I.PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Politeknik Negeri Lampung (Polinela) merupakan suatu institusi pendidikan vokasi dibawah kementrian pendidikan dan kebudayaan. Polinela memiliki pendidikan vokasi pada program studi pertanian yang tidak terlepas dari kegiatan praktikum dan kegiatan pertanian untuk menciptakan tenaga kerja profesional yang bermanfaat bagi setiap individu. Penambahan lokasi Kampus II Polinela sebagai lokasi yang akan digunakan untuk budidaya tanaman dan kegiatan pertanian lainnya. Kampus II Polinela terletak di kecamatan Jati Agung, Lampung Selatan. Luas lahan yang dimiliki mencapai 50 ha. Penambahan lokasi pendidikan pada Kampus II Polinela digunakan untuk kegiatan pertanian, maka memerlukan adanya evaluasi lahan. Evaluasi lahan tersebut digunakan untuk mengetahui kualitas lingkungan dan peruntukan lahan yang digunakan. Evaluasi lahan untuk kegiatan pertanian harus di lakukan dengan melakukan menambahkan sifat fisika dan kimia air untuk aplikasi lahan tanaman sebagai indikator program ketahanan panan (Wijareni dan Febriana, 2020).

Kualitas air irigasi sangat berpengaruh terhadap kandungan salinisasi tanah. Kandungan salinitas pada air irigasi akan berdampak pada pertumbuhan tanaman. Setiap tanaman memiliki batas toleransi terhadap cekaman salinitas (Kaloterakis *et al.*, 2021). Kondisi lahan yang miring akan mempengaruhi peningkatan kadar salinitas pada air sungai dan embung karena adanya erosi lahan yang akan membawa mineral dari dalam tanah ke air sungai dan embung. Selain itu, aktivitas antropogenik, yaitu pelaksanaan pertanian dengan metode tradisional, mengintensifkan proses salinisasi tanah (Novák *et al.*, 2020).

Kualitas air sungai dan embung pada akhirnya akan tergantung pada berbagai faktor, seperti geologi umum, derajat pelapukan mineral, pertukaran ion, penguapan, aliran air tanah dan berbagai aktivitas manusia (Pant *et al.*, 2021). Akibatnya, air sungai dan embung yang dihasilkan dari daerah yang berbeda

mungkin memiliki kualitas yang berbeda dan sifat irigasi yang berbeda. (Nikagolla *et al.*, 2021).

Pemantauan kualitas air sungai dan embung merupakan alat penting yang mendorong pembangunan berkelanjutan dikawasan pertanian dan menyediakan data penting untuk pengelolaan air irigasi untuk budidaya pertanian, terutama di lahan Kampus Polinela II. Ada beberapa metode pengujian yang digunakan untuk menentukan kualitas indeks hidrokimia, seperti Rasio Sodium Adsorpsi (RSA), Persentase Pertukaran Natrium (PPN) dan analisis kimia untuk menggambarkan sungai dan kolam mempunyai kualitas yang baik untuk pertanian.

Secara umum, penilaian kualitas air sungai dan embung dilakukan dengan menggunakan parameter kimia tetapi dampak penilaian kualitas air secara kimia dan fisika saja tidak dapat menentukan kualitas air sungai dan embung untuk budidaya pertanian (Ishikawa *et al.*, 2021). Solusi yang lebih efektif untuk masalah ini adalah Indeks Kualitas Air Irigasi (IKAI), yang menggabungkan berbagai indikator dan menyatakan kualitas air tanah dalam satu nilai (Abbasnia *et al.*, 2018). Dalam berbagai penelitian, metode penghitungan IKAI yang berbeda telah dijelaskan, dengan mempertimbangkan karakteristik hidrofisika dan hidrokimia yang sama, tetapi dengan statistik yang berbeda. Metode analisis dan interpretasi nilai parameter fisika dan kimia dilakukan sebagai dasar untuk menentukan kualitas lingkungan untuk air irigasi pertanian (Ahmed *et al.*, 2020). Kegiatan evaluasi penilaian IKAI pada air sungai dan embung diawali dengan membuat peta dan mengidentifikasi daerah-daerah air dari embung dan sungai tidak mencukupi untuk irigasi. Peta tersebut merupakan alat yang berguna untuk distribusi spasial indeks evaluasi kualitas air sungai dan juga untuk pengembangan peta penilaian komparatif.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah :

- a. Menganalisis pencemaran di sungai dan embung Kampus II Polinela sebagai acuan untuk pengolahan sebelum digunakan pada tanaman pertanian.
- b. Menganalisis kualitas air irigasi lahan Kampus II Polinela

1.3 Kerangka Pemikiran

Kualitas air juga merupakan istilah yang digunakan untuk menggambarkan kesesuaian atau keberlakuan air untuk penggunaan tertentu, seperti air minum, perikanan, irigasi, industri, rekreasi, dan lain-lain. Kualitas air dapat ditentukan dengan melakukan pengujian tertentu pada air. Pengujian yang biasanya dilakukan adalah pengujian kimia, fisika, dan biologi terhadap kenampakan (bau dan warna). Kualitas air dapat dinyatakan dengan beberapa parameter, yaitu parameter fisik (suhu, kekeruhan, padatan terlarut, dll.), parameter kimia (pH, oksigen terlarut, BOD, kandungan logam, dll.) dan parameter biologis (plankton, bakteri dan sebagainya).

Tingkat beban pencemar menjadi tolak ukur keadaan air pada sungai yang ada di Kampus II Polinela, oleh sebab itu dilakukan evaluasi kualitas air yang sesuai untuk tanaman. Untuk mengukur tingkat beban pencemar maka dilakukan uji reduksi beban pencemar yang meliputi (pH, COD, Amoniak, Fhosphat, Salinitas, BOD, TSS, TDS, Pb, Cd, Fe, Mn).

Sistem irigasi sebagai salah satu penopang produktivitas pertanian tertuang dalam Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2006 tentang Peningkatