun tua, dan daun muda tumbuhan Kangkung Air (<i>Ipomea aquatica</i> Forsk.) |
| Lampiran 4. | Perhitungan uji Jarak Duncen kandungan logam berat Cd pada organ batang, daun tua, dan daun muda tumbuhan Kangkung Air (<i>Ipomea aquatica</i> Forsk.) |
| Lampiran 5. | Perhitungan <i>Analisis Of Variance</i> dan uji Jarak Duncen kandungan logam berat Hg pada organ batang, daun tua, dan daun muda tumbuhan Kangkung Air (<i>Ipomea aquatica</i> Forsk.) pada stasiun 1 |
| Lampiran 6. | Perhitungan <i>Analisis Of Variance</i> dan uji Jarak Duncen kandungan logam berat Hg pada organ batang, daun tua, dan daun muda tumbuhan Kangkung Air (<i>Ipomea aquatica</i> Forsk.) pada stasiun 2 |
| Lampiran 7. | Perhitungan <i>Analisis Of Variance</i> dan uji Jarak Duncen kandungan logam berat Hg pada organ batang, daun tua, dan daun muda tumbuhan Kangkung Air (<i>Ipomea aquatica</i> Forsk.) pada stasiun 3 |
| Lampiran 8. | Perhitungan <i>Analisis Of Variance</i> dan uji Jarak Duncen kandungan logam berat Hg pada organ batang, daun tua, dan daun muda tumbuhan Kangkung Air (<i>Ipomea aquatica</i> Forsk.) pada stasiun 4 |
| Lampiran 9. | Perhitungan <i>Analisis Of Variance</i> dan uji Jarak Duncen kandungan logam berat Cd pada organ batang, daun tua, dan daun muda tumbuhan Kangkung Air (<i>Ipomea aquatica</i> Forsk.) pada stasiun 1 |

- Lampiran 10. Perhitungan *Analisis Of Variance* dan uji Jarak Duncen kandungan logam berat Cd pada organ batang, daun tua, dan daun muda tumbuhan Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.) pada stasiun 2
- Lampiran 11. Perhitungan *Analisis Of Variance* dan uji Jarak Duncen kandungan logam berat Cd pada organ batang, daun tua, dan daun muda tumbuhan Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.) pada stasiun 3
- Lampiran 12. Perhitungan *Analisis Of Variance* dan uji Jarak Duncen kandungan logam berat Cd pada organ batang, daun tua, dan daun muda tumbuhan Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.) pada stasiun 4
- Lampiran 13. Foto pengamatan penelitian
- Lampiran 14. Peta perairan Taman Wisata Wendit Kabupaten Malang
- Lampiran 15. Bukti Konsultasi
- Lampiran 16. Surat Keterangan Untuk Melakukan Penelitian
- Lampiran 17. Laporan Analisis Uji Pendahulu
- Lampiran 18. Laporan Analisis Hasil Penelitian

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
HALAMAN MOTTO	vi
HALAMAN PERNYATAAN	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
ABSTRAK.....	xvii

BAB I : PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	8
1.3 Tujuan Penelitian	9
1.4 Manfaat Penelitian	9
1.5 Batasan Masalah	10
1.6 Definisi Operasional	10

BAB II : KAJIAN PUSTAKA

2.1 Islam dan Lingkungan.....	11
2.1.1 Air.....	11
2.1.1.1 Macam-macam Air dalam Pandangan Islam.....	12
2.1.1.2 Kandungan Air Sebagai Awal Kehidupan	15
2.1.2 Tumbuhan	17
2.1.3 Tanah	18
2.1.4 Hubungan Air, Tanah dan Tumbuh-tumbuhan	19

2.1.5 Pencemaran Lingkungan dalam Pandangan Islam.....	21
2.2 Logam Berat	27
2.2.1 Definisi dan Sifat Logam Berat	27
2.2.2 Pencemaran Logam Berat di Perairan	29
2.2.3 Logam Berat Merkuri (Hg) dan Kadmium (Cd) serta Efeknya Terhadap Tumbuhan.....	32
2.2.3.1 Logam Berat Merkuri (Hg)	32
2.2.3.2 Logam Berat Kadmium (Cd).....	34
2.2.3.3 Efek Logam Berat Hg dan Cd Terhadap Tumbuhan	35
2.2.4 Pengaruh Logam Berat Hg dan Cd Terhadap Kesehatan	37
2.2.4.1 Pengaruh Logam Berat Hg Terhadap Kesehatan	37
2.2.4.2 Pengaruh Logam Berat Cd Terhadap Kesehatan.....	38
2.3 Taksonomi Tumbuhan Kangkung Air (<i>Ipomea aquatica</i> Forsk.)	39
2.3.1 Morfologi Tumbuhan Kangkung Air (<i>Ipomea aquatica</i> Forsk.).....	40
2.3.2 Perkembangan Daun.....	42
2.3.3 Pemanfaatan Tumbuhan Kangkung Air (<i>Ipomea aquatica</i> Forsk.) Sebagai Phytoremediasi atau Pembersih Secara Alami.....	44
2.4 Perairan Kawasan Wadit	47

BAB III : METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian	49
3.2 Subyek Penelitian.....	49
3.3 Tempat dan Waktu Penelitian.....	49
3.4 Alat dan Bahan	49
3.4.1 Alat	49
3.4.2 Bahan.....	50
3.5 Prosedur Penelitian	51
3.5.1 Studi Pendahuluan.....	51
3.5.2 Pengambilan Sampel Tumbuhan Kangkung Air (<i>Ipomea aquatica</i> Forsk.)	52
3.5.3 Analisis Sampel Padat	53

3.6 Teknik Analisis Data.....	55
-------------------------------	----

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian.....	56
4.1.1 Kandungan Logam Berat Hg dan Cd pada Organ Bagian Batang, Daun Tua, dan Daun Muda Tumbuhan Kangkung Air (<i>Ipomea aquatica</i> Forsk.).....	56
4.1.2 Kandungan Logam Berat Hg pada Tumbuhan Kangkung Air (<i>Ipomea aquatica</i> Forsk.) di Setiap Stasiun.....	58
4.2 Pembahasan	60
4.2.1 Kandungan Logam Berat Hg dan Cd pada Organ Bagian Batang, Daun Tua, Daun Muda Tumbuhan Kangkung Air (<i>Ipomea aquatica</i> Forsk.).....	60
4.2.2 Kandungan Logam Berat Hg dan Cd pada Tumbuhan Kangkung Air (<i>Ipomea aquatica</i> Forsk.) di Setiap Stasiun.....	69

BAB V : PENUTUP

5.1 Kesimpulan.....	74
5.2 Saran.....	75

DAFTAR PUSTAKA.....	76
----------------------------	-----------

LAMPIRAN.....	79
----------------------	-----------

ABSTRAK

Prasetyawati, Reni. 2007. Uji Kandungan Logam berat Merkuri (Hg) dan Kadmium (Cd) Pada Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.) di Perairan Taman Wisata Wendit Kabupaten Malang. Skripsi. Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri (UIN) Malang.
Dosen Pembimbing I : Drs. Eko Budi Minarno, M.Pd.
Dosen Pembimbing Agama II : Ahmad Barizi, M.A

Kata Kunci : Logam berat, Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.)

Logam berat merupakan pencemar paling berbahaya, walaupun jumlahnya kecil namun mempunyai tingkat keracunan tinggi karena sifatnya yang tidak terdegradasi dalam lingkungan dan mudah terakumulasi dalam jaringan tubuh makhluk hidup. Kecenderungan pencemaran logam berat pada perairan dapat terjadi dimana saja, tak terkecuali di perairan Taman Wisata Wendit Malang. Logam berat yang berpotensi menimbulkan keracunan (toksik) sangat tinggi adalah logam berat Merkuri (Hg) dan Kadmium (Cd). Salah satu alternatif alami untuk mengurangi pencemaran logam berat Hg dan Cd adalah dengan memanfaatkan *hydrophyta* yang terdapat di kawasan perairan tersebut, salah satunya adalah Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.), dalam Al-Qur'an Surat Asy-Syu'araa' : 7).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan logam berat Merkuri (Hg) dan Kadmium (Cd) pada Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.) yang meliputi organ bagian batang, daun tua (bagian atas akar) dan daun muda (bagian pucuk) serta untuk mengetahui bagian organ manakah yang memiliki kandungan logam berat Hg dan Cd lebih tinggi. Pengambilan sampel tumbuhan Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.) dilakukan di perairan Taman Wisata Wendit Malang. Analisis kimiawi dilakukan di Laboratorium Kimia Universitas Muhammadiyah Malang (UMM). Waktu pelaksanaan penelitian ini selama satu bulan yaitu pada bulan Juli sampai bulan Agustus 2007. Analisis laboratorium dalam penelitian ini adalah kandungan logam berat Hg dan Cd. Sedangkan variabel yang diamati yaitu tumbuhan Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.) yang meliputi organ bagian batang, daun tua, dan daun muda.

Penelitian ini merupakan penelitian *Ex Post Facto*, selanjutnya data di analisis menggunakan ANOVA bila hasil data signifikan dilanjutkan dengan Uji Jarak Duncan untuk mengetahui kandungan logam berat Hg dan Cd pada tumbuhan Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.) yang meliputi organ bagian batang, daun tua, dan daun muda.

Berdasarkan hasil perhitungan ANOVA yang dilanjutkan dengan Uji Jarak Duncan menunjukkan adanya perbedaan kandungan logam berat Hg dan Cd pada tumbuhan Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.) yang meliputi organ bagian batang, daun tua, dan daun muda. Organ bagian batang memiliki kandungan logam berat Hg dan Cd lebih tinggi dan organ bagian daun muda memiliki kandungan logam berat Hg dan Cd yang rendah.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air termasuk sumber daya alam yang dapat diperbaharui, tetapi air akan dengan mudah terkontaminasi oleh aktivitas manusia. Aktivitas yang pada prinsipnya merupakan usaha manusia untuk dapat hidup dengan layak dan berketurunan dengan baik telah merangsang manusia untuk melakukan tindakan-tindakan yang menyalahi kaidah-kaidah yang ada dalam tatanan lingkungan hidupnya. Akibatnya terjadi pergeseran keseimbangan dalam tatanan lingkungan dari bentuk asal ke bentuk baru yang cenderung lebih buruk (Palar, 2004).

Air banyak digunakan oleh manusia untuk tujuan yang bermacam-macam sehingga dengan mudah dapat tercemar. Pencemaran air terjadi bila beberapa bahan atau kondisi yang dapat menyebabkan penurunan kualitas badan air sehingga tidak memenuhi baku mutu atau tidak dapat digunakan untuk keperluan tertentu, misalnya sebagai bahan baku air minum, perikanan, industri dan lain-lain (Agoes, 2005).

Tresna (1991) menjelaskan bahwa sumber pencemar yang disebabkan oleh aktivitas manusia dapat dibedakan menjadi dua, yaitu sumber domestik dan nondomestik. Sumber domestik (rumah tangga) merupakan pencemar yang berasal dari perkampungan, kota, pasar, jalan, terminal, rumah sakit, dan lain-lain. Sedangkan sumber nondomestik merupakan pencemar yang berasal dari kegiatan

pabrik, industri, pertanian, peternakan, perikanan, transportasi, dan sumber-sumber lainnya.

Pencemaran yang dapat menghancurkan tatanan lingkungan hidup biasanya berasal dari sumber pencemar yang sangat berbahaya, dalam arti memiliki daya racun (toksisitas) yang tinggi. Sumber pencemar yang sangat beracun pada umumnya merupakan limbah kimia, baik berupa persenyawaan-persenyawaan kimia atau hanya dalam bentuk unsur atau ionisasi. Biasanya senyawa kimia yang sangat beracun bagi organisme hidup dan manusia adalah senyawa-senyawa kimia yang mempunyai bahan aktif dari logam-logam berat (Palar, 2004).

Secara umum diketahui bahwa logam berat merupakan elemen yang berbahaya di permukaan bumi. Menurut Connel (1995) dalam Dahlia (2006) istilah logam berat adalah logam yang mempunyai berat jenis lebih tinggi dari 5 atau 6 g/cm^3 . Logam berat termasuk unsur *metalloid* yang bersifat bahaya, jumlah seluruhnya ± 40 jenis.

Pencemar logam berat merupakan pencemar paling berbahaya, walaupun jumlahnya kecil namun mempunyai tingkat keracunan tinggi karena sifatnya yang tidak terdegradasi dalam lingkungan dan mudah terakumulasi dalam jaringan tubuh makhluk hidup. Peristiwa ini menyebabkan keracunan dan bersifat kronis terhadap makhluk hidup, meskipun ada beberapa logam berat yang diperlukan dalam jumlah kecil.

Menurut Nordberg., *et.al* (1986) logam berat jika sudah terserap ke dalam tubuh tidak dapat dihancurkan, tetapi akan tetap tinggal di dalamnya hingga

nantinya dibuang melalui proses ekskresi. Hal serupa juga terjadi apabila suatu lingkungan terutama di perairan telah terkontaminasi (tercemar) logam berat maka proses pembersihannya akan sulit sekali dilakukan.

Keberadaan logam-logam dalam badan perairan dapat berasal dari sumber-sumber alamiah dan dari aktivitas yang dilakukan oleh manusia. Sumber-sumber logam alamiah yang masuk ke dalam badan perairan bisa berupa pengikisan dari batu mineral yang banyak di sekitar perairan. Disamping itu, partikel-partikel logam yang ada di udara, dikarenakan oleh hujan, juga dapat menjadi sumber logam di badan perairan. Adapun logam yang berasal dari aktivitas manusia dapat berupa buangan sisa dari industri ataupun buangan rumah tangga (Palar, 1994).

Perkembangan industri yang sangat pesat ternyata memberikan dampak negatif disamping dampak positif yang ditimbulkan. Menurut Palar (2004), salah satu kasus pencemaran yang ditimbulkan oleh limbah industri yaitu ditemukannya pencemaran logam berat Merkuri (Hg) di perairan Teluk Jakarta. Penelitian yang dilakukan pihak LON (Lembaga Oseonologi Nasional-LIPPI) pada tahun 1983 menunjukkan bahwa kadar merkuri dalam perairan Teluk Jakarta telah mencapai 0,027 ppm. Kadar merkuri tersebut sudah melebihi ambang batas yang telah ditetapkan oleh Peraturan Pemerintah No 82 Tahun 2001 tentang baku mutu bahan air, dimana ambang batas yang ditetapkan untuk kadar logam berat merkuri dalam perairan adalah 0,0010 ppm. Peningkatan kadar merkuri dalam perairan Teluk Jakarta itu sangat membahayakan bagi masyarakat Teluk Jakarta. Tercatat satu orang telah meninggal dan beberapa orang lainnya mengalami kelumpuhan, paralisis. Penyakit itu nyaris sama dengan penyakit yang timbul di Teluk

Minamata di Jepang pada tahun 1950-an, tepatnya ketika ditemukan suatu penyakit mental dan kelainan pada syaraf (penyakit Minamata) yang diderita oleh penduduk yang hidup di sekitar Teluk Minamata di Jepang. Penduduk Teluk Minamata terkontaminasi oleh logam berat (Hg) yang dibuang ke dalam perairan teluk. Melalui proses *biomagnifikasi*, ikan-ikan laut dan kerang-kerangan mengakumulasi senyawa majemuk klorida metil-merkuri yang sangat beracun dalam konsentrasi tinggi. Ikan-ikan dan kerang-kerangan tersebut kemudian dikonsumsi oleh penduduk di sekitar teluk. Dampaknya baru diketahui kurang lebih 15 tahun sejak pembuangan limbah industri yang mengandung merkuri di perairan teluk tersebut dimulai, beberapa kelainan mental dan cacat syaraf secara permanen terlihat muncul di antara penduduk setempat, terutama pada anak-anak.

Menurut hasil penelitian Haryana (1983) di Kalimas Surabaya kadar logam berat pada Kangkung Air (*Ipomoea aquatica* Forsk.) yaitu kadmium (Cd), merkuri (Hg), timbal (Pb), tembaga (Cu), mangan (Mn) dan zink (Zn) lebih besar daripada yang terkandung pada badan air. Menurut penelitian Dewi (2000), tumbuhan kangkung air (*Ipomea aquatica* Forsk.) dan bayam yang diambil di tiga pasar tradisional yang ada di Denpasar terdapat kandungan logam berat seperti Hg, Pb, dan Cd. Kadar logam berat Hg, Cu, dan Cd ditemukan pada ikan bader dan ikan keting di kali Surabaya (Tresna, 1991). Sedangkan menurut hasil penelitian Scubert (1983), sayuran air berpotensi untuk mengakumulasi Cd. Carnon (1977), membuktikan bahwa air sekitar peleburan Zn telah terkontaminasi Cd dan Zn dan berakibat *hidrophyta* yang tumbuh di kawasan tersebut tumbuh kerdil, serta daunnya mengandung logam Cd dan Zn masing-masing sebesar 7 μ g dan 500 μ g.

Kecenderungan pencemaran yang diakibatkan oleh manusia seperti halnya logam berat pada perairan dapat terjadi dimana saja, tak terkecuali di perairan Taman Wisata Wendit Malang. Hal ini akan sangat berbahaya mengingat dalam kawasan tersebut terdapat sumber mata air yang selain dimanfaatkan untuk kolam pemandian juga digunakan sebagai bahan baku Perusahaan Air Minum Kabupaten Malang. Menurut hasil penelitian Dahlia (2005) di kawasan tersebut ditemukan kadar logam timbal (Pb), krom (Cr), kadmium (Cd), tembaga (Cu) dan zink (Zn) pada selada air (*Nasturtium officinale*). Keberadaan logam berat pada kawasan perairan tersebut cenderung diakibatkan pembuangan limbah, baik limbah rumah tangga maupun industri, juga aliran sungai dari luar yaitu sungai Lowoksuroh.

Kondisi perairan di Taman Wisata Wendit berdasarkan hasil penelitian pendahuluan oleh peneliti pada tanggal 28 Mei 2007 telah menunjukkan adanya pencemaran logam berat merkuri (Hg) 0,018 ppm, timbal (Pb) 0,034 ppm, kadmium (Cd) 0,157 ppm, tembaga (Cu) 0,770 ppm, juga Besi (Fe) 0,810 ppm dan Zink (Zn) 1,246 ppm, meskipun logam besi (Fe) yang tidak termasuk dalam logam berbahaya.

Berdasarkan penelitian pendahuluan tersebut, logam berat yang berpotensi menimbulkan keracunan (toksik) sangat tinggi sehingga perlu diadakan penelitian lebih lanjut adalah logam berat Merkuri (Hg) dan Kadmium (Cd) yaitu dapat menghalangi kerja enzim dan merusak selaput dinding (membrane) sel, selain itu kedua logam berat tersebut sudah melebihi standar konsentrasi logam dalam air yang direkomendasikan yaitu, untuk logam berat Hg adalah 0,001 ppm dan untuk Cd sebesar 0,01 ppm (Palupi, 1994) dalam (Darmono, 1994).

Salah satu alternatif alami untuk mengurangi pencemaran logam berat Hg dan Cd adalah dengan memanfaatkan *hydrophyta* yang terdapat di kawasan perairan tersebut, salah satunya adalah Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.). Karena pada suatu perairan yang tercemar logam berat dan banyak terdapat *hydrophyta* seperti Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.), berdasarkan sifat-sifat logam berat antara lain sifat akumulatifnya, diduga bahwa *hydrophyta* seperti Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.) tersebut juga mengandung logam berat. Sebagaimana hasil penelitian Dahlia (2005) bahwa beberapa *hydrophyta* seperti Selada Air (*Nasturtium officinale*), dan Kiambang (*Salvinia natans*) mengandung logam berat pada organ tubuhnya misalnya pada akar, batang dan daun.

Adanya sifat akumulatif logam berat dan kemampuan penyerapan logam berat tersebut oleh *hydrophyta* seperti Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.), dapat dimanfaatkan dalam dua kepentingan yakni : (1) sebagai penyerap logam berat untuk mengurangi pencemaran logam berat di perairan. Dengan demikian, Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.) dapat digunakan sebagai alternatif pembersih logam berat di kawasan perairan tersebut yang aman, murah dan mudah (Tedjo wahyono dan kurniawan, 1982 dan Bitner 1989) dalam (Dahlia, 2006). Dan (2) sebagai peringatan (warning) kepada masyarakat agar bersikap hati-hati dalam mengkonsumsi *hydrophyta* Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.), karena tumbuhan Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.) yang terdapat di kawasan perairan Taman Wisata Wendit juga dikonsumsi oleh masyarakat sekitar kawasan perairan tersebut.

Dengan demikian, terciptanya tumbuhan Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.) merupakan suatu anugerah Tuhan dengan kata lain “*Tidaklah aku ciptakan sesuatu yang tanpa berguna, kecuali hanya sedikit pengetahuan yang dimiliki oleh manusia*”. Dalam surat Asy-Syu’araa’ : 7 juga disebutkan bahwa Allah SWT telah menciptakan berbagai tumbuhan yang bermanfaat.

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ﴿٧﴾

“Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya kami tumbuhkan di bumi itu pelbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik” (QS Asy-Syu’araa’ : 7).

Dengan terciptanya berbagai tumbuhan yang bermanfaat seperti pada tumbuhan Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.) maka manusia dengan mudah dapat memanfaatkannya. Seperti halnya memanfaatkan organ-organ yang dimiliki oleh Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.) diantaranya yaitu organ akar, batang, dan daun.

Akar, batang, dan daun merupakan organ-organ tumbuhan yang berfungsi sebagai alat hara. Organ-organ tersebut terutama berguna untuk penyerapan, pengolahan, pengangkutan dan penimbunan zat-zat makanan, termasuk materi toksik juga akan tertimbun pada organ-organ tersebut. Akan tetapi dalam penelitian ini organ akar pada tumbuhan Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.) tidak dilakukan penelitian karena pada beberapa penelitian yang telah dilakukan peneliti terdahulu, seperti yang dilakukan Dahlia (2003) membuktikan bahwa pada tumbuhan Selada Air (*Nasturtium officinale*) organ yang paling tinggi dalam mengikat logam berat Pb adalah organ akar. Begitu juga penelitian yang dilakukan oleh Rohmawati (2006), yaitu pada tumbuhan *Avicennia marina*. Pada

tumbuhan *Avicennia marina* organ yang paling tinggi dalam mengakumulasi logam berat Cu, Cd, dan Hg adalah organ akar.

Dengan adanya beberapa peneliti terdahulu tersebut, maka dalam penelitian ini analisis tumbuhan Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.) dilakukan hanya pada organ bagian batang, daun tua (bagian atas akar) dan daun muda (bagian pucuk). Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui pada organ tumbuhan yang mana akumulasi logam berat Hg dan Cd lebih besar. Dengan mengetahui organ atau bagian Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.) yang lebih akumulatif terhadap logam berat Hg dan Cd, maka dapat dipergunakan sebagai informasi bagi masyarakat agar tidak mengkonsumsi organ atau bagian Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.) tersebut.

Berdasarkan latar belakang di atas, penelitian yang berjudul “Uji Kandungan Logam berat Merkuri (Hg) dan Kadmium (Cd) Pada Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.) di Perairan Taman Wisata Wendit Kabupaten Malang”, dianggap penting untuk dilakukan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Apakah terdapat perbedaan kandungan logam berat Merkuri (Hg) dan Kadmium (Cd) pada Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.) yang meliputi organ bagian batang, daun tua (bagian atas akar) dan daun muda (bagian pucuk) di Perairan Taman Wisata Wendit Kabupaten Malang?

2. Bagian organ manakah yang memiliki kandungan logam berat Hg dan Cd lebih tinggi?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari diadakannya penelitian ini yaitu :

1. Untuk mengetahui perbedaan kandungan logam berat Hg dan Cd Pada Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.) yang meliputi organ bagian batang, d daun tua (bagian atas akar) dan daun muda (bagian pucuk) di perairan Taman Wisata Wendit Kabupaten Malang.
2. Untuk mengetahui bagian organ manakah yang memiliki kandungan logam berat Hg dan Cd lebih tinggi.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan dalam berbagai hal yaitu :

1. Dalam bidang keilmuan
Membuka wawasan akan pentingnya Kangkung air (*Ipomea aquatica* Forsk.) sebagai pembersih alam.
2. Dalam bidang industri
Salah satu alternatif pemecahan pengelolaan limbah cair industri yang mengandung logam berat, yang lebih murah dan ramah lingkungan.
3. Untuk kepentingan masyarakat
Memberikan informasi kepada masyarakat agar lebih berhati-hati dalam mengkonsumsi Kangkung air (*Ipomea aquatica* Forsk.).

1.5 Batasan Masalah

Dari penelitian ini diambil suatu batasan masalah, yaitu sebagai berikut :

1. Kangkung air (*Ipomea aquatica* Forsk.) yang diteliti yaitu yang tumbuh dan hidup di kawasan perairan Taman Wisata Wendit Kabupaten Malang pada radius ± 10 m dari lokasi kolam renang.
2. Uji kandungan logam berat Hg dan Cd diamati pada bagian batang, daun tua (bagian atas akar) dan daun muda (bagian pucuk) tumbuhan Kangkung air (*Ipomea aquatica* Forsk.).

1.6 Definisi Operasional

1. Daun Muda

Daun muda merupakan daun yang terletak di bagian ujung yang biasa disebut dengan pucuk tumbuhan dengan ciri-ciri sebagai berikut : bentuk daun belum membuka sempurna, warna daun hijau muda.

2. Daun tua

Daun tua merupakan daun yang sudah mempunyai bentuk daun yang membuka sempurna dimana tiap selnya mengalami tiga tahap pertumbuhan (yaitu pembelahan, pembesaran, dan diferensiasi) sehingga semua sel membentuk jaringan tetap daun. Selain itu juga mempunyai warna daun yang sudah terlihat hijau tua dibandingkan dengan daun muda.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Islam dan Lingkungan

2.1.1 Air

Presipitasi atau yang biasa disebut dengan turun hujan adalah zat cair atau butir-butir salju yang jatuh dari atmosfer (atau bahasa Al-Qur'an : langit). Langit dalam terminologi Arab adalah segala sesuatu yang terdapat di atas kita, termasuk ruang terbuka di angkasa. Dalam ungkapan al-Baidhawi (1996,1: 224):”sesungguhnya apa yang ada di atasmu itulah langit atau angkasa”.

Atmosfer atau langit dapat menahan uap air dalam jumlah tertentu pada suatu suhu tertentu. Semakin tinggi suhu udara, semakin banyak pula uap air yang dikandungnya. Jika pada saat tertentu udara tidak mampu lagi menyerap air lebih banyak, udara ini disebut jenuh. Bila udara menjadi dingin, udara mendekati titik jenuh untuk kemudian menjadi uap air. Jika titik jenuh ini tercapai, uap air menjadi titik-titik air yang dikelilingi debu yang terbang di udara, butir-butir kristal garam halus atau partikel bermuatan listrik lainnya. (Darwis dkk, 2002).

Dalam surat Al-Baqarah : 22 dijelaskan,

الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ فِرَاشًا وَالسَّمَاءَ بِنَاءً وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجَ بِهِ

مِنَ الشَّجَرَاتِ رِزْقًا لَّكُمْ ۖ فَلَا تَجْعَلُوا لِلَّهِ أَنْدَادًا وَأَنْتُمْ تَعْلَمُونَ ﴿٢٢﴾

“Dialah yang menjadikan bumi sebagai hamparan bagimu dan langit sebagai atap, dan dia menurunkan air (hujan) dari langit, lalu dia menghasilkan dengan hujan itu segala buah-buahan sebagai rezki untukmu; Karena itu janganlah kamu mengadakan sekutu-sekutu bagi Allah, padahal kamu mengetahui” (QS. Al-Baqarah : 22).

Menurut al-Baidhawi (1996, 1 : 225) penulis *Tafsir Al-Baidhawi* dalam menafsirkan surat 2 : 22 mengatakan bahwa proses terjadinya hujan dimulai dari uap air ke angkasa (langit) kemudian menjadi gumpalan awan dan sebagian dari awan itu turun ke bumi dalam bentuk hujan, dan dari hujan itu sebagian tumbuh tumbuhan berkembang sampai menghasilkan buah, dan sebagian dari buah-buahan itu dikonsumsi oleh manusia dan binatang.

Berdasarkan keterangan di atas, kita dapat mengetahui bahwa air merupakan karunia Allah SWT. di bumi ini yang sangat berlimpah, baik di laut, danau, sungai, mata air, maupun air yang turun dari atmosfer (langit). Air termasuk salah satu kebutuhan primer bagi kehidupan makhluk hidup di bumi. Mulai dari amuba yang kedudukannya paling rendah sampai pohon kayu yang menjulang tinggi memerlukan air sebagai sumber kehidupannya. Dengan air itulah siklus kehidupan makhluk bergerak.

2.1.1.1 Macam-macam Air dalam Pandangan Islam

a. Air Bersih

Menurut Rahman (2007) ditinjau dari segi hukumnya, air dapat dibagi menjadi 4 macam:

1. Air Muthlak (air yang sewajarnya)

Air suci yang dapat mensucikan (*thahir wa munthahhir lighiarah*), artinya air itu dapat digunakan untuk bersuci, misalnya air hujan, air sumur, air laut, air salju dan air embun. Air muthlaq dapat menghilangkan najis konkret, seperti darah dan air seni, dan dapat pula mengangkat najis maknawi. Maksudnya ia

dapat dipakai berwudlu, mandi junub, mandi haid, dan memandikan mayat. Inilah makna ungkapan fukaha, "Air muthlaq itu suci dengan sendirinya dan menyucikan benda lainnya dari khubts maupun hadas." Khubts adalah najis konkret, dan hadas adalah najis maknawi.

2. Air makruh

Air yang suci dan dapat mensucikan tetapi makruh digunakannya Seperti air musyammas (air yang terjemur oleh terik matahari dalam bejana selain bejana emas atau perak kecuali air yang terjemur di tanah seperti air sawah, air kolam dan tempat-tempat yang bukan bejana yang mungkin berkarat)

3. Air suci tetapi tidak dapat digunakan untuk bersuci (tharir wa ghairu muntharir lighairih)

Air yang boleh diminum tetapi tidak sah untuk bersuci. Contohnya yaitu Air sedikit (kurang dari 2 kulah) yang telah dipakai untuk bersuci walaupun tidak berubah sifatnya. Air suci yang tercampur dengan benda suci seperti air teh, air kopi dan lain sebagainya. Air pohon-pohonan atau air buah-buahan seperti air nira, air kelapa dan sebagainya.

4. Air Mutanajis

Air yang terkena najis. Air mutanajis, apabila kurang dari dua kulah (kira-kira 60cm x 60cm kubig), maka tidak sah untuk bersuci. tetapi apabila lebih dari dua kulah dan tidak berubah sifatnya (bau, rupa dan rasanya), maka sah untuk bersuci.

b. Air Tercemar

Dalam Al-Qur'an surat An-Nahl /16 : 10 Allah SWT berfirman :

هُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً لَكُمْ مِنْهُ شَرَابٌ وَمِنْهُ شَجَرٌ فِيهِ تُسِيمُونَ ﴿١٠﴾

“Dia-lah, yang Telah menurunkan air hujan dari langit untuk kamu, sebahagiannya menjadi minuman dan sebahagiannya (menyuburkan) tumbuh-tumbuhan, yang pada (tempat tumbuhnya) kamu menggembalakan ternakmu”.

Dari ayat di atas kita dapat melihat betapa sangat pentingnya air bagi kehidupan makhluk hidup di bumi, tetapi ketika manusia dengan segala aktivitasnya, dimana aktivitas yang pada prinsipnya merupakan usaha manusia untuk dapat hidup dengan layak dan berketurunan dengan baik telah merangsang manusia untuk melakukan tindakan-tindakan yang menyalahi kaidah-kaidah yang ada dalam tatanan lingkungan hidupnya. Akibatnya terjadi pergeseran keseimbangan dalam tatanan lingkungan dari bentuk asal ke bentuk baru yang cenderung lebih buruk. Banyaknya kegiatan manusia yang selalu menggunakan air untuk tujuan yang bermacam-macam sehingga air dengan mudah dapat tercemar.

Definisi pencemaran air menurut Surat Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup Nomor : KEP-02/MENKLH/1988 tentang Penetapan Baku Mutu Lingkungan adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam air dan atau berubahnya tatanan air oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air menjadi kurang atau sudah tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya (Rukaesih, 2004).

Menurut Darmono (2001) pencemaran air terdiri dari bermacam-macam jenis, dan pengaruhnya terhadap lingkungan serta makhluk hidup juga bermacam-macam. Jenis pencemaran air yang paling banyak ditemukan berturut-turut sebagai berikut :

1. Pencemaran Mikroorganisme dalam Air
2. Pencemaran air oleh Bahan Inorganik Nutrisi Tanaman
3. Limbah Organik Menyebabkan Kurangnya Oksigen Terlarut
4. Pencemar Bahan Kimia Inorganik
5. Pencemar Bahan Kimia Organik
6. Sedimen dan bahan Tersuspensi
7. Substansi Radioaktif

Tingkatan pengaruh pencemaran air terhadap manusia dikelompokkan sebagai berikut :

1. Kelas 1 : Gangguan estetika (bau, rasa, pemandangan).
2. Kelas 2 : Gangguan atau kerusakan terhadap harta benda.
3. Kelas 3 : Gangguan terhadap kehidupan hewan dan tumbuhan.
4. Kelas 4 : Gangguan terhadap kesehatan manusia.
5. Kelas 5 : Gangguan pada sistem reproduksi dan genetik manusia.
6. Kelas 6 : Kerusakan ekosistem utama.

2.1.1.2 Kandungan Air Sebagai Awal Kehidupan

Ketika ahli astronomi mempelajari planet-planet yang baru ditemukan di sekitar galaksi kita, mereka berharap dapat menemukan bukti keberadaan air di

dunia yang jauh tersebut, karena air adalah substansi yang memungkinkan terjadinya kehidupan yang ada di Bumi. Seluruh organisme yang kita kenal di sekeliling kita sebagian besar tersusun dari air dan hidup dalam lingkungan yang didominasi oleh air.

Kehidupan di bumi diawali dari air dan berkembang selama 3 miliar tahun sebelum berkembang ke daratan. Kehidupan modern, bahkan kehidupan terestrial (bertempat tinggal di daratan), tetap terikat dengan air. Tiga perempat permukaan bumi terendam dalam air. Sebagian besar sel juga dikelilingi oleh air, dan sel itu sendiri mengandung 70% sampai 95% air. Dimana semua makhluk hidup tersusun atas sel. Dalam kehidupan sel dapat berperan dan disebut sebagai : (1) sel adalah unit structural dan fungsional dari organisme (2) sifat-sifat suatu organisme ditentukan oleh sifat sel penyusunnya (3) sel hanya berasal dari sel sebelumnya (4) sel merupakan unit terkecil dari suatu kehidupan. Dengan demikian, sel dapat menjalankan fungsinya karena salah satunya adalah adanya sel yang selalu mengandung air. Air adalah satu-satunya substansi umum yang ditemukan di alam sekitar dalam tiga wujud fisik materi : padat, cair dan gas. (Campbell, 2002).

Hal tersebut menjadikan salah satu sebab mengapa air disebut-sebut sebagai awal dari kehidupan. Dilihat dari segi sains karena air merupakan senyawa kimia yang terdiri dari atom H dan O. Sebuah molekul air terdiri dari suatu atom O yang berikatan kovalen dengan dua atom H. Molekul air yang satu dengan molekul-molekul air lainnya bergabung dengan satu ikatan hydrogen antara atom H dengan atom O dari molekul air yang lain (Achmad, 2004).

Lehninger (1995) juga menyebutkan bahwa air merupakan senyawa yang paling berlimpah di dalam sistem hidup dan mencakup 70 persen atau lebih dari bobot hampir semua bentuk kehidupan. Lebih jauh lagi, kita telah melihat bahwa organisme hidup pertama mungkin muncul dalam laut; jadi air merupakan “induk” dari kita semua. Karena air mengisi semua bagian dari tiap sel, air merupakan medium tempat berlangsungnya transport nutrient, reaksi-reaksi enzimatik metabolisme, sel dan transfer energi kimia. Oleh karena itu, semua aspek dari struktur dan fungsi sel harus beradaptasi dengan sifat-sifat fisik dan kimia air.

Kita seringkali menganggap air hanya sebagai suatu cairan air hanya sebagai suatu cairan tidak reaktif, tidak berasa, dan mudah digunakan untuk berbagai keperluan praktis. Walaupun air bersifat stabil-kimiawi, senyawa ini mempunyai beberapa sifat istimewa. Memang, air dan produk ionisasinya, ion H^+ dan OH^- sangat mempengaruhi sifat berbagai komponen penting sel, seperti enzim, protein, asam nukleat, dan lipid. Sebagai contoh, aktivitas katalik enzim amat tergantung pada konsentrasi ion H^+ dan OH^- .

2.1.2 Tumbuhan

Untuk kehidupan lingkungan alam, maka siklus air mempunyai peranan terpenting. Hujan dan salju membawa air ke bumi; daratan dan lautan menguap dan sampai ke atmosfer, kemudian kembali turun ke bumi lagi. Mengenai pentingnya unsur air ini dalam hubungannya dengan lingkungan alam, Allah berfirman:

يُنْبِتُ لَكُمْ بِهِ الزَّرْعَ وَالزَّيْتُونَ وَالنَّخِيلَ وَالْأَعْنَابَ وَمِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ ﴿١١﴾

“Dia menumbuhkan bagi kamu dengan air hujan itu tanam-tanaman; zaitun, korma, anggur dan segala macam buah-buahan. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar ada tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang memikirkan”(An-Nahl/16 : 11).

Betapa pentingnya nilai tumbuh-tumbuhan bagi kehidupan manusia dan hewan, sehingga banyak ahli yang menandakan bahwa “tanpa tumbuh-tumbuhan tidak mungkin manusia dan hewan berada di muka bumi ini”. Oleh karena itu demikian penting dan bermanfaatnya kita mempelajari tentang tumbuh-tumbuhan dalam jangkauan untuk tetap melestarikan yang telah ada dan daripadanya mengembangkan sedemikian rupa, sehingga kehidupan manusia dan hewan dapat selalu terjamin (Sutrian, 1992).

2.1.3 Tanah

Tanah selain sebagai tempat berpijak manusia dan hewan dalam melangsungkan kehidupannya, tanah juga merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari kehidupan tumbuhan karena tanah dapat merupakan media bagi tumbuhan yang hidup di atasnya, sumber nutrisi dan tempat melekatkan diri dengan akarnya (Sasmitamihardja dan Siregar, 1990). Seperti disebutkan dalam surat Al-A'raaf/7 : 58,

وَالْبَلَدُ الطَّيِّبُ يَخْرُجُ نَبَاتُهُ بِإِذْنِ رَبِّهِ ۗ وَالَّذِي خَبثَ لَا يَخْرُجُ إِلَّا نَكْدًا ۚ كَذَلِكَ نُصَرِّفُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَشْكُرُونَ ﴿٥٨﴾

“Dan tanah yang baik, tanaman-tanamannya tumbuh subur dengan seizin Allah; dan tanah yang tidak subur, tanaman-tanamannya Hanya tumbuh merana. Demikianlah kami mengulangi tanda-tanda kebesaran (kami) bagi orang-orang yang bersyukur”(QS. Al-A’raaf/7 : 58).

Dengan demikian, kondisi fisik tanah sangat penting bagi tumbuhan yang hidup di atasnya, dan fisik tanah ini sangat ditentukan oleh tekstur dan struktur tanah. Tekstur tanah ditentukan oleh ukuran partikel-partikel yang membangun tanah tersebut, yang berdasarkan ukurannya dapat kita kelompokkan menjadi :

Partikel	Ukuran Diameter
Pasir	2 – 0,02 mm
Debu (silt)	0,002 – 0,002 mm
Liat (clay)	< 0,002 mm

Campuran ketiga komponen partikel tanah tersebut dalam jumlah atau porposi yang sama disebut “loam”. Partikel-partikel tanah dapat berkumpul bergabung menjadi bentuk-bentuk tertentu yang disebut struktur tanah.

2.1.4 Hubungan Air, Tanah dan Tumbuh-tumbuhan

Dalam beberapa ayat al-Qur’an menjelaskan proses berkembangnya tumbuhan bahwa dari bumi yang disiram akan tumbuh segala macam tanaman, beragam jenis dan bentuk, beraneka cita rasa dan warna. Turunnya hujan dengan peredaran siklus iklim telah diatur oleh hukum-hukum Allah. Hukum yang berlaku tetap dan berlangsung setiap saat tanpa henti sampai tiba waktunya yang ditentukan. Dalam surat Al-Baqarah : 22 juga digambarkan tentang proses turunnya hujan dari langit kemudian dengan hujan itu berbagai tumbuh-tumbuhan menjadi tumbuh dan hidup subur. Tumbuh-tumbuhan memperoleh makanannya

dari air atau apa yang dibawa oleh air lalu berkembang dan menghasilkan buah-buahan yang dapat dimakan, atau tumbuhan itu dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan manusia.

Tanaman memperoleh makanannya dari air dan zat-zat lainnya di dalam tanah menghasilkan aneka ragam buah-buahan. Menurut penelitian Ralp O Slatyer, bila keadaan rawan air semakin besar karena kandungan air tanah yang semakin menipis, maka tekanan turgor sel daun turun sampai nol, yaitu ketika potensial-air daun sama dengan potensial osmotiknya. Sehingga pada keadaan tersebut daun akan layu secara permanent dan pertumbuhan dapat dipastikan akan berhenti. Dalam surat Fathir : 27 demikian juga An-Nahl : 13 dijelaskan tentang aneka ragam hayati yang tumbuh di bumi akibat dari air yang turun dari langit maupun yang terkandung di dalam tanah.

Anugerah Allah SWT berupa tanaman, hasil perkebunan, hewan dan lingkungan hidup lainnya sebagai ekosistem yang telah dimanfaatkan untuk kebutuhan hidup manusia harus senantiasa dijaga kelestariannya agar tidak terjadi krisis atau kerusakan yang justru membahayakan hidup manusia.

Dari beberapa uraian ayat di atas, sangat jelas betapa pentingnya peranan air serta akibat praktis dari adanya air terhadap tanah. Kesuburan tanah sangat tergantung kepada air. Di negeri-negeri bersahara dan negeri lainnya air merupakan unsur utama yang sangat mempengaruhi kehidupan manusia. Bagi planet dalam hal ini bumi yang kaya akan air, dengan sistem yang unik dari matahari telah dibuktikan oleh para ahli, tanpa air bumi tidak ada artinya bagi

kehidupan. Al-Qur'an telah menjelaskan dengan tepat dan sempurna mengenai peranan air dalam proses terjadinya fenomena alamiah daripada bumi.

2.1.5 Pencemaran Lingkungan dalam Pandangan Islam

Manusia hidup di tengah-tengah lingkungan alam dan sosial. Kedua macam lingkungan tersebut akan banyak mempengaruhi kualitas hidup manusia yang bersangkutan. Hidup manusia hampir selalu berhubungan langsung dan tergantung pada kondisi lingkungannya. Seperti kita maklumi, dalam tubuh manusia tersimpan unsur-unsur kimia, seperti oksigen (65 %), karbon (18 %), hidrogen (10 %), nitrogen (3,3 %), kalsium (1,5 %), fosfor (1 %), dan beberapa unsur kimia lainnya (Thalabi, 2007).

Di lingkungan alam ini, terdapat bermacam-macam lingkaran (siklus) tanpa ujung pangkal sampai saat kiamat. Di udara terdapat bermacam-macam unsur kimia, seperti karbon dioksida (CO_2) oksigen (O_2), dan lain-lain yang mengalami perubahan dengan unsur-unsur kimia lainnya dalam bumi untuk menjadi makanan manusia dan hewan. Bersama dengan kotoran dan bangkai/mayat manusia, semua itu dilepas kembali menjadi unsur-unsur semula kedalam udara. Begitulah seterusnya dalam siklus karbon, siklus oksigen, siklus kalsium dan seterusnya.

Apabila kita cermati kandungan ayat-ayat al-Qur'an dan al-Hadits serta beberapa ketentuan syari'at, maka kita akan mendapatkan petunjuk yang berharga tentang pentingnya pelestarian alam. Misalnya, penegasan Allah tentang bumi sebagai tanda-tanda kekuasaan Allah (QS. Fushilat/41: 39; Asy-Syuura/42: 29;

Al-Baqarah/2: 164 dan Al-Ankabut 29: 14) adalah menggambarkan bahwa masalah lingkungan hidup bukan hanya sekedar urusan ilmu pengetahuan dan teknologi atau urusan manusia di dunia saja, yang terlepas dari hubungan tanggung jawab antara manusia dengan sang penciptaNya, lebih-lebih hanya sebagai tujuan konsumtif semata, akan tetapi juga erat kaitannya dengan urusan aqidah. Mencermati urusan lingkungan harus pula dikaitkan secara ketat dengan nilai-nilai relegius-filosofis, disamping nilai normatif.

Menurut Anonymous (2006) upaya memelihara dan memakmurkan lingkungan tersebut bertujuan untuk melestarikan daya dukung lingkungan yang dapat menopang secara berkelanjutan pertumbuhan dan perkembangan yang kita usahakan dalam pembangunan. Walaupun lingkungan berubah, kita usahakan agar tetap pada kondisi yang mampu untuk menopang secara terus-menerus pertumbuhan dan perkembangan, sehingga kelangsungan hidup kita dan anak cucu kita dapat terjamin pada tingkat mutu hidup yang makin baik. Tujuan tersebut dapat dicapai apabila manusia tidak membuat kerusakan di bumi, sebagaimana firman Allah SWT :

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا ۚ إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ ﴿٥٦﴾

“Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan berdo’alah kepada-Nya dengan rasa takut dan harapan. Sesungguhnya Allah amat dekat kepada orang yang berbuat baik.” (QS.Al-A’raaf/7 : 56)

Berkaitan dengan pemeliharaan lingkungan, Rasulullah SAW mengajarkan kepada kita tentang beberapa hal, diantaranya agar melakukan penghijauan, melestarikan kekayaan hewani dan hayati, dan lain sebagainya.

“Barangsiapa yang memotong pohon Sidrah maka Allah akan meluruskan kepalanya tepat ke dalam neraka.” (HR. Abu Daud dalam Sunnahnya).

“Barangsiapa di antara orang Islam yang menanam tanaman maka hasil tanamannya yang dimakan akan menjadi sedekahnya, dan hasil tanaman yang dicuri akan menjadi sedekah. Dan barangsiapa yang merusak tanamannya, maka akan menjadi sedekahnya sampai hari Kiamat.” (HR. Muslim).

Namun, ketika Alquran dan Hadits mengajarkan tentang pelestarian, konservasi, dan pemeliharaan lingkungan hidup, di sisi lain pencemaran, perusakan bahkan berbagai penjarahan terhadap lingkungan itu sendiri semakin merajalela. Jumlah pencemaran yang sangat banyak yang diakibatkan oleh manusia membuat alam tidak mampu mengembalikan kondisi seperti semula. Alam menjadi kehilangan kemampuan untuk memurnikan pencemaran yang terjadi. Seperti pencemaran logam berat, sampah dan zat seperti plastik, DDT, deterjen dan sebagainya yang tidak ramah lingkungan akan semakin memperparah kondisi pengrusakan alam yang kian hari kian bertambah parah. Berbagai pencemaran seakan telah menjadi fenomena harian yang tidak tertinggal (Anonymous, 2007). Padahal, Allah SWT telah banyak memperingatkan makhluk-Nya lewat kisah-kisah, ungkapan, peringatan, bahkan teguran dalam Al-qur'an untuk tidak membuat kerusakan di muka bumi (*walaa tufsiduu fii al ardh*). Kisah banjir terhadap kaumnya Nabi Nuh merupakan salah satu dari sekian banyak peringatan bagi kaum-kaum lainnya.

Al-Qur'an sangat jelas dan tegas mengajarkan manusia untuk menjaga keseimbangan alam ini. Makna keseimbangan yang diciptakan Allah berupa lingkungan yang bermanfaat bagi kehidupan dengan menghindari upaya perusakan di muka bumi. Jika perusakan lingkungan terus dilakukan oleh manusia, hal ini akan sangat bertentangan dengan tugas manusia sebagai khalifah di muka bumi ini. Sebagaimana yang telah dijelaskan dalam ayat al-Qur'an yang kali pertama diwahyukan kepada umat Muhammad (QS. Al-Alaq/96: 1-2), yang sekaligus dapat diperjelas dari pemahaman peran dan fungsi manusia menurut ajaran Qur'ani. Dalam surat al-Baqarah ayat 30, diajarkan bahwa manusia berkedudukan sebagai khalifah (wakil Tuhan di atas bumi). Kualitas kekhalifahan disempurnakan dengan kualitas kehambaan, yang karenanya harus mentaati Allah. Dengan tugas, fungsi dan peran tersebut, manusia yang menjadi pembawa rahmat terhadap alam semesta (*rahmatan li al-alamin*).

وَإِذْ قَالَ رَبُّكَ لِلْمَلَائِكَةِ إِنِّي جَاعِلٌ فِي الْأَرْضِ خَلِيفَةً ۗ قَالُوا أَتَجْعَلُ فِيهَا مَن يُفْسِدُ فِيهَا وَيَسْفِكُ الدِّمَاءَ وَنَحْنُ نُسَبِّحُ بِحَمْدِكَ وَنُقَدِّسُ لَكَ ۗ قَالَ إِنِّي أَعْلَمُ مَا لَا تَعْلَمُونَ ﴿٣٠﴾

“Ingatlah ketika Tuhanmu berfirman kepada para malaikat: "Sesungguhnya Aku hendak menjadikan seorang khalifah di muka bumi." mereka berkata: "Mengapa Engkau hendak menjadikan (khalifah) di bumi itu orang yang akan membuat kerusakan padanya dan menumpahkan darah, padahal kami senantiasa bertasbih dengan memuji Engkau dan mensucikan Engkau?" Tuhan berfirman: "Sesungguhnya Aku mengetahui apa yang tidak kamu ketahui"(QS. Al-Baqarah:30).

Tugas kekhalifahan ini mempunyai tiga unsur yang saling terkait, kemudian ditambah unsur keempat yang berada di luar, namun sangat

menentukan arti kekhalifahan dalam pandangan Al-Qur'an. Ketiga unsur tersebut adalah :

1. Manusia dalam hal ini dinamai "*khalifah*"
2. Alam raya yang ditunjuk oleh ayat ke-21 surat Al-Baqarah sebagai bumi, dan
3. Hubungan antara manusia dengan alam dan segala isinya.

Sedang unsur yang keempat yang berada di luar adalah yang memberi penugasan itu, yakni Allah SWT. Hal ini berarti bahwa yang ditugasi harus memperhatikan kehendak yang menugasi.

Tugas kekhalifahan menuntut adanya interaksi antara manusia dengan sesamanya dan manusia dengan alam. Interaksi itu bersifat harmonis, sesuai dengan petunjuk Ilahi yang tertera dalam wahyu-wahyu-Nya, dan yang harus ditemukan kandungannya oleh manusia sambil memperhatikan perkembangan dan situasi lingkungannya. Ini prinsip pokok yang merupakan landasan interaksi antara sesama manusia, dan keharmonisan hubungan itu pula yang menjadi tujuan dari segala etika agama. Harus pula diingat bahwa kekhalifahan mengandung arti "bimbingan agar setiap makhluk hidup mencapai tujuan penciptanya". Dalam pandangan agama, seseorang tidak dibenarkan memetik buah sebelum siap untuk dimanfaatkan dan bunga sebelum berkembang, karena ini berarti tidak memberi kesempatan kepada makhluk ini untuk mencapai tujuan penciptaanya. Karena itu, manusia tidak boleh mencari kemenangan, tetapi harus mewujudkan keselarasan antara dirinya dengan alam, yang keduanya ditundukkan atau tunduk kepada Allah SWT.

Hal ini berarti dalam pandangan Islam manusia dituntut untuk mampu menghormati proses-proses yang sedang tumbuh dan apa saja yang ada. Etika agama terhadap alam mengantarkan manusia untuk bertanggung jawab sehingga ia tidak melakukan perusakan, atau dengan kata lain setiap perusakan terhadap masalah lingkungan harus dinilai perusakan terhadap diri-sendiri. Sebab, Allah mengecam orang-orang yang hidupnya menimbulkan kerusakan bumi dan merusak tumbuh-tumbuhan.

وَإِذَا تَوَلَّى سَعَىٰ فِي الْأَرْضِ لِيُفْسِدَ فِيهَا وَيُهْلِكَ الْحَرْثَ وَالنَّسْلَ ۗ وَاللَّهُ لَا يُحِبُّ
الْفُسَادَ ﴿٢٠٥﴾

"Dan apabila ia berpaling (dari muka-Mu), ia berjalan di bumi untuk mengadakan kerusakan padanya dan merusak tanama-tanaman dan binatang ternak, dan Allah tidak menyukai kebinasaan" (QS. Al-Baqarah: 205).

Islam mengutuk perusakan lingkungan (QS. Al-a'raf/7: 56). Manusia harus menyadari bahwa Allah SWT. yang menghidupkan dunia yang tandus itu (QS. Al-Furqaan/25: 49). Merusak dunia berarti menentang Allah SWT.

Oleh karena itu, manusia sebagai khalifah Allah dituntut untuk mengasuh dan memelihara atmosfer di mana ia memainkan peranannya yang sangat penting (QS. Al-ahzab/33: 71; Al-Baqarah/2: 29). Dan orang yang tidak memainkan peranan tersebut (selalu membuat kerusakan di bumi) dinyatakan oleh Allah SWT. sebagai orang yang mendapat kerugian (QS. Al-Baqarah/2: 27).

الَّذِينَ يَنْقُضُونَ عَهْدَ اللَّهِ مِنْ بَعْدِ مِيثَاقِهِ وَيَقْطَعُونَ مَا أَمَرَ اللَّهُ بِهِ أَنْ يُوصَلَ
وَيُفْسِدُونَ فِي الْأَرْضِ ۗ أُولَٰئِكَ هُمُ الْخَاسِرُونَ ﴿٢٧﴾

“(yaitu) orang-orang yang melanggar perjanjian Allah sesudah perjanjian itu teguh, dan memutuskan apa yang diperintahkan Allah (kepada mereka) untuk menghubungkannya dan membuat kerusakan di muka bumi. mereka Itulah orang-orang yang rugi” (QS. Al-Baqarah : 27).

Kewajiban umat Islam untuk melestarikan lingkungan hidup ini, tercermin juga dalam ibadah haji yang diselenggarakan di tanah haram Makkah dan Madinah, suatu kawasan yang rawan tanaman dan binatang. Oleh syari'at Islam ditetapkan bahwa setiap orang yang melaksanakan ibadah dilarang sama sekali merusak lingkungan biotik di sana. Dalam sebuah hadits yang diriwayatkan Al-Bukhari dari Ibnu Abbas, dikatakan bahwa di tanah haram dilarang memotong kayu, berburu binatang atau mencabut tumbuh-tumbuhan. Disamping itu, menggunakan air yang berlebihan atau apapun di atas keperluan wajar dilarang agama.

2.2 Logam Berat

2.2.1 Definisi dan Sifat Logam Berat

Logam berat merupakan senyawa kimia yang sangat berpotensi menimbulkan masalah pencemaran lingkungan terutama yang berkaitan erat terhadap dampak kesehatan manusia (Anonymous, 2007). Menurut Palar (2004), logam berat masih termasuk golongan logam dengan kriteria-kriteria yang sama dengan logam-logam lain. Perbedaannya terletak dari pengaruh yang dihasilkan bila logam berat ini berikatan dan atau masuk ke dalam tubuh organisme hidup. Sebagai contoh, bila unsur logam besi (Fe) masuk ke dalam tubuh, meski dalam jumlah agak berlebihan, biasanya tidak menimbulkan pengaruh yang begitu buruk

terhadap tubuh. Hal ini karena unsur besi (Fe) dibutuhkan dalam darah untuk mengikat oksigen. Sedangkan unsur logam berat baik itu logam berat beracun yang dipentingkan seperti tembaga (Cu), bila masuk ke dalam tubuh dalam jumlah berlebihan akan menimbulkan pengaruh-pengaruh buruk terhadap fungsi fisiologis tubuh seperti gangguan pada jalur pernafasan. Jika yang masuk ke dalam tubuh organisme hidup adalah unsur logam berat beracun seperti hidrargyrum (Hg) atau disebut juga air raksa, maka dapat dipastikan bahwa organisme tersebut akan langsung keracunan.

Menurut Palar (2004) istilah logam berat telah dipergunakan secara luas terutama dalam perpustakaan ilmiah, sebagai suatu istilah yang menggambarkan bentuk dari logam tertentu. Karakteristik dari kelompok logam berat adalah sebagai berikut :

- 1) Memiliki spesifikasi graffiti yang sangat besar (lebih dari 4).
- 2) Mempunyai nomor atom 22-34 dan 40-50 serta unsur-unsur lantanida dan aktinida.
- 3) Mempunyai respon biokimia khas (spesifik) pada organisme hidup.

Berbeda dengan logam biasa, logam berat biasanya menimbulkan efek-efek khusus pada makhluk hidup. Dapat dikatakan semua logam berat dapat menjadi bahan racun yang akan meracuni tubuh makhluk hidup. Sebagai contoh adalah logam air raksa (Hg), cadmium (Cd), timah hitam (Pb), dan krom (Cr). Namun demikian, meski semua logam berat dapat mengakibatkan keracunan atas makhluk hidup, sebagian dari logam-logam berat tersebut tetap dibutuhkan oleh

mahluk hidup. Kebutuhan tersebut berada dalam jumlah yang sangat sedikit (Palar, 2004).

Vouk (1986) dalam Anonymous (2007) menjelaskan bahwa terdapat 80 jenis dari sejumlah 109 unsur kimia yang telah teridentifikasi di muka bumi ini termasuk ke dalam jenis logam berat. Dengan demikian sifat kimiawi logam berat dapat dikatakan mewakili sebagian besar golongan kimia anorganik. Logam berat biasanya didefinisikan berdasarkan sifat-sifat fisiknya dalam keadaan padat dengan menggunakan metode teknologi yang telah maju. Sifat-sifat fisik tersebut antara lain memiliki: (1) Daya pantul cahaya yang tinggi, (2) Daya hantar listrik yang tinggi, (3) Daya hantar panas, dan (4) Kekuatan dan ketahanan.

Berdasarkan sudut pandang toksikologi, logam berat terbagi dalam dua jenis yaitu logam berat esensial dan nonesensial. Logam ada yang bermanfaat seperti kobal dalam tubuh mahluk hidup biasanya sebagai vitamin kobalamin (B_{12}), manganese bersama-sama dengan Ca dan P membentuk sistem tulang dan gigi, sedangkan Se berperan dalam sistem enzim glutathion peroksidase (Darmono, 1994)

Sedangkan untuk logam berat nonesensial keberadaannya dalam tubuh organisme hidup hingga saat ini masih belum diketahui manfaatnya bahkan justru dapat bersifat racun, seperti misalnya; merkuri (Hg), kadmium (Cd), timbal (Pb), kromium (Cr) dan lain-lain (Anonymous, 2007)

2.2.2 Pencemaran Logam Berat di Perairan

Banyak logam berat baik yang bersifat toksik maupun esensial terlarut dalam air dan mencemari air tawar maupun air laut. Sumber pencemaran ini banyak berasal dari pertambangan, peleburan logam, dan jenis industri lainnya, dan dapat juga berasal dari lahan pertanian yang menggunakan pupuk atau anthima yang mengandung logam.

Di dalam air biasanya logam berikatan dalam senyawa kimia atau dalam bentuk logam ion, bergantung pada kompartemen tempat logam tersebut berada. Tingkat kandungan logam pada setiap kompartemen sangat bervariasi, bergantung pada lokasi, jenis kompartemen dan tingkat pencemarannya. Telah banyak dilaporkan mengenai konsentrasi logam dalam air dan biota yang hidup di dalamnya. Biasanya tingkat konsentrasi logam berat dalam air dibedakan menurut tingkat pencemarannya, yaitu polusi berat, polusi sedang, dan nonpolusi.

Suatu perairan dengan tingkat polusi berat biasanya memiliki kandungan logam berat dalam air, dan organisme yang hidup di dalamnya cukup tinggi. Pada tingkat polusi sedang, kandungan logam berat air dan biota yang hidup di dalamnya berada dalam batas marginal. Sedangkan pada tingkat nonpolusi, kandungan logam berat dalam air dan organisme yang hidup di dalamnya sangat rendah, bahkan tidak terdeteksi.

Menurut Connel & Miller (1995) kegiatan manusia merupakan suatu sumber utama pemasukan logam ke dalam lingkungan perairan. Masuknya logam berasal dari buangan langsung berbagai jenis limbah yang beracun. Wittmann

(1979) mengemukakan tentang masuknya logam ke lingkungan perairan sebagai berikut :

1. Kegiatan Pertambangan

Pembongkaran permukaan batuan baru dan sejumlah besar sisa-sisa batu atau tanah untuk mempercepat kondisi pelapukan. Kegiatan proses pengambilan biji, peleburan dan penyulingan minyak dapat menyebabkan hamburan dan penimbunan sejumlah besar logam berat seperti Pb.

2. Limbah Rumah Tangga

Logam berat yang diakibatkan oleh limbah rumah tangga berasal dari sampah-sampah metabolik, korosi pipa-pipa air (Cu, Pb, Zn dan Cd) dan produk-produk consumer (misalnya, formula detergen yang mengandung Fe, Mn, Cr, Ni, Co, Zn, Cr, B dan As).

3. Limbah dan Buangan Industri

Beberapa logam runtuhan dibuang ke dalam lingkungan perairan melalui cairan limbah industri demikian juga dengan penimbunan dan pencucian lumpur industri. Kepekatan logam dalam air limbah industri seringkali dalam ranah milligram per liter.

4. Aliran Pertanian

Polutan dari pertanian/perkebunan dapat berupa :

a. Zat kimia

Misalnya : berasal dari penggunaan pupuk, pestisida.

b. Mikrobiologi

Misalnya : virus, bakteri, parasit yang berasal dari kotoran ternak dan cacing tambang di lokasi perkebunan.

c. Zat Radioaktif

Berasal dari penggunaan zat radioaktif yang dipakai dalam proses pematangan buah, mendapatkan bibit unggul, dan mempercepat pertumbuhan tanaman.

2.2.3 Logam Berat Merkuri (Hg) dan Kadmium (Cd) serta Efeknya Terhadap Tumbuhan

2.2.3.1 Logam Berat Merkuri (Hg)

Logam merkuri atau air raksa mempunyai nama kimia *hydragyrum* yang berarti perak cair, logam merkuri dilambangkan dengan *Hg*. Pada tabel periodika unsur-unsur kimia menempati urutan (NA) 80 dan mempunyai bobot atom (BA200,59). Logam ini dihasilkan dari bijih sinabar, HgS, yang mengandung unsur merkuri antara 0,1%-4% (Palar, 2004).

Merkuri dan senyawa-senyawanya, seperti halnya dengan logam-logam yang lain, tersebar luas di alam. Mulai dari batuan, air, udara dan bahkan dalam tubuh organisme hidup. Penyebaran dari logam merkuri ini turut dipengaruhi oleh faktor geologi, fisika, kimia dan biologi. Berdasarkan pada penelitian-penelitian yang telah dilakukan oleh badan Survey Geologi di Amerika Serikat pada tahun 1974, dapat diketahui konsentrasi merkuri di lingkungan sebagai berikut:

1. Dalam batuan

Pada struktur batuan di alam, logam merkuri ditemukan dalam kisaran 0,1 sampai 20 ppm. Pada penelitian tersebut ternyata 20% dari contoh mengandung lebih dari 1 ppm merkuri

2. Dalam tanah

Pada lapisan tanah melalui penelitian yang telah dilakukan secara acak pada tempat dan daerah serta wilayah yang berbeda, ditemukan bahwa logam merkuri terkonsentrasi 0,1 ppm. Jumlah tersebut bervariasi pada batasan yang lebih kecil.

3. Dalam sungai

Dari penelitian yang dilakukan terhadap perairan ditemukan konsentrasi logam merkuri dalam variasi yang sangat luas, yaitu :

- 65% contoh mengandung $< 10^{-4}$ ppm
- 15% contoh mengandung $< 10^{-3}$ ppm
- 3% contoh mengandung $< 10^{-3}$ ppm

4. Dalam udara

Ternyata kondisi dari lokasi pengambilan sampel udara untuk pengujian kandungan merkuri ditemukan konsentrasi yang variatif:

- Dekat penambangan Hg, didapatkan merkuri dengan kisaran konsentrasi $9 \cdot 10^{-5}$ ppm.
- Dekat penambangan Cu, didapatkan merkuri dengan kisaran konsentrasi $4 \cdot 10^{-5}$ ppm.

- Pada lokasi udara yang tidak mengandung deposit ditemukan merkuri pada konsentrasi sekitar 10^{-5} ppm.

Semua contoh pada penelitian yang dilakukan diambil pada ketinggian 400 kaki dari permukaan tanah.

Menurut Palar (2004), secara umum logam merkuri memiliki sifat-sifat sebagai berikut :

1. Berwujud cair pada suhu kamar (25°C) dengan titik beku paling rendah sekitar -39°C .
2. Masih berwujud cair pada suhu 396°C . pada temperatur 396°C ini telah terjadi pemuaiian secara menyeluruh.
3. Merupakan logam yang paling mudah menguap jika dibandingkan dengan logam-logam yang lain.
4. Tahanan listrik yang dimiliki sangat rendah, sehingga menempatkan merkuri sebagai logam yang sangat baik untuk mengantarkan daya listrik.
5. Dapat melarutkan bermacam-macam logam untuk membentuk alloy yang disebut juga dengan amalgam.
6. Merupakan unsur yang sangat beracun bagi semua makhluk hidup, baik itu dalam bentuk unsur tunggal (logam) ataupun dalam bentuk persenyawaan.

Dalam keseharian, pemakaian bahan merkuri telah berkembang sangat luas. Merkuri digunakan dalam macam-macam perindustrian, untuk peralatan-peralaan elektris, digunakan untuk alat-alat ukur, dalam dunia pertanian dan keperluan-keperluan lainnya. Demikian luasnya pemakaian merkuri mengakibatkan semakin mudah pula organisme mengalami keracunan.

2.2.3.2 Logam Berat Kadmium (Cd)

Kadmium (Cd) merupakan salah satu unsur logam golongan II B yang berwarna putih perak. Cd ditemukan di alam dalam bentuk senyawa dengan unsur lain. Cd ditemukan oleh Friedrich Strohmeyer pada tahun 1817, ciri-ciri Cd antara lain : memiliki masa atom 112,41 sma, nomor atom 48, konfigurasi elektron $2\ 8\ 18\ 18\ 2$, dalam senyawa memiliki bilangan oksidasi +2, titik didih 1040 K, titik lebur 594,26 K, massa jenis $8,65\ \text{gram/cm}^3$, dan elektronegatifitas 1,69 (Sunardi, 2006).

Logam kadmium (Cd) dan bermacam-macam bentuk persenyawaannya dapat masuk ke lingkungan, terutama sekali merupakan efek sampingan dari aktivitas yang dilakukan manusia. Boleh dikatakan bahwa semua bidang industri yang melibatkan Cd dalam proses operasional industrinya menjadi sumber pencemaran Cd. Penelitian yang pernah dilakukan oleh Klain pada tahun 1974 (*klein et. Al., Source of metals pollution in New York City waste water, J. Water Pollut Contril Fed., 46,29693, 1974*), dapat diketahui kandungan rata-rata Cd dalam air buangan rumah tangga dan buangan industri ringan sangat berpengaruh terhadap pencemaran. Dalam strata lingkungan, logam Cd dan persenyawaannya ditemukan dalam banyak lapisan. Secara sederhana dapat diketahui bahwa kandungan logam Cd akan dapat dijumpai di daerah-daerah penimbunan sampah dan aliran air hujan, selain dalam air buangan (Palar, 2004).

Logam kadmium atau Cd juga akan mengalami proses biotransformasi dan bioakumulasi dalam organisme hidup (tumbuhan, hewan dan manusia). Logam ini masuk ke dalam tubuh bersama makanan yang dikonsumsi, tetapi makanan

tersebut telah terkontaminasi oleh logam Cd dan atau persenyawaannya. Dalam tubuh biota perairan jumlah logam yang terakumulasi akan terus mengalami peningkatan dengan adanya proses biomagnifikasi di badan perairan (Palar, 2004).

2.2.3.3 Efek Logam Berat Hg dan Cd terhadap Tumbuhan

Logam berat yang terdapat dalam badan perairan yang melebihi konsentrasi yang dibutuhkan oleh tumbuhan akan memperlihatkan gejala fitotoksitas. Tumbuhan yang tumbuh di air akan terganggu oleh bahan kimia toksik dalam limbah (sianida, khlorine, hipoklorat, fenol, derivativ bensol dan campuran logam berat). Pengaruh polutan terhadap tumbuhan dapat berbeda tergantung pada macam polutan, konsentrasinya dan lamanya polutan itu berada. Pada konsentrasi tinggi tumbuhan akan menderita kerusakan akut dengan menampakkan gejala seperti khlorosis, perubahan warna, nekrosis dan kematian seluruh bagian tumbuhan. Di samping perubahan morfologi juga akan terjadi perubahan kimia, biokimia, fisiologi dan struktur (Anonymous, 2007)

Tanah yang mempunyai cadas mempunyai kandungan logam berat, khususnya Zn, Pb, Ni, Co, Cr, Cu, Mr, Mg, Cd, Se dan lain-lain. Diantaranya Mn, Mg, Cd dan Se bersifat toksik untuk tumbuhan. Kebanyakan tumbuhan sensitif terhadap logam berat. Sebagian besar logam berat ini merupakan deposit di dinding sel-sel perakaran dan daun (Anonymous, 2007).

Menurut Salisbury (1992), spesies tumbuhan secara genetik sangat beragam dalam kemampuannya untuk toleran, terhadap unsur tak-esensial seperti timbel, kadmium, perak, alumunium, raksa, timah, dan sebagainya, dalam jumlah

yang meracuni. Pada beberapa spesies, unsur tersebut diserap hanya dalam jumlah terbatas, sehingga lebih merupakan penghindaran daripada toleransi. Pada spesies lain, unsur itu tertimbun di akar, dan dipindahkan ke tajuknya. Pada spesies lainnya lagi, akar dan tajuknya mengandung unsur tersebut dalam jumlah yang jauh lebih tinggi daripada yang dapat ditahan oleh spesies lain.

2.2.4 Pengaruh Logam Berat Hg dan Cd Terhadap Kesehatan

2.2.4.1 Pengaruh Logam Berat Hg Terhadap Kesehatan

Masuknya merkuri ke dalam tubuh organisme hidup, terutama melalui makanan yang dimakannya, karena hampir 90% dari bahan beracun ataupun logam berat (merkuri) masuk ke dalam tubuh melalui bahan makanan. Melalui jalur makanan, logam merkuri masuk melalui dua cara, yaitu lewat air (minuman) dan tanaman (bahan makanan). Sisanya akan masuk secara difusi atau perembesan lewat jaringan dan melalui peristiwa pernafasan. (Palar, 2004).

Menurut Palar (2004), beberapa hal terpenting yang dapat dijadikan patokan terhadap efek yang ditimbulkan oleh merkuri terhadap tubuh adalah sebagai berikut :

1. Semua senyawa merkuri adalah racun bagi tubuh, apabila berada dalam jumlah yang berlebihan.
2. Senyawa-senyawa merkuri yang berbeda, menunjukkan karakteristik yang berbeda pula dalam daya racun yang dimilikinya, penyebarannya, akumulasi dan waktu retensinya di dalam tubuh.

3. Biotransformasi tertentu yang terjadi dalam suatu tata lingkungan dan atau dalam tubuh organisme hidup yang telah kemasukan merkuri, disebabkan oleh perubahan bentuk persenyawaan merkuri itu, dari satu tipe ketipe lainnya.
4. Pengaruh utama yang ditimbulkan oleh merkuri di dalam tubuh adalah menghalangi kerja enzim dan merusak selaput dinding (membrane) sel. Keadaan itu disebabkan karena kemampuan merkuri dalam membentuk ikatan kuat dengan gugus yang mengandung belerang (sulfur, S) yang terdapat dalam enzim atau dinding sel.
5. Kerusakan yang diakibatkan oleh logam merkuri dalam tubuh umumnya bersifat permanent. Sampai sekarang belum diketahui cara efektif untuk memperbaiki kerusakan fungsi-fungsi itu.

Gejala keracunan yang nampak pada manusia adalah, pada keracunan tingkat ringan timbul pusing, sakit kepala dan mudah lelah. Pada keracunan tingkat berat menyebabkan kerusakan ginjal, sendi-sendi kaku, penglihatan terganggu, kelainan system syaraf dan dapat menimbulkan kematian.

2.2.4.2 Pengaruh Logam Berat Cd Terhadap Kesehatan

Seperti halnya logam berat merkuri, logam berat kadmium juga mengalami proses biotransformasi dan bioakumulasi dalam organisme hidup (tumbuhan, hewan, manusia). Logam ini masuk ke dalam tubuh bersama makanan yang dikonsumsi, tetapi makanan tersebut telah terkontaminasi oleh logam Cd dan atau persenyawaannya (Palar, 2004).

Menurut Darmono (2004) sebagian besar Cd masuk ke tubuh melalui saluran pencernaan, tetapi keluar lagi melalui feases sekitar 3-4 minggu kemudian, dan sebagian kecil dikeluarkan melalui urine. Sekitar 5% dari diet cadmium, diabsorpsi dalam tubuh. Cd dalam tubuh terakumulasi di dalam hati dan ginjal terutama terikat sebagai metalotionein, dimana Cd terikat dalam gugus sulfhidril (-SH) dalam enzim seperti karboksil sistenil, histidil, hidroksil, dan fosfatil dari protein dan purin. Berikatannya Cd dengan enzim dalam proses metabolisme tubuh dapat menghambat sistem kerja dari enzim tersebut.

Cd dapat menimbulkan efek yang negatif terhadap tubuh manusia seperti kerusakan pada ginjal dan jantung, selain itu Cd juga dapat menimbulkan kanker paru-paru, gangguan sistem reproduksi, dan anemia (Palar, 2004)

2.3 Taksonomi Tumbuhan Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.)

Tumbuhan kangkung di Indonesia berdasarkan kebiasaan hidupnya yang dikenal dan dibudidayakan ada dua jenis yaitu kangkung darat (*Ipomea reptans*) dan kangkung air (*Ipomea aquatica* Forsk.). Untuk membedakannya yaitu, kangkung darat memiliki bunga berwarna putih kemerah-merahan, sedangkan kangkung air berbunga putih bersih. Batang kangkung darat berwarna putih kehijau-hijauan, sedangkan kangkung air berbatang hijau. Kangkung darat berbiji lebih banyak dan rasanya liat, sedangkan kangkung air berbiji sedikit. Kangkung air (*Ipomea aquatica* Forsk.) dapat tumbuh dengan baik di tempat yang berair seperti di kolam-kolam ataupun rawa-rawa.

Menurut Cronquist (1981) dalam Dasuki (1991), klasifikasi tumbuhan kangkung air (*Ipomea aquatica* Forsk.) adalah sebagai berikut :

Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Magnoliopsida
Anak Kelas : Asteridae
Suku : Convolvulaceae
Marga : *Ipomea*
Jenis : *Ipomea aquatica* Forsk.



Gambar 2.1 Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.)

2.3.1 Morfologi Tumbuhan Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.)

Akar

Tumbuhan Kangkung (*Ipomea aquatica*) tumbuh menjalar dengan percabangan yang cukup banyak. Sistem perakarannya tunggang dan cabang-cabang akarnya menyebar ke berbagai arah.

Batang

Batang menjalar di atas permukaan tanah basah atau terapung, kadang-kadang membelit.

Daun

Tangkai daun melekat pada buku-buku batang. Bentuk daunnya seperti jantung hati, segitiga, memanjang, bentuk garis atau lanset, rata atau bergigi, dengan pangkal yang terpancung atau bentuk panah sampai bentuk lanset.

Bunga

Karangan bunga di ketiak, bentuk payung atau mirip terompet, berbunga sedikit. Terdapat daun pelindung tetapi kecil, daun kelopak bulat telur memanjang tetapi tumpul. Mahkota berwarna ros atau lila pucat, pada bagian tengah sering berwarna ungu, jarang keseluruhan putih. Benang sari mempunyai ukuran yang tidak sama panjang. Tonjolan dasar bunga bentuk cincin, tangkai putik berbentuk benang, kepala putik berbentuk bola rangkap.

Buah dan Biji

Bentuk buahnya bulat telur yang di dalamnya berisi 3-4 butir biji. Bentuk biji bersegi-segi agak bulat dan berwarna coklat atau kehitam-hitaman

Habitat

Tumbuh di tempat yang lembab, berawa, parit, sawah, pinggir-pinggir jalan yang tergenang.

Syarat Tumbuh

Tumbuhan Kangkung air (*Ipomea aquatica* Forsk.) dapat tumbuh dengan baik sepanjang tahun. Menurut Steenis (2005), kangkung air (*Ipomea aquatica*

Forsk.) termasuk semak, daur hidupnya kadang-kadang berumur satu tahun atau menahun.

Tumbuhan kangkung air (*Ipomea aquatica* Forsk.) merupakan tumbuhan yang hidup di air dan biasanya disebut dengan *hydrophyta*. Sistem perakarannya di tanah meskipun tempat tumbuhnya adalah di perairan. Seperti yang telah dijelaskan oleh Lukito (2001) bahwa tumbuhan air dibagi menjadi empat kelompok yaitu :

1. Tumbuhan Air Oksigen (*Oxygenerator*)

Disebut sebagai tumbuhan air oksigen karena mampu membersihkan udara sekaligus menyerap kandungan garam yang berlebihan di dalam air. Fungsi lainnya adalah sebagai tempat berlindung dan menyimpan telur ikan. Seluruh bagian tanaman ini tenggelam dalam air. Misalnya *Hydrilla verticillata*, *Myriophyllum*.

2. Tumbuhan Air Lumpur (*Bog plant*)

Sesuai dengan namanya, tumbuhan jenis ini habitat aslinya daerah berlumpur dan sedikit digenangi air. Termasuk tumbuhan air lumpur antara lain *giant arum dan papyrus*, selada air, kangkung air.

3. Tumbuhan air Pinggir (*Marginal plant*)

Tumbuhan air pinggir memiliki akar dan batang yang terendam di dalam air. Namun, sebagian besar batangnya justru menyembul ke permukaan air. Selain batang, bagian daun dan bunganya juga berada di atas permukaan air. Contohnya rumput payung (*Cyperus alternifolius*), apu-apu (*pistia stratiotes*) dan ekor kucing (*Typha angustifolia*).

4. Tumbuhan Air Mengapung (*Floating plant*)

Tidak seperti umumnya tumbuhan, akar tumbuhan ini tidak tertanam dalam tanah, melainkan mengapung di permukaan air. Tumbuhan ini tidak memerlukan tanah sebagai media tanamnya, tumbuhan ini hidup dari menyerap udara dan unsur hara yang terkandung di dalam air. Contohnya yaitu *Azolla pinnata*, eceng gondok (*Eichornia crassipes*).

2.3.2 Perkembangan Daun

Semua daun mula-mula berupa sebuah tonjolan jaringan yang kecil, yaitu primordium daun, pada sisi meristem ujung suatu kuncup. Pada waktu ujung pucuk tumbuh, primordium daun baru mulai terbentuk menurut suatu pola khas untuk tiap jenis tumbuhan. Pada tumbuhan yang daunnya bertangkai khusus, primordiumnya memanjang menjadi suatu struktur mirip jari, yang akan menjadi tulang tengah dan tangkai daun pada daun dewasa. Sel-sel yang bersifat meristem sepanjang pinggiran yang berhadapan pada struktur ketiak itu, mulai membelah diri cepat sekali untuk mengawali pembentukan lembaran daun yang memipih lateral. Perluasan utama lembaran daun disebabkan oleh kegiatan jaringan meristem lain, yang disebut *meristem lempeng*, yang ditinggalkan oleh meristem tepi pada waktu daun tumbuh ke samping (Loveless, 1991).

Selama perkembangan daun, sistem pembuluh mulai berdiferensiasi jauh lebih awal, bahkan semasa daun masih dalam bentuk primordium yang mirip jari itu. Sebagai akibat pematangan awal ini, ikatan pembuluh daun segera bergabung

dengan ikatan pembuluh batang, jadi bahan makanan dapat segera diangkat ke jaringan primordium yang berkembang cepat.

Pada waktu daun telah terbuka penuh, tiap selnya mengalami tiga tahap pertumbuhan (yaitu pembelahan, pembesaran, dan diferensiasi) sehingga semua sel membentuk jaringan tetap daun. Ini berarti bahwa tidak ada lagi meristem pada daun dewasa. Besarnya variasi bentuk daun yang ada pada berbagai jenis atau pada suatu jenis pada berbagai masa pertumbuhan di bawah sebagai syarat tumbuh, disebabkan oleh taraf relatif dan lamanya kegiatan berbagai meristem di tempat yang berlain-lainan yang berfungsi serentak atau berurutan. Semua itu berperan pada pertumbuhan daun (Loveless, 1991).

2.3.3 Pemanfaatan Tumbuhan Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.) Sebagai Phytoremediasi atau Pembersih Secara Alami

Daya penyerapan tumbuhan pada nutrisi dan diakumulasikan dalam jaringan dikenal sebagai Bioakumulasi, tumbuhan kangkung air (*Ipomea aquatica* Forsk.) digunakan sebagai biofilter dapat dimanfaatkan untuk fitoremediasi di alam dan sebagai salah satu alternatif penanganan limbah dengan cara yang aman, murah, dan mudah (Azwar, 2007).

Menurut penelitian Dewi (2000), tumbuhan kangkung air (*Ipomea aquatica* Forsk.) dan bayam dapat mengakumulasi logam berat seperti Hg, Pb, dan Cd. Pada tumbuhan kangkung logam berat yang diakumulasi rata-rata sebesar 0,0054 mg kg⁻¹, 2,7230 mg kg⁻¹, dan 0.0310 mg kg⁻¹. Sedangkan pada bayam dapat mengakumulasi logam berat rata-rata sebesar 0,0199 mg kg⁻¹, 3,6469 mg kg⁻¹, dan 0.1336 mg kg⁻¹.

Tumbuhan memiliki kemampuan untuk menyerap ion-ion dari lingkungan ke dalam tubuh melalui membran sel. Menurut Fitter (1991) dalam Rohmawati (2006), dua sifat penyerapan ion oleh tumbuhan adalah :

1. Faktor konsentrasi, kemampuan tumbuhan dalam mengakumulasi ion sampai tingkat konsentrasi tertentu, bahkan dapat mencapai beberapa tingkat lebih besar dari konsentrasi ion dalam mediumnya.
2. Perbedaan kuantitatif akan kebutuhan hara yang berbeda pada tiap jenis tumbuhan.

Adapun mekanisme yang mungkin dilakukan oleh tumbuhan untuk menghadapi konsentrasi toksik adalah :

- a. Penanggulangan (*ameleorasi*), untuk meminimumkan pengaruh toksik terdapat empat pendekatan :
 1. Lokalisasi (intraseluler dan ekstraseluler), biasanya pada organ akar.
 2. Ekskresi, secara aktif melalui kelenjar pada tajuk, atau secara pasif dengan akumulasi pada daun-daun tua yang diikuti dengan absisi daun (lepasnya daun).
 3. Dilusi (melemahkan), terutama penting dalam kaitan dengan salinitas.
 4. Inaktivasi secara kimia, sehingga ion dalam bentuk kombinasi dengan toksisitas yang berkurang.
- b. Toleransi, tumbuhan mengembangkan sistem metabolik yang dapat berfungsi pada konsentrasi toksik.

Menurut Priyanto (2007) penyerapan dan akumulasi logam berat oleh tumbuhan dapat dibagi menjadi tiga proses yang sinambung, yaitu :

1. Penyerapan logam oleh akar

Telah diketahui, bahwa agar tumbuhan dapat menyerap logam maka logam harus dibawa ke dalam larutan di sekitar akar (rizosfer) dengan beberapa cara bergantung pada spesies tumbuhannya.

2. Translokasi logam dari akar ke bagian tumbuhan lain

Setelah logam dibawa masuk ke dalam sel akar, selanjutnya logam harus diangkut melalui jaringan pengangkut, yaitu xilem dan floem, ke bagian tumbuhan lain. Untuk meningkatkan efisiensi pengangkutan, logam diikat oleh molekul khelat. Berbagai molekul khelat yang berfungsi mengikat logam dihasilkan oleh tumbuhan, misalnya histidin yang terikat pada Ni (Kramer et al., 1996) dan fitokhelatin-glutation yang terikat pada Cd (Zhu et al., 1999).

3. Lokalisasi logam pada jaringan

Untuk mencegah peracunan logam terhadap sel, tumbuhan mempunyai mekanisme detoksifikasi, misalnya dengan menimbun logam di dalam organ tertentu seperti akar (untuk Cd pada *Silene dioica* [Grant et al., 1998]), trikhoma (untuk Cd [Salt et al., 1995]), dan lateks (untuk Ni pada *Serbetia acuminata* [Collins, 1999]).

Dalam pemanfaatan tumbuhan kangkung air (*Ipomea aquatica* Forsk.) akumulator sebagai pembersih alami, setelah dilakukan remediasi dengan tumbuhan, tumbuhannya tidak harus dibuang begitu saja karena pembuangan (penumpukan) hanya akan menyebabkan berpindahnya kontaminan (terjadinya pencemaran baru). Tumbuhan yang mampu menyerap konsentrasi unsur dengan sangat tinggi dan bernilai ekonomi seperti emas (Au) dan nikel (Ni) bisa

digunakan untuk pertambangan (*phytomining*), Zn misalnya untuk diisolasikan sebagai suplemen kesehatan. Jika logam, nonlogam metaloid dan senyawa organik yang diserap tapi tidak memiliki nilai ekonomi yang baik, tetap bisa dibakar untuk menghasilkan energi dan diisolasi unsurnya secara murni lagi (Na, Cl, Cd, Co, Cr, dan lain-lain). Sehingga pembersihan pencemaran bukan memindahkan pencemaran itu (*excavation and reburial a toxic landfill*) tetapi mengangkut (*phytoextraction*) pencemaran itu secara nyata (Azwar, 2007).

2.4 Perairan Kawasan Wendit

Wendit merupakan taman wisata yang terletak di Desa Mangliawan, Kecamatan Pakis ± 8 Km dari pusat Kota Malang dengan luas area lokasi kurang lebih 9 hektar. Lokasinya terletak ditepi jalan utama arah ke Gunung Bromo melalui Tumpang/Poncokusumo. Wisata ini dikelola oleh Perusahaan Daerah (PD) Jasa Yasa Kabupaten Malang, dalam kawasan ini terdapat sumber mata air yang selain dimanfaatkan untuk kolam renang juga dikelola sebagai bahan baku Perusahaan Air Minum Kabupaten Malang dan Kota Malang (Anonymous, 2007).

Taman rekreasi dan pemandian Wendit menyediakan kolam renang yang luas, juga danau kecil untuk berperahu. Tetapi Wendit semakin kehilangan daya tariknya seiring dengan kurang terawat dan tidak adanya usaha pengembangan yang berarti serta banyaknya pencemaran yang dilakukan oleh masyarakat sekitar terkait pembuangan limbah yang langsung menuju ke perairan Wendit, seperti limbah rumah tangga, pertanian, pencucian kendaraan bermotor dan lain-lain.

Pada perairan tersebut juga terjadi pertumbuhan yang dominan (booming) suatu jenis *hydrophyta*, misalnya kangkung (*Ipomea aquatica*), *Hydrilla*, kiambang (*Salvinia natans*). Menurut Hutchinon (1969) dalam Connel (2006) pada keadaan perairan yang demikian menandakan terjadinya *eutrofikasi*, yaitu sebuah perairan yang bersih menjadi berlumpur oleh pengkayaan unsur hara tanaman dan meningkatnya pertumbuhan tanaman.

Masuknya limbah-limbah tersebut selain mengandung logam berat nonesensial juga mengandung logam berat esensial yang mengakibatkan pengkayaan unsur hara dalam badan perairan, pengkayaan unsur hara pada air akan menyebabkan rangsangan suatu susunan perubahan simptomatik yang meningkatkan produksi ganggang dan makrofit, memburuknya perikanan, memburuknya kualitas air dan perubahan simptomatik lainnya yang tidak dikehendaki serta mengganggu penggunaan air.

Menurut Wayan (2001), eutrofikasi terjadi di perairan, karena banyaknya unsur-unsur nutrien antara lain N, P, K yang masuk ke perairan menyebabkan pertumbuhan alga yang sangat pesat sehingga menutupi seluruh perairan. Tingginya kadar nutrien dalam air berasal dari limbah berbagai industri yang mengalir melalui parit ke perairan. Biomassa yang telah mati akan terkumpul di dasar perairan yang akan terkumpul berupa padatan.

Dalam proses eutrofikasi alamiah, detritus tanaman, garam-garam, pasir, dan sebagainya dari suatu daerah aliran masuk dalam aliran air dan disimpan dalam badan air selama waktu geologis. Ini menyebabkan pengkayaan unsur hara, sedimentasi, pengikisan, dan peningkatan biomassa (Connel, 2006).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian *Ex Post Facto* yaitu suatu metode penelitian yang berusaha mengkaji sesuatu yang telah terjadi (variabel terikat, variabel akibat) dalam upaya menemukan penyebabnya (variabel bebas, variabel penyebab) (Sukidin, 2005).

3.2 Subyek Penelitian

Subyek penelitian yang digunakan adalah tumbuhan Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Frosk.) yang tumbuh dan hidup di perairan Taman Wisata Wendit Kabupaten Malang.

3.3 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 13 Juli 2007 - 20 Agustus 2007 di Laboratorium Kimia Universitas Muhammadiyah Malang (UMM).

3.4 Alat dan Bahan

3.4.1 Alat

1. Alat yang digunakan di lapangan adalah :

- a. Tali raffia
- b. Cutter

- c. Gunting tanaman
- d. Kertas label
- e. Alat-alat tulis
- f. Botol plastic
- g. Plastic
- h. Ice box

2. Alat yang digunakan di laboratorium adalah:

- a. Oven
- b. Blender
- c. Beaker glass
- d. Kaca arloji
- e. Bunsen
- f. Labu volumetric
- g. Corong kaca
- h. Kertas saring

3.4.2 Bahan

1. Bahan yang digunakan di lapangan adalah :

- a. Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Frosk.) yang meliputi bagian batang, daun muda (bagian pucuk) dan daun tua (bagian atas akar).
- b. Air sungai, digunakan sebagai studi pendahuluan

2. Bahan untuk analisis

- a. Sampel Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Frosk.)
- b. Aquades
- c. Larutan Sodium Tartrate
- d. Asam Sulfur
- e. Potassium iodide
- f. Larutan Sulfur Dioksida
- g. Asam asetic
- h. HNO_3

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Studi Pendahuluan

Pengambilan Sampel Air Sungai

Sampel air diambil di dua stasiun yang berbeda dengan menggunakan metode yang sederhana yaitu langsung mengambil sampel air dan dimasukkan ke dalam botol plastik 350 ml yang bertujuan agar logam-logam yang ada di air tidak bereaksi dengan wadahnya.

Analisis Sampel Cair (Air Sungai)

Dalam penelitian ini, parameter yang diambil dari sampel air sebagai tempat tumbuhnya tumbuhan Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Frosk.) adalah kandungan logam berat dengan menggunakan *Vogel quantitative method*:

1. Sampel cair dimasukkan ke dalam beaker glass 50 ml kemudian tambahkan HNO₃ encer 2,5 N sebanyak \pm 10-15 ml, lalu dipanaskan sampai mendidih, setelah itu dinginkan.
2. Saring ke labu 50 ml kemudian tambahkan aquades sampai tanda batas lalu kocok sampai homogen.
3. Selanjutnya dianalisis kandungan logam beratnya.

3.5.2 Pengambilan Sampel Tumbuhan Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Frosk.)

1. Dalam pengambilan sampel tumbuhan, terlebih dahulu dilakukan studi pendahuluan untuk menentukan tempat yang akan dijadikan stasiun pengambilan sampel.
2. Menentukan lokasi pengambilan sampel dengan menggunakan metode purposive sampling yaitu menentukan lokasi secara sengaja berdasarkan pada beberapa pertimbangan, kemudian dibagi menjadi 4 stasiun yang berbeda dengan jarak 100 m antar stasiun.
3. Pengambilan sampel Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Frosk.) dilakukan pada 4 stasiun yang telah ditentukan, yang meliputi bagian batang, daun muda (bagian pucuk) dan daun tua (bagian atas akar).

3.5.3 Analisis Sampel Padat

Proses Destruksi Sampel dan Analisis Kandungan Logam Berat

Proses destruksi sampel dan analisis kandungan logam berat pada tumbuhan adalah sebagai berikut (Anonymous, 2003) :

1. Sampel tumbuhan yang telah diambil dari lokasi pengamatan dicuci kemudian dioven pada suhu 80°C selama 48 jam.
2. Setelah kering sampel dihaluskan dengan menggunakan blender hingga menjadi serbuk.
3. Kemudian serbuk sampel tumbuhan ditimbang sebanyak 2-4 gram.
4. Setelah itu dimasukkan ke dalam furnace oven pada suhu 450°C selama 12 jam sampai menjadi abu yang berwarna putih.
5. Abu sampel kemudian didestruksi secara kimia, untuk dianalisis kandungan merkuri (Hg) dan Kadmium (Cd).

Analisis Kandungan Logam Berat Merkuri (Hg) dan Kadmium (Cd)

Analisis kimia kandungan logam berat yaitu dengan menggunakan metode gravimetry, adapun prosedur analisisnya adalah sebagai berikut :

- a) Analisis Merkuri (Hg)
 1. Pada abu sampel tambahkan 1% larutan thronalid dalam asam asetic, kemudian panaskan pada suhu 80°C sambil diaduk secara konstan sehingga menjadi kental.
 2. Saring larutan tersebut dengan corong kaca yang dilapisi kertas saring, kemudian dicuci dengan air panas hingga larutan tersebut menjadi tidak asam.

3. Keringkan pada suhu 105°C sampai mencapai berat konstan.

b) Analisis Cd

1. Pada abu sampel tambahkan 50 cm^3 dari 100% larutan sodium tartrate, kemudian tambahkan 2,5% larutan 2-napthaquinoline dalam 0,25 M asam sulfur, setelah itu tambahkan 0,2 M potassium iodide.
2. Setelah 2 menit, saring endapan cadmium dengan corong kaca yang dilapisi kertas saring.
3. Kemudian cuci dengan larutan yang berisi 10 cm^3 dari 0,2 M potassium iodide, 10 cm^3 dari 2,5% 2-napthaquinolin dalam 0,25 M asam sulfur, 80 cm^3 air, dan 1-2 tetes larutan sulfur dioksida encer.
4. Keringkan endapan pada suhu 130°C sampai mencapai berat konstan.

Contoh Perhitungan Kadar Logam Berat

Untuk menghitung kadar logam berat adalah dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Gram (unsur)} = \frac{\text{Ar unsur}}{\text{Mr senyawa}} \times \text{Massa endapan}$$

$$\% (\text{unsur}) = \frac{\text{Gram Unsur}}{\text{Gram Sampel}} \times 100\%$$

Keterangan :

➤ Massa endapan = Massa akhir* - Massa awal*

*Massa akhir = Massa endapan dari sampel+kertas saring

*Massa awal = Massa kertas saring

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh data tentang kandungan logam berat Merkuri (Hg) dan Kadmium (Cd) pada Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.) yang meliputi organ bagian batang, daun tua, dan daun muda adalah sebagai berikut:

Tabel 4.1 Data Analisis Kandungan Logam Berat Merkuri (Hg) Pada Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.)

Stasiun	Total Kandungan Logam Berat											
	Batang				Daun Tua				Daun Muda			
	1	2	3	Rata-rata	1	2	3	Rata-rata	1	2	3	Rata-rata
St I	0,675	0,682	0,665	0,674	0,592	0,610	0,621	0,607	0,11	0,150	0,136	0,132
St II	0,663	0,698	0,654	0,672	0,575	0,597	0,601	0,591	0,092	0,107	0,112	0,104
St III	0,708	0,740	0,719	0,722	0,653	0,635	0,639	0,642	0,102	0,082	0,087	0,090
St IV	0,663	0,675	0,689	0,676	0,607	0,625	0,621	0,617	0,063	0,073	0,078	0,071

Tabel 4.2 Data Analisis Kandungan Logam Berat Kadmium (Cd) Pada Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.)

Stasiun	Total Kandungan Logam Berat											
	Batang				Daun Tua				Daun Muda			
	1	2	3	Rata-rata	1	2	3	Rata-rata	1	2	3	Rata-rata
St I	4,168	4,070	4,536	4,258	3,528	3,491	3,545	3,521	1,644	1,327	1,547	1,506
St II	3,866	4,069	3,993	3,976	3,288	3,362	3,398	3,349	1,164	1,337	1,419	1,307
St III	4,177	4,216	4,149	4,181	3,687	3,597	3,521	3,602	1,566	1,677	1,772	1,672
St IV	3,914	4,021	3,939	3,958	3,438	3,536	3,508	3,494	1,800	1,786	1,739	1,775

4.1.1 Kandungan Logam Berat Hg dan Cd pada Organ Bagian Batang, Daun Tua, dan Daun Muda Tumbuhan Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.)

Berdasarkan hasil analisa data tentang kandungan logam berat Hg dan Cd pada organ batang, daun tua, dan daun muda tumbuhan Kangkung Air (*Ipomea*

aquatica Forsk.) dengan menggunakan *Analisis Of Variance* diperoleh nilai *significant* (lampiran 1-4), hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kandungan logam berat Hg dan Cd pada organ batang, daun tua, dan daun muda tumbuhan Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.). Adapun untuk mengetahui perbedaan kandungan logam berat Hg dan Cd pada organ batang, daun tua, dan daun muda tumbuhan Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.) serta organ yang mempunyai potensi tertinggi dalam menyerap logam berat Hg dan Cd dilakukan *Uji Jarak Duncan* (lampiran 1-4) yang disajikan pada tabel 4.3 sebagai berikut:

Tabel 4.3 Analisis Uji Jarak Duncan Kandungan Logam Berat Hg dan Cd pada Organ Batang, Daun Tua, dan Daun Muda Tumbuhan Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.)

Organ	Rata-rata dan Notasi Kandungan Logam Berat pada Setiap Organ	
	Hg (ppm)	Cd (ppm)
Batang	0,6857 c	4,0932 c
Daun Tua	0,6147 b	3,4916 b
Daun Muda	0,009942 a	1,5648 a

Keterangan:

Notasi yang berbeda secara vertikal menunjukkan hasil yang berbeda secara *significant* pada taraf *significantsi* < 0.05.

Tabel 4.3 di atas menunjukkan bahwa kandungan logam berat Hg dan Cd pada setiap organ batang, daun tua, dan daun muda tumbuhan Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.) memperlihatkan perbedaan yang *significant*. Dari tabel 4.3 juga dapat dijelaskan bahwa organ yang mempunyai kandungan logam berat Hg dan Cd tertinggi adalah organ batang dengan konsentrasi Hg sebesar 0,6857 ppm, dan Cd sebesar 4,0932 ppm, kemudian organ daun tua dengan konsentrasi Hg sebesar 0,6147 ppm, dan Cd sebesar 3,4916 ppm, sedangkan organ yang

mempunyai kandungan logam berat terendah adalah organ daun muda dengan konsentrasi Hg sebesar 0,009942 ppm, dan Cd sebesar 1,5648 ppm.

4.1.2 Kandungan Logam Berat Hg pada Tumbuhan Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.) di Setiap Stasiun

Tabel 4.4 Analisis Uji Jarak Duncan Kandungan Logam Berat Hg pada Tumbuhan Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.) di Setiap Stasiun

Organ	Kandungan Logam Berat Hg (ppm) pada Tumbuhan Kangkung Air (<i>Ipomea aquatica</i> Forsk.) di Setiap Stasiun			
	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3	Stasiun 4
Batang	0,6740 c	0,6717 c	0,7223 c	0,6747 c
Daun Tua	0,6077 b	0,5910 b	0,6423 b	0,6177 b
Daun Muda	0,1323 a	0,1037 a	0,0090033 a	0,007133 a

Keterangan:

Notasi yang berbeda secara vertical menunjukkan hasil yang berbeda secara *significant* pada taraf *significantsi* < 0.05.

Berdasarkan tabel 4.4 (*Uji Jarak Duncan* dapat dilihat pada lampiran 5-8) dapat diketahui bahwa kandungan logam berat Hg pada organ batang, daun tua, dan daun muda menunjukkan nilai yang *significant*. Organ batang mempunyai kandungan logam berat Hg lebih tinggi, dan kandungan logam berat Hg terendah terdapat pada organ daun muda.

Dari tabel 4.4 juga dapat diketahui bahwa kandungan logam berat Hg pada organ batang di setiap stasiun memperlihatkan nilai yang *significant*. Kandungan logam berat Hg tertinggi pada stasiun 3 yaitu 0,7223 ppm, kemudian pada stasiun 4 sebesar 0,6747 ppm, kemudian pada stasiun 1 sebesar 0,6740 ppm dan kandungan logam berat Hg terendah terdapat pada stasiun 2 sebesar 0,6717 ppm.

Sama halnya dengan kandungan logam berat Hg pada organ batang, organ daun tua di setiap stasiun juga menunjukkan nilai yang *significant*. Pada organ

daun tua kandungan logam berat Hg tertinggi juga terdapat pada stasiun 3 yaitu 0,6423 ppm, kemudian stasiun 4 sebesar 0,6177 ppm, kemudian pada stasiun 1 sebesar 0,6077 ppm dan kandungan logam berat Hg terendah pada stasiun 2 yaitu 0,5910 ppm.

Adapun kandungan logam berat Hg pada organ daun muda juga sama halnya dengan organ batang dan daun tua yaitu menunjukkan nilai yang *significant* di setiap stasiun. Akan tetapi pada organ daun muda, kandungan logam berat Hg tertinggi terdapat pada stasiun 1 yaitu 0,1323 ppm, kemudian 0,1037 pada stasiun 2, kemudian pada stasiun 3 sebesar 0,009033 ppm dan kandungan logam berat Hg terendah terdapat pada stasiun 4 yaitu 0,007133 ppm.

