

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Logam Berat Timbal (Pb)

Pb adalah unsur dengan nomor atom 82, termasuk dalam golongan IV A dan mempunyai sifat kimia sebagai kation. Ion Pb akan terhidrolisir sebagian ke dalam air dan kebanyakan garam Pb larut dalam air. Berdasarkan sifat fisiknya Pb merupakan logam lunak sehingga mudah dibentuk. Pb memiliki titik didih 327,5 °C, mempunyai densitas 11,35 g/cm³ (pada suhu 20 °C) dan mempunyai kerapatan yang lebih besar dibandingkan dengan logam biasa, serta merupakan penghantar listrik tidak baik. Pb juga tahan terhadap peristiwa korosi sehingga sering digunakan sebagai bahan “coating” atau bahan pelapis (Palar, 1994).

Beberapa logam penting untuk kehidupan, logam lainnya belum diketahui fungsi biologinya, ada yang diperlukan oleh tubuh atau meracuni dan beberapa lainnya potensial untuk menyebabkan penyakit (Tsoumbaris, 1993). Menurut Laws (1981) kegunaan logam berat dapat dibedakan dalam 2 golongan, yaitu golongan dimana pada konsentrasi tertentu berfungsi sebagai mikronutrien yang bermanfaat bagi kehidupan organisme, seperti Zn, Fe, Cu, dan golongan yang sama sekali belum diketahui manfaatnya bagi kehidupan organisme seperti Hg, Cd dan Pb. Palar (1994) menjelaskan bahwa logam berat sebenarnya masih termasuk golongan logam dengan kriteria-kriteria yang sama dengan logam-logam lain. Perbedaannya terletak

dari pengaruh yang dihasilkan bila logam ini berikatan atau masuk ke dalam tubuh organisme hidup.

Pada umumnya Pb yang terbawa air sungai didapat dalam bentuk tidak terlarut, tetapi sebagai partikel koloid atau partikel terlarut seperti Pb karbonat, Pb oksida, Pb hidroksida, atau bentuk Pb lain yang bergabung dengan komponen lain hasil peluruhan (Xintaras, 1992). Sifat kelarutan Pb dalam air dan dalam pelarut organik dapat dilihat pada Tabel 2.1 di bawah ini.

Tabel 1. Kelarutan Pb dan Komponen Pb (Anonim, 1992)

Elemen/Komponen	Kelarutan	
	dalam Air	dalam Pelarut Organik
Timbal (Pb)	Tidak larut	Tidak larut
Pb asetat	221 g/100 ml pada 50°C	Larut dalam gliserol dan alkohol
Pb klorida	0,99 g/100 ml pada 20°C	Tidak larut dalam alkohol
Pb kromat	0,2 mg/l	Tidak larut dalam asam asetat
Pb nitrat	37,65 – 56,5 g/100 ml pada 0°C	1 g dalam 2500 ml alkohol absolut dan 1 g dalam 75 ml methanol absolut
Pb sulfat	42,5 mg/l pada 25°C	Tidak larut dalam alkohol
Pb oksida	0,001 g/100 cc pada 20°C 0,0023 g/100 cc pada 23°C	Larut dalam klorida alkali Larut dalam alkali/basa

2.2. Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb)

Sumber atau asal pencemaran air antara lain dari limbah rumah tangga, perkampungan, kota, pasar, jalan, industri dan lain-lain. Secara langsung atau tidak langsung, pencemaran tersebut akan berpengaruh terhadap kualitas air (Suriawiria, 1994).

Pb dan senyawanya dapat berada dalam badan perairan secara alamiah dan sebagai dampak dari aktivitas manusia. Secara alamiah Pb masuk ke badan air melalui pengkristalan Pb di udara dengan bantuan air hujan. Disamping itu, proses erosi (pengikisan) batuan mineral juga merupakan sumber Pb dalam badan air, sedangkan Pb yang masuk ke dalam perairan sebagai akibat dari aktivitas manusia adalah akibat buangan limbah yang berkaitan dengan penggunaan logam Pb (Laws, 1981). Apabila bahan bakar tumpah ke laut, berbagai proses natural mulai memisahkan Pb. Hal ini dikarenakan evaporasi atau penguapan yang disebabkan oleh intensitas cahaya (Cowell, 1973).

Air buangan industri kimia sering mengandung mineral-mineral seperti merkuri (Hg), timbal (Pb), arsenik (As), cadmium (Cd), chromium (Cr), nikel (Ni), Cl_2 , serta garam-garam kalsium dan magnesium yang mempengaruhi kesadahan air (Fardiaz, 1992). Senyawa pestisida+Pb dapat menjadi sumber pencemaran. Sekarang kebanyakan Pb berasal dari gas buangan kendaraan bermotor dan menjadi masalah di sepanjang jalan yang padat kendaraan. Umumnya Pb tanah sangat banyak tersedia bagi tumbuhan. (Nurhajati, 1986).

Tanpa kita sadari ternyata kadar limbah sesungguhnya di dalam udara makin menumpuk. Penumpukan justru didorong karena makin banyak dibebaskan hasil pembakaran BBM kendaraan bermotor. Berbagai penyelidikan di Amerika terhadap sekian ribu sampel udara yang diambil di berbagai tempat (di Amerika) terungkap bahwa semuanya mengandung Pb. Pemeriksaan sampel tersebut juga diikuti oleh pemeriksaan medis lewat darah maupun air seni pada anggota masyarakat. Melalui pemilihan kriteria daerah industri maupun daerah padat selama bulan Juni 1961 – Mei 1962 didapatkan penyerapan melalui udara yang tercemar dengan Pb sejumlah $15 \text{ m}^3/\text{hari}$ yang analog dengan $0,05 \text{ mg}/\text{hari}$, disamping masuknya Pb dalam badan yang melalui makanan (Ryadi, 1992).

Kondisi logam-logam di dalam badan perairan juga dipengaruhi oleh interaksi yang terjadi antara air dan sedimen (endapan). Keadaan ini terutama sekali terjadi pada bagian dasar perairan, dimana ion logam dan kompleks-kompleksnya yang terlarut dengan cepat akan membentuk partikel-partikel yang lebih besar, apabila terjadi kontak dengan partikulat-partikulat yang melayang-layang dalam badan perairan. Partikel-partikel tersebut terbentuk dengan bermacam-macam bentuk ikatan di dalam perairan (Triadiati et al., 1997). Menurut Williams (1974) dalam Connell (1983) menyatakan bahwa pembuangan sampah lumpur dapat menyumbangkan pengkayaan logam Pb ke dalam air penerima disamping logam Cu, Zn, Cd dan Ag.

Daur logam berat dalam kehidupan industri menunjukkan bahwa logam berat dari BBM akan dipindahkan ke dalam tanah melalui gas buangan. Sebagian besar akan terserap dalam tanah dan sebagian lain dapat dipindahkan pada bentuk lain yang mudah berubah, yang memungkinkan logam berat tersebut diserap oleh tanaman. Pengaruh logam berat sangat berbeda untuk tiap jenis logam berat, tiap tanaman dan tiap tipe tanah (Kloke, 1984).

Bentuk mineral yang umum terdapat di alam adalah PbS , $PbCO_3$, $PbSO_4$ dan $Pb(CH_3)_4$. Pada air tawar kandungan Pb sebesar 0,003 mg/l akan menyebabkan kontaminasi. Sedangkan dengan konsentrasi lebih dari 13.200 ng/m³ menyebabkan kontaminasi di udara. Pb dapat menjadi racun pada tanaman dengan konsentrasi 3-20 mg/l dan dengan konsentrasi 10 mg/ hari dari masukan makanan dapat menyebabkan kematian pada manusia (Bowen, 1979).

Public Health Service di AS menetapkan bahwa sumber-sumber air alami untuk masyarakat tidak boleh mengandung Pb lebih dari 0,05 mg/l. WHO menetapkan batas Pb di dalam air sebesar 0,1 mg/l. Sedangkan di Indonesia yang diatur dalam Baku Mutu Air golongan D (memenuhi untuk pertanian) kandungan Pb tidak boleh lebih dari 0,05 mg/l (lampiran. 3).

2.3. Bioakumulasi Logam Berat

Unsur logam berat dalam jumlah kecil umumnya dibutuhkan oleh organisme hidup untuk pertumbuhan dan perkembangan hidupnya. Akan tetapi dalam jumlah yang berlebihan dapat bersifat toksik terhadap manusia,

hewan dan tumbuh-tumbuhan. Penyebab utama meningkatnya kadar unsur logam dalam air, dikarenakan oleh sifat toksiknya yang tidak dapat dirombak atau dihancurkan oleh organisme dan dapat terakumulasi dalam tubuh organisme termasuk manusia (Palar, 1994).

Menurut Curtis and Clark (1950) garam inorganik dapat ditimbun dalam sel dengan konsentrasi lebih tinggi dari lingkungan eksternal, sehingga dia disebut akumulator. Akumulasi terjadi karena kecenderungan logam berat membentuk senyawa kompleks dengan zat-zat organik yang terdapat di dalam tubuh organisme. Dengan demikian logam berat terfiksasi dan tidak segera diekskresikan oleh organisme yang bersangkutan (Waldichuck, 1974 dalam Mudono, 2001).

Terdapat perbedaan mekanisme dari difusi sederhana yang bekerja ketika garam mineral diserap oleh sel hidup. Hal ini dapat diketahui atau ditemukannya bahwa garam inorganik terakumulasi di dalam sel dalam konsentrasi yang lebih tinggi dibandingkan yang terlarut di lingkungan luar (Curtis and Clark, 1950). Proses pengambilan logam berat oleh organisme dimulai dari absorpsi pada membran sel, dilanjutkan dengan laju pengambilan yang diatur secara difusi dan kemudian diikat oleh protein dan sel. Jenis organisme dan jenis logam berat akan mempengaruhi laju absorpsi, kecepatan difusi dan pengikatan oleh protein dan sel sehingga akan membentuk metalotionein (MTN) yang bersifat agak permanen dan akumulatif (Darmono, 1995).

Menurut Abel (1989) urutan toksisitas logam berat adalah sebagai berikut Hg> Cd>Zn>Pb>Cr>Al>Cu. Berkaitan dengan daya racun logam berat, Hutagalung (1984) menyatakan bahwa daya racun tergantung pada jenis kadar, efek sinergis antagonis dan sifat fisik kimiawi lainnya. Disamping faktor-faktor tersebut, faktor lingkungan seperti pH, temperatur dan salinitas juga turut mempengaruhi daya racun logam berat.

Peningkatan temperatur umumnya berhubungan dengan peningkatan toksisitas logam berat. Pada pH rendah umumnya logam berat lebih toksik dibandingkan pada pH yang lebih tinggi. Hal ini berhubungan dengan peningkatan kelarutan logam jika pH turun dibawah 7. Sedangkan pada salinitas yang rendah, logam berat akan bersifat lebih toksik dibandingkan pada salinitas yang tinggi (Darmono, 1995).

Keracunan yang disebabkan oleh logam berat Pb dapat berupa keracunan akut maupun keracunan kronis. Keracunan akut seperti perut sakit, muntah, diare, berak berwarna hitam, pingsan dan koma serta dapat berakibat fatal. Sedangkan untuk keracunan yang bersifat kronis pada awalnya nafsu makan hilang, kehilangan berat badan, sembelit, kelelahan, muntah, adanya garis hitam di gusi dan anemia. Pada keadaan yang parah dapat terjadi muntah yang persisten, sempoyongan (Ataxia), tekanan darah meningkat, koma dan dapat pula mengakibatkan kelumpuhan (Sitepoe, 1997).

2.4. Biologi Tanaman Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*, F)

2.4.1. Taksonomi dan Morfologi

Kangkung air (*Ipomoea aquatica*, F) dalam sistematika tumbuhan oleh Lawrence (1959) dan Backer and Den Brink (1963) diklasifikasikan ke dalam :

Divisi	: Spermatophyta
Sub divisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae
Ordo	: Tubiflorae
Famili	: Convolvulaceae
Genus	: <i>Ipomoea</i>
Spesies	: <i>Ipomoea aquatica</i> , Forsk

Kangkung merupakan tanaman annual yang dapat tumbuh lebih dari satu tahun. Batang tanaman berbentuk bulat panjang, berbuku-buku, banyak mengandung air (herbaceus) dan berongga-rongga besar. Batang tanaman kangkung tumbuh merambat atau menjalar dan percabangannya banyak.

Tanaman kangkung memiliki sistem perakaran tunggang dan cabang-cabang akarnya menyebar ke semua arah, dapat menembus tanah sampai kedalaman 60-100 cm, dan melebar secara mendatar pada radius 100-150 cm atau lebih pada jenis kangkung air.

Bentuk daun umumnya seperti jantung hati, ujung daun runcing ataupun tumpul, permukaan daun sebelah atas berwarna hijau tua, dan

2.4. Biologi Tanaman Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*, F)

2.4.1. Taksonomi dan Morfologi

Kangkung air (*Ipomoea aquatica*, F) dalam sistematika tumbuhan oleh Lawrence (1959) dan Backer and Den Brink (1963) diklasifikasikan ke dalam :

Divisi	: Spermatophyta
Sub divisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae
Ordo	: Tubiflorae
Famili	: Convolvulaceae
Genus	: <i>Ipomoea</i>
Spesies	: <i>Ipomoea aquatica</i> , Forsk

Kangkung merupakan tanaman menetap yang dapat tumbuh lebih dari satu tahun. Batang tanaman berbentuk bulat panjang, berbuku-buku, banyak mengandung air (herbaceous) dan berongga-rongga besar. Batang tanaman kangkung tumbuh merambat atau menjalar dan percabangannya banyak.

Tanaman kangkung memiliki sistem perakaran tunggang dan cabang-cabang akarnya menyebar ke semua arah, dapat menembus tanah sampai kedalaman 60-100 cm, dan melebar secara mendatar pada radius 100-150 cm atau lebih pada jenis kangkung air.

Bentuk daun umumnya seperti jantung hati, ujung daun runcing ataupun tumpul, permukaan daun sebelah atas berwarna hijau tua, dan

permukaan daun bagian bawah berwarna hijau muda. Sedangkan bentuk bunga seperti terompet dan daun mahkota bunga berwarna putih atau merah lembayung (Rukmana, 1994).

2.4.2. Distribusi dan Syarat Tumbuh

Daerah penyebaran tanaman kangkung pada mulanya terpusat di beberapa tempat atau negara, antara lain di Malaysia dan sebagian kecil di Australia. Dalam perkembangan selanjutnya, tanaman ini meluas cukup pesat di Asia Tenggara, termasuk Indonesia.

Kangkung air (*Ipomoea aquatica*, F) merupakan terna kadang-kadang berumur satu tahun atau menahun. Batang menjalar diatas tanah basah atau terapung. Kebanyakan berbiji 4. Dapat tumbuh pada daerah dengan ketinggian sampai 1000 m. Biasanya sengaja ditanam untuk konsumsi atau tumbuh liar. Hidup di tempat lembab, berawa, genangan, parit, sawah dan pinggir jalan (Steenis, 1975).

Tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica*, F) mudah dibiakkan secara vegetatif yaitu dengan potongan-potongan batangnya dan dapat cepat tumbuh menempati daerah yang luas. Mengingat toleransinya yang tinggi terhadap daerah perairan, sebaiknya tidak menanam kangkung air (*Ipomoea aquatica*, F) di perairan yang sudah tercemar. Tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica*, F) bisa berfungsi sebagai akumulator logam (Nazaruddin, 1995).

2.4.3. Kegunaan Tanaman Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*, F)

Bagian tunas muda dan daun kangkung air (*Ipomoea aquatica*, F) dimakan sebagai sayuran (Steenis, 1975). Alasan utama mengapa orang mengkonsumsi kangkung adalah karena harganya yang murah, mudah didapat dan bergizi tinggi. Tanaman ini merupakan sayur pasar yang sangat umum, selain itu mempunyai kegunaan dalam ilmu pengobatan antara lain air seduhan dari akarnya dapat digunakan untuk mengobati wasir. Kangkung juga digunakan sebagai makanan bagi ikan dan usaha peningkatan hasil di peternakan (Heyne, 1987)

Tabel 2. Kandungan Gizi Kangkung per 100 gram (Nio, 1992)

No	Kandungan Gizi	Jumlah/100 g
1.	Energi	29, 00 kal
2.	Lemak	300 mg
3.	Karbohidrat	540 mg
4.	Kalsium	73, 00 mg
5.	Fosfor	50, 00 mg
6.	Zat Besi	2, 50 mg
7.	Vitamin A	6.300, 00 SI
8.	Vitamin B	0,07 mg
9.	Vitamin C	32, 00 mg
10.	Air	89, 70 mg
11.	Protein	3000 mg
12.	Mineral	1600 mg