Tabel 4.5 Analisis Uji Jarak Duncan Kandungan Logam Berat Cd pada Tumbuhan Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.) di Setiap Stasiun

Organ	Kandungan Logam Berat Cd (ppm) pada Tumbuhan Kangkung Air (<i>Ipomea aquatica</i> Forsk.) di Setiap Stasiun			
	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3	Stasiun 4
Batang	4,2580 c	3,9760 c	4,1807 c	3,9580 c
Daun Tua	3,5213 b	3,3493 b	3,6017 b	3,4940 b
Daun Muda	1,5060 a	1,3067 a	1,6717 a	1,7750 a

Keterangan:

Notasi yang berbeda secara vertikal menunjukkan hasil yang berbeda secara *significant* pada taraf *significantsi* < 0.05.

Berdasarkan tabel 4.5 (*Uji Jarak Duncan* dapat dilihat pada lampiran 9-12) dapat diketahui bahwa kandungan logam berat Cd pada organ batang, daun tua, dan daun muda memperlihatkan nilai yang *significant*. Kandungan logam berat Cd tertinggi terdapat pada organ batang, kemudian rata-rata pada daun muda dan terendah terdapat pada organ daun muda.

Dari tabel 4.5 juga dapat diketahui bahwa kandungan logam berat Cd pada organ batang di setiap stasiun menunjukkan nilai yang *significant*. Kandungan logam berat Cd tertinggi pada stasiun 1 yaitu 4,2580 ppm, kemudian pada stasiun 3 sebesar 4,1807 ppm, kemudian pada stasiun 2 sebesar 3,9760 ppm dan kandungan logam berat Cd terendah terdapat pada stasiun 4 sebesar 3,9580 ppm.

Sedangkan kandungan logam berat Cd pada organ daun tua juga memperlihatkan hal yang sama dengan organ batang, yaitu di setiap stasiun menunjukkan nilai yang *significant*. Akan tetapi pada organ daun tua, kandungan logam berat Cd tertinggi terdapat pada stasiun 3 yaitu 3,6017 ppm, kemudian stasiun 1 sebesar 3,5213 ppm, kemudian pada stasiun 4 sebesar 3,4940 ppm dan kandungan logam berat Hg terendah pada stasiun 2 yaitu 3,3493 ppm.

Adapun kandungan logam berat Cd pada organ daun muda juga sama halnya dengan organ batang dan daun tua yaitu menunjukkan nilai yang *significant* di setiap stasiun. Akan tetapi pada organ daun muda, kandungan logam berat Cd tertinggi terdapat pada stasiun 4 yaitu 1,7750 ppm, kemudian 1,6717 pada stasiun 3, kemudian pada stasiun 1 sebesar 1,5060 ppm dan kandungan logam berat Cd terendah terdapat pada stasiun 2 yaitu 1,3067 ppm.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Kandungan Logam Berat Hg dan Cd pada Organ Bagian Batang, Daun Tua, dan Daun Muda Tumbuhan Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.)

Berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan kandungan logam berat Hg dan Cd pada organ batang, daun tua, dan daun muda

tumbuhan Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.) dengan konsentrasi akumulasi yang berbeda-beda pada setiap organ. Kandungan logam berat Hg dan Cd (tabel 4.3) pada tumbuhan Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.) jika dibandingkan dengan standar mutu pada sayuran adalah sebagai berikut :

Tabel 4.6 Kandungan Logam Berat Hg dan Cd dan Standar Mutu Sayuran

Organ	Kandungan Logam Berat dan Standar Mutu Sayuran			
	Hg (ppm)	Standar Mutu*	Cd (ppm)	Standar Mutu*
Batang	0,6857	0,001 – 0,05 ppm	4,0932	1,00 ppm
Daun Tua	0,6147		3,4916	
Daun Muda	0,009942		1,5648	

*Ditjen POM 1989

Berdasarkan tabel 4.6 di atas, kandungan logam berat Hg pada tumbuhan Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.) yang meliputi organ bagian batang, daun tua dan daun muda jika dibandingkan dengan standar mutu sayuran sudah melebihi ambang batas, kecuali pada organ daun muda. Standar mutu sayuran untuk logam berat Hg adalah 0,001 – 0,05 ppm. Sehingga untuk organ batang dan daun tua sudah tidak layak untuk dikonsumsi, tetapi untuk organ daun muda yang mengandung logam berat Hg masih layak untuk dikonsumsi.

Sedangkan kandungan logam berat Cd baik pada organ batang, daun tua dan daun muda sudah melebihi standar mutu sayuran yang ditetapkan yaitu 1,00 ppm. Dengan demikian, diharapkan kepada masyarakat untuk tidak mengkonsumsi organ bagian batang, daun tua dan daun muda tumbuhan Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.) yang mengandung logam berat Cd.

Logam berat jika sudah terserap ke dalam tubuh tidak dapat dihancurkan, tetapi akan tetap tinggal di dalamnya hingga nantinya dibuang melalui proses ekskresi. Pengaruh utama yang ditimbulkan oleh logam berat Hg jika sudah

terserap di dalam tubuh adalah menghalangi kerja enzim dan merusak selaput dinding (membrane) sel, keadaan itu disebabkan karena kemampuan merkuri dalam membentuk ikatan kuat dengan gugus yang mengandung belerang (sulfur, S) yang terdapat dalam enzim atau dinding sel. Selain itu kerusakan yang diakibatkan oleh logam merkuri dalam tubuh umumnya bersifat permanen.

Begitu juga akibat yang ditimbulkan logam berat Cd ketika sudah terserap di dalam tubuh. Cd dalam tubuh terakumulasi di dalam hati dan ginjal terutama terikat sebagai metalotionein, dimana Cd terikat dalam gugus sulfhidril (-SH) dalam enzim seperti karboksil sistenil, histidil, hidroksil, dan fosfatil dari protein dan purin. Berikatannya Cd dengan enzim dalam proses metabolisme tubuh dapat menghambat sistem kerja dari enzim (Palar, 2004).

Menurut Salisbury dan Ross (1995), tumbuhan dapat menyerap dan menimbun berbagai unsur tak-esensial dari larutan tanah, sekurangnya 60 jenis unsur telah ditemukan dalam tumbuhan, termasuk emas, timbel, raksa, arsenat, dan uranium. Tumbuhan mampu menyerap ion-ion dalam lingkungannya ke dalam tubuh melalui membran sel. Ion-ion yang diserap oleh tumbuhan berupa ion-ion esensial dan garam-garam mineral yang diperlukan untuk menunjang pertumbuhannya. Selain itu, tumbuhan juga dapat menyerap ion-ion lain di lingkungannya yang bisa bersifat racun bagi tumbuhan, seperti halnya logam berat Hg dan Cd.

Kemampuan tumbuhan dalam menyerap ion-ion esensial dan garam-garam mineral dijelaskan oleh Loveless (1991) bahwa hara tanah bergerak ke atas dari akar di atas tanah dalam unsur trakeid (yaitu trakeid atau komponen pembuluh)

xilem. Bahan terlarut anorganik yang diserap dari tanah oleh sel-sel akar yang hidup dilewatkan ke dalam lumen berair dari unsur trakeid, lalu terbawa ke atas pada aliran transpirasi yang diatur oleh penyerapan air dari daun serta bagian-bagian di atas tanah. Beberapa macam bahan terlarut anorganik mungkin akan terserap sepanjang jalur ini oleh sel-sel hidup yang berdampingan dengan unsur-unsur trakeid, tetapi sebagian besar air dan bahan terlarut yang larut dalam air akan mencapai daun.

Priyanto (2007) juga menjelaskan bahwa salah satu tindakan yang dilakukan oleh tumbuhan dalam penyerapan dan akumulasi logam berat adalah dengan cara translokasi logam dari akar ke bagian tumbuhan lain yaitu organ batang dan daun. Setelah logam dibawa masuk ke dalam sel akar, selanjutnya logam harus diangkut melalui jaringan pengangkut, yaitu xilem dan floem, ke bagian tumbuhan lain. Untuk meningkatkan efisiensi pengangkutan, logam diikat oleh molekul khelat. Berbagai molekul khelat yang berfungsi mengikat logam dihasilkan oleh tumbuhan, misalnya histidin yang terikat pada Ni (Kramer et al., 1996) dan fitokhelatin-glutation yang terikat pada Cd (Zhu et al., 1999).

Spesies tumbuhan secara genetik sangat beragam dalam kemampuannya untuk toleran terhadap unsur tak-esensial seperti timbel, kadmium, perak, aluminium, raksa, timah, dan sebagainya, dalam jumlah yang meracuni. Pada beberapa spesies, unsur tersebut diserap hanya dalam jumlah terbatas, sehingga lebih merupakan penghindaran daripada toleransi. Pada spesies lain, unsur itu tertimbun di akar, dan dipindahkan ke tajuknya. Pada spesies lainnya lagi, akar

dan tajuknya mengandung unsur tersebut dalam jumlah yang jauh lebih tinggi daripada yang dapat ditahan oleh spesies lain (Salisbury dan Ross, 1995).

Fitter (1991) dalam Rohmawati (2006) menyebutkan bahwa terdapat 4 mekanisme utama yang mungkin dilakukan oleh tumbuhan dalam menghadapi lingkungan toksik, antara lain:

- a. Penghindaran (*escape*) fenologis, apabila stress yang terjadi pada tanaman bersifat musiman, tanaman dapat menyesuaikan siklus hidupnya, sehingga tumbuh dalam musim yang sangat cocok saja.
- b. Eksklusi, tanaman dapat mengenal ion yang toksik dan mencegah agar tidak terambil sehingga tidak mengalami toksisitas.
- c. Penanggulangan (ameliorasi), tanaman barangkali mengabsorbsi ion tersebut, tetapi bertindak sedemikian rupa untuk meminimumkan pengaruhnya. Jenisnya meliputi pembentukan kelat (*chelation*), pengenceran, lokalisasi atau bahkan ekresi.
- d. Toleransi-tanaman dapat mengembangkan sistem metabolis yang dapat berfungsi pada konsentrasi toksik yang potensial, mungkin dengan molekul enzim.

Berdasarkan hasil penelitian diduga bahwa tumbuhan Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.) mungkin melakukan suatu mekanisme penanggulangan materi toksik ameliorasi agar dapat tumbuh dan berkembang di lingkungan yang mengandung materi toksik. Menurut Fitter (1991), mekanisme ameliorasi adalah suatu mekanisme penanggulangan materi toksik yang dilakukan oleh tanaman dengan cara mengabsorbsi ion toksik tetapi melakukan tindakan tertentu untuk

meminimumkan pengaruhnya. Jenisnya meliputi pembentukan khelat (*chelation*), pengenceran, lokalisasi atau bahkan ekresi.

Suatu mekanisme lain yang mungkin dilakukan oleh tumbuhan Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.) adalah toleransi. Menurut Fitter (1991), toleransi yaitu suatu mekanisme dimana tanaman dapat mengembangkan sistem metabolis yang dapat berfungsi pada konsentrasi toksik yang potensial, mungkin dengan molekul enzim. Berdasarkan beberapa penelitian, enzim, dinding sel, terutama fosfatase asam, telah diperlihatkan toleran terhadap tingkat toksik ion-ion yang jauh lebih tinggi (Cu^{2+} , Zn^{2+}) dalam ketahanan dibandingkan pada tanaman normal.

Organ akar, batang dan daun merupakan alat hara yang berguna untuk penyerapan, pengolahan, pengangkutan dan penimbunan zat-zat makanan. Akan tetapi dalam penelitian ini organ akar pada tumbuhan Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.) tidak dilakukan penelitian karena pada beberapa penelitian yang telah dilakukan peneliti terdahulu, seperti yang dilakukan Dahlia (2003) membuktikan bahwa pada tumbuhan Selada Air (*Nasturtium officinale*) organ yang paling tinggi dalam mengikat logam berat Pb adalah organ akar. Begitu juga penelitian yang dilakukan oleh Rohmawati (2006), yaitu pada tumbuhan *Avicennia marina*. Pada tumbuhan *Avicennia marina* organ yang paling tinggi dalam mengakumulasi logam berat Cu, Cd, dan Hg adalah organ akar. Organ akar mempunyai fungsi yang sangat penting bagi kelangsungan hidup suatu tumbuhan. Dijelaskan bahwa akar bagi tumbuhan mempunyai tugas untuk memperkuat berdirinya tumbuhan, sebagai tempat untuk penimbunan makanan, menyerap air

dan zat-zat makanan ke tempat-tempat pada tubuh tumbuhan yang memerlukan, fungsi penyerapan inilah yang menyebabkan akar merupakan organ yang paling banyak mengakumulasi logam berat (Gembong, 2003).

Batang merupakan organ kedua setelah akar, berdasarkan hasil penelitian kandungan logam berat Hg dan Cd paling tinggi terdapat pada organ batang karena batang merupakan jalan pengangkutan air dan zat-zat makanan dari bawah ke atas dan jalan pengangkutan hasil asimilasi dari atas ke bawah (Gembong, 2003). Jadi, setelah penyerapan ion-ion yang pertama kali dilakukan oleh akar, batang menjadi organ kedua yang dilewati oleh ion-ion tersebut untuk menuju ke daun. Ion-ion tersebut berkurang dibagian batang dan daun karena beberapa unsur tersebut seperti halnya unsur Cu dibutuhkan oleh tumbuhan untuk metabolisme.

Setelah batang, organ dalam tumbuhan yang penting adalah daun. Menurut Estiti (2003), daun merupakan alat (organ) yang melekat pada batang. Menurut Loveless (1991) daun berasal dari suatu jaringan pada meristem ujung suatu kuncup yang menonjol ke samping, jadi membentuk suatu bagian integral dari suatu sistem pucuk dengan fungsi utamanya adalah melakukan proses fotosintesis. Daun berbeda dengan akar dan batang dalam hal pertumbuhannya, daun merupakan organ yang pertumbuhannya terbatas (yaitu tumbuh sampai ukuran tertentu, kemudian berhenti).

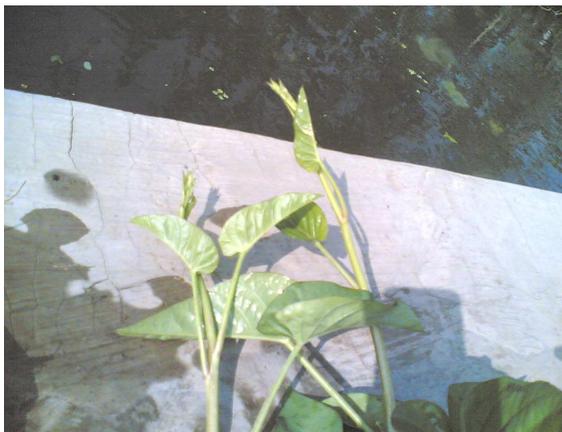
Dalam penelitian ini, daun pada tumbuhan Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.) dibedakan menjadi dua yaitu daun tua dan daun muda. Daun tua dalam penelitian ini adalah daun yang mempunyai warna daun hijau tua jika dibandingkan dengan daun muda (gambar 4.1) juga mempunyai bentuk daun yang

membuka sempurna atau telah terbuka penuh, dimana tiap selnya mengalami tiga tahap pertumbuhan (yaitu pembelahan, pembesaran, dan diferensiasi) sehingga semua sel membentuk jaringan tetap daun. Ini berarti bahwa tidak ada lagi meristem pada daun dewasa (Loveless, 1991).



Gambar 4.1 : Organ Daun Tua

Untuk daun muda dalam penelitian ini adalah daun yang terletak di bagian ujung yang biasa disebut dengan kuncup daun pada tumbuhan dengan ciri-ciri sebagai berikut, bentuk daun belum membuka sempurna, warna daun hijau muda. Seperti terlihat pada gambar 4.2. Menurut Loveless (1991) semua daun mula-mula berupa sebuah tonjolan jaringan yang kecil, yaitu primordium daun, pada sisi meristem ujung suatu kuncup. Pada waktu ujung pucuk tumbuh, primordium daun baru mulai terbentuk menurut suatu pola khas untuk tiap jenis tumbuhan.



Gambar 4.2 : Organ Daun Muda

Berdasarkan hasil penelitian, terdapat perbedaan kandungan logam berat Hg dan Cd yang *significant* antara daun tua dan daun muda pada tumbuhan Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.) seperti yang terlihat pada tabel 4.3. Dalam penyerapannya terhadap logam berat, kandungan logam berat Hg dan Cd pada organ daun tua lebih tinggi dari pada kandungan logam berat yang terdapat pada organ daun muda.

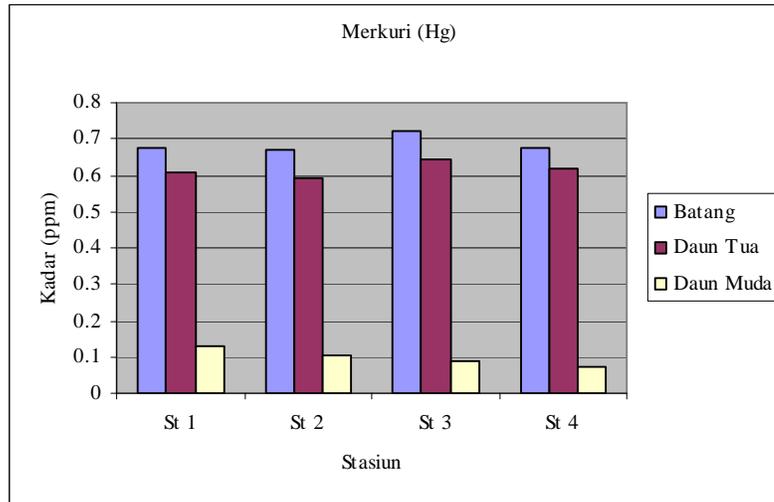
Terjadinya perbedaan kandungan logam berat Hg dan Cd pada organ batang, daun tua, dan daun muda hal ini disebabkan karena telah berkurangnya unsur logam berat dibagian batang, daun tua, dan daun muda selain karena telah digunakan untuk kebutuhan esensial tumbuhan, seperti Cu, juga diduga karena ion toksik tersebut telah mengalami mekanisme penanggulangan materi toksik ameliorasi yang berupa lokalisasi, dilusi dan ekresi serta suatu mekanisme penanggulangan materi toksik toleransi.

Menurut Dwijoseputro (1994) dalam pengangkutan ion-ion dari tanah oleh tumbuhan terdapat tiga hal yang harus diperhatikan. Pertama, pengangkutan ion-

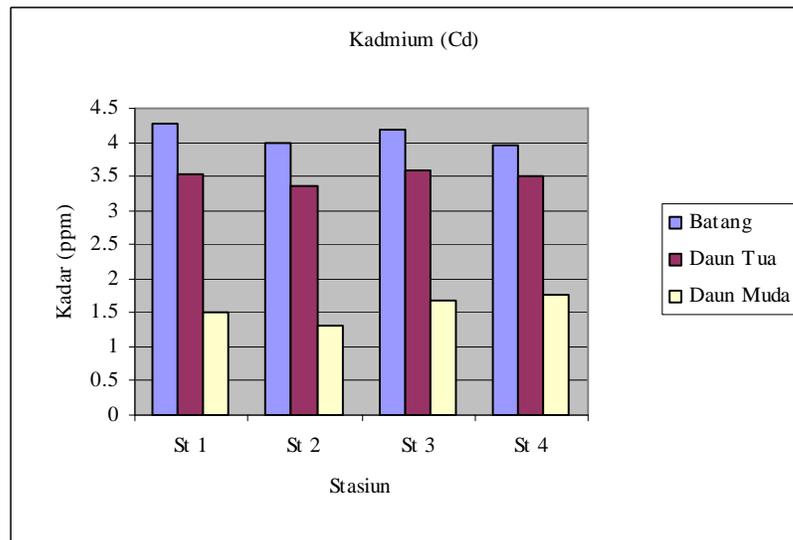
ion dari tanah oleh tumbuhan itu terutama lewat xilem. Kedua, bahwa suatu ion dapat melintas ke bagian floem secara bebas. Ketiga, kemungkinan naiknya suatu ion-ion melalui floem ada, meskipun sedikit. Ketiga hal tersebut dibuktikan dalam suatu percobaan, yaitu pada suatu pot terdapat tanaman yang diberikan unsur K^{42} yang radio-aktif, kemudian ion-ion tersebut diserap oleh akar tanaman. Selang beberapa waktu ion-ion K^+ yang radio-aktif itu ditemukan kembali baik di xilem maupun di floem dalam jumlah yang sama. Hal ini dimungkinkan sekali bahwa unsur K itu tidak langsung diserap melalui floem, akan tetapi jika terdapat pada floem itu karena perembesan dari xilem lewat nokta-nokta yang banyak terdapat di dalam dinding xilem.

4.2.2 Kandungan Logam Berat Hg dan Cd pada Tumbuhan Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.) di Setiap Stasiun

Berdasarkan hasil penelitian (Tabel 4.4, 4.5) diketahui bahwa terdapat perbedaan kandungan logam berat Hg dan Cd pada tumbuhan Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.) di setiap stasiun. Keberadaan logam-logam dalam badan perairan tersebut dapat berasal dari sumber-sumber alamiah dan aktivitas yang dilakukan oleh manusia. Perbedaan kandungan logam berat pada organ batang, daun tua, dan daun muda pada setiap stasiun dapat dilihat pada gambar diagram batang (4.3) dan diagram batang (4.4) sebagai berikut :



Gambar 4.3: Diagram batang rata-rata kandungan logam berat Hg pada organ batang, daun muda, dan daun tua pada tumbuhan Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.) di setiap stasiun.



Gambar 4.4: Diagram batang rata-rata kandungan logam berat Cd pada organ batang, daun muda, dan daun tua pada tumbuhan Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.) di setiap stasiun.

Berdasarkan data diagram batang 4.3 dan 4.4 diketahui bahwa kandungan logam berat Hg dan Cd pada tumbuhan Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.)

tertinggi pada stasiun 1 dan stasiun 3. Keadaan ini dikarenakan stasiun 1 dan 3 merupakan wilayah dimana pertama kali suatu pencemaran dialirkan ke dalam badan perairan, selain itu juga terjadi penumpukan sampah yang merupakan sumber pasokan logam berat di sekitar wilayah tersebut.

Berdasarkan hasil penelitian (lampiran 17) juga diketahui bahwa kandungan logam berat Hg dan Cd di kawasan perairan Taman Wisata Wendit Kabupaten Malang telah melebihi ambang batas kandungan logam berat alamiah di perairan. Kandungan logam berat Hg di kawasan perairan Taman Wisata Wendit Kabupaten Malang rata-rata 0,018 ppm, kadar tersebut melebihi konsentrasi alamiah yaitu sebesar 0,00015 ppm. Kandungan logam berat Cd di kawasan perairan Taman Wisata Wendit Kabupaten Malang rata-rata 0,157 ppm, sedangkan kadar alamiahnya sebesar 0.00011 ppm.

Tingginya pasokan logam berat di kawasan perairan Taman Wisata Wendit Kabupaten Malang telah melebihi batas kemampuan maksimal tumbuhan Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.) dalam mengakumulasi logam berat, sehingga meskipun akumulasi logam berat telah dilakukan oleh tumbuhan Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.), kandungan logam berat di kawasan perairan Taman Wisata Wendit Kabupaten Malang masih melebihi konsentrasi alamiah.

Hal tersebut membuktikan bahwa manusialah yang selama ini telah menciptakan pencemaran terhadap lingkungannya, yang dalam hal ini akan sangat merugikan dirinya sendiri juga lingkungan sekitar. Dimana lingkungan hidup tersebut sebagai sumber daya yang dapat dimanfaatkan manusia guna memenuhi

kebutuhan hidupnya. Padahal Allah telah memperingatkan hal itu dalam firman-Nya (QS. Ar-Ruum/30 : 8)

أَوَلَمْ يَتَفَكَّرُوا فِي أَنفُسِهِمْ ۗ مَا خَلَقَ اللَّهُ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ وَمَا بَيْنَهُمَا إِلَّا بِالْحَقِّ
وَأَجَلٍ مُّسَمًّى ۗ وَإِنَّ كَثِيرًا مِّنَ النَّاسِ بِلِقَائِ رَبِّهِمْ لَكٰفِرُونَ ﴿٨﴾

“Dan Mengapa mereka tidak memikirkan tentang (kejadian) diri mereka? Allah tidak menjadikan langit dan bumi dan apa yang ada diantara keduanya melainkan dengan (tujuan) yang benar dan waktu yang ditentukan. dan Sesungguhnya kebanyakan di antara manusia benar-benar ingkar akan pertemuan dengan Tuhannya” (QS. Ar-Ruum : 8).

Ayat di atas menjelaskan bahwa setiap tindakan manusia akan ditanyai termasuk dalam pengelolaan lingkungan hidup dimana manusia merupakan pewarisnya, apakah dia akan menjadi pewaris yang baik atau tidak, dalam artian apakah manusia akan mempergunakan alam yang telah diciptakan Allah SWT untuk manusia sudah dijaga dengan sebaik-baiknya atau dirusakny. Maka manusia akan ditanya tentang hal itu, akan tetapi manusia kebanyakan tidak percaya pertemuan dengan Tuhannya.

Lingkungan hidup sebagai sumber daya mempunyai regenerasi dan asimilasi yang terbatas. Selama eksploitasi atau penggunaannya di bawah batas daya regenerasi atau asimilasi, maka sumber daya terbaharui dapat digunakan secara lestari. Akan tetapi apabila batas itu dilampaui, sumber daya akan mengalami kerusakan dan fungsinya sebagai faktor produksi dan konsumsi atau sarana pelayanan akan mengalami gangguan.

Oleh karena itu, pembangunan lingkungan hidup pada hakekatnya untuk pengubahan lingkungan hidup, yakni mengurangi resiko lingkungan dan atau

memperbesar manfaat lingkungan. Sehingga manusia mempunyai tanggung jawab untuk memelihara dan memakmurkan alam sekitarnya. Allah SWT berfirman :

﴿ وَإِلَىٰ ثَمُودَ أَخَاهُمْ صَالِحًا ۚ قَالَ يَا قَوْمِ أَعْبُدُوا اللَّهَ مَا لَكُمْ مِنِّ إِلَهِ غَيْرُهُ ۗ هُوَ أَنشَأَكُم مِّنَ الْأَرْضِ وَاسْتَعْمَرَكُمْ فِيهَا فَاسْتَغْفِرُوهُ ثُمَّ تَوْبُوا إِلَيْهِ ۚ إِنَّ رَبِّي قَرِيبٌ

مُحِيبٌ ﴿٦١﴾

“Dan kepada Tsamud (Kami utus) saudara mereka Shaleh. Shaleh berkata : “Hai kaumku, sembahlah Allah, sekali-kali tidak ada bagimu Tuhan selain Dia. Dia telah menciptakan kamu dari bumi (tanah) dan menjadikan kamu pemakmurnya, karena itu mohonlah ampunan-Nya, kemudian bertobatlah kepada-Nya. Sesungguhnya Tuhanku amat dekat (rahmat-Nya) dan lagi memperkenankan (do’a hamba-Nya).” (QS. Huud/11 : 61).

Upaya memelihara dan memakmurkan tersebut bertujuan untuk melestarikan daya dukung lingkungan yang dapat menopang secara berkelanjutan pertumbuhan dan perkembangan yang kita usahakan dalam pembangunan. Walaupun lingkungan berubah, kita usahakan agar tetap pada kondisi yang mampu untuk menopang secara terus-menerus pertumbuhan dan perkembangan, sehingga kelangsungan hidup kita dan anak cucu kita dapat terjamin pada tingkat mutu hidup yang makin baik.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan serta uraian yang dijelaskan di atas maka dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Kandungan logam berat Hg pada organ batang, daun tua, dan daun muda tumbuhan Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.) terdapat perbedaan yang *significant*, yang meliputi organ bagian batang (0,6857 ppm), daun tua (0,6147 ppm), dan daun muda (0,009942 ppm). Demikian halnya kandungan logam berat Cd juga memperlihatkan perbedaan yang *significant*, yaitu pada organ batang (4,0932 ppm), daun tua (3,4916 ppm), dan daun muda (1,5648 ppm). Jika dibandingkan dengan standar mutu sayuran maka kandungan logam berat pada tumbuhan Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.) sudah melebihi ambang batas, kecuali pada organ daun muda yaitu pada kandungan logam berat Hg. Standar mutu sayuran untuk logam berat Hg adalah 0,001 – 0,05 ppm. Kandungan logam berat Cd yang meliputi organ bagian batang, daun tua dan daun muda sudah melebihi ambang batas standar mutu sayuran yaitu 1,00 ppm.
2. Kandungan logam berat Hg dan Cd tertinggi terdapat pada organ batang, sedangkan pada stasiun 1 dan 3 ditemukan kandungan logam berat Hg dan Cd terbesar karena pada stasiun tersebut merupakan tempat masuknya pencemar.

5.2 Saran

Dari penelitian ini peneliti menyarankan beberapa hal yang perlu dilakukan lebih lanjut yaitu:

1. Perlu adanya pelestarian terhadap tumbuhan Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.) karena dapat dijadikan alternatif mengurangi pencemaran logam berat di perairan.
2. Peringatan kepada masyarakat sekitar perairan Taman Wisata Wendit yang mengkonsumsi *hydrophyta* Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.) agar tidak mengkonsumsi organ batang dan daun tua tumbuhan Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.) yang mengandung logam berat Hg. Dan tidak mengkonsumsi organ batang, daun tua dan daun muda tumbuhan Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk.).

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 2006. *Al-Qur'an dan As-Sunnah tentang Lingkungan Hidup*. Ibadurrahmaan Fakultas Kehutanan IPB. Diakses tanggal 26 September 2007.
- Anonymous. 2007. [Pendekatan Terpadu Pengelolaan Pencemaran Lingkungan](http://www.unila.ac.id). <http://www.unila.ac.id>. Diakses tanggal 12 Maret 2007.
- Anonymous. 2007. <http://www.surya.co.id>. Diakses tanggal 21 April 2007.
- Anonymous. 2007. *Metode Alternatif Untuk Menanggulangi Pencemaran Logam Berat*. Situs Web Kimia Indonesia Artikel - Bioremoval. Diakses tanggal 21 April 2007.
- Anonymous. 2006. *Penyebab, Sebab dan Akibat Pencemaran Lingkungan Pada Air dan Tanah - Kesehatan Lingkungan - Ilmu Sains Biologi*. <http://organisasi.org>. Diakses tanggal 12 Juli 2007.
- Agoes, Soegianto. 2005. *Ilmu Lingkungan Sarana Menuju Masyarakat Berkelanjutan*. Universitas Airlangga Press : Surabaya.
- Achmad, Rukaesih. 2004. *Kimia Lingkungan*. Andi : Yogyakarta.
- Campbell, Neil A. 2002. *Biologi*. Erlangga : Jakarta.
- Connel, Des W. 2006. *Kimia Dan Ekotoksikologi Pencemaran*. Universitas Indonesia Press : Jakarta.
- Dasuki, Undang A. 1991. *Sistematika Tumbuhan Tinggi*. Pusat Antar Universitas Ilmu Hayati Institut Teknologi Bandung : Bandung.
- Dwidjoseputro, D. 1994. *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. PT Gramedia Pustaka Utama : Jakarta.

- Dewi, Kunti SR. 2000. *Analisis Logam Berat (Hg, Pb, dan Cd) dalam Sayuran di Denpasar*. Jurnal Kimia Lingkungan ISSN 1411-1543 : Surabaya.
- Darmono. 2001. *Lingkungan Hidup Dan Pencemaran Hubungannya Dengan Toksikologi Senyawa Logam*. Universitas Indonesia Press : Jakarta.
- Hude, Darwis dkk. 2002. *Cakrawala Ilmu dalam Al-Qur'an*. Bale Kajian Tafsir Al-Qur'an Pase dan Institut Perguruan Tinggi Ilmu Al-Qur'an (PTIQ) : Jakarta.
- Dahlia. 2006. *Efektivitas Bioakumulasi Tanaman Sayur Pengikat Logam Berat Dan Upaya Pemberdayaan Masyarakat*. Universitas Negeri Malang : Malang.
- Hidajat, Estiti B. 1995. *Morfologi Tumbuhan*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Proyek Pendidikan Tenaga Guru.
- Khopkar, S.M. 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Universitas Indonesia Press : Jakarta.
- Loveless, A.R. 1991. *Prinsip-prinsip Biologi Tumbuhan Untuk Daerah Tropik*. PT Gramedia Pustaka Utama : Jakarta.
- Lehninger, Albert L. 1995. *Dasar-dasar Biokimia*. Erlangga : Jakarta.
- Maas, Azwar. 2007. *Ilmu Remediasi Untuk Atasi Pencemaran Tanah di Aceh Sumatera Utara*. [http : //www. kompas.com](http://www.kompas.com). Diakses tanggal 9 Maret 2007.
- Mariato, Lukito A. 2004. *Merawat dan Menata Tanaman Air*. Agro Media Pustaka : Jakarta.

- Moersidik, Setyo Dan Hardjojo, Basuki. 1998. *Analisis Kualitas Air*. Universitas Terbuka : Jakarta.
- Palar, Heryando. 2004. *Pencemaran Dan Toksikologi Logam Berat*. Rineka Cipta: Jakarta.
- Sasmitamihardja, Dardjat dan Siregar, Arbayah H. 1990. *Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Bandung : Bandung.
- Sastrawijaya, A. Tresna. 1991. *Pencemaran Lingkungan*. Rineka cipta : Jakarta.
- Sutrian, Yayan. 1992. *Pengantar Anastomi Tumbuh-tumbuhan (Tentang Sel dan Jaringan)*. Rineka Cipta : Jakarta.
- Salisbury, Frank B dan Ross, Cleon W. 1992. *Fisiologi Tumbuhan*. Institut Tekhnologi Bandung (ITB) : Bandung.
- Sukidin dan Mundir. 2005. *Metode Penelitian*. Insan Cendikia : Surabaya.
- Steenis, C.G.G.J. Van. 2005. *Flora*. Pradnya Paramita : Jakarta.
- Tjitrosoepomo, Gembong. 2003. *Morfologi Tumbuhan*. Gadjra Mada University Press : Yogyakarta.
- Thalabi, Tajuddin. 2007. *Tanggung jawab umat islam Terhadap pelestarian lingkungan hidup*. Redaksi@serambinews.com. Diakses tanggal 17 Juli 2007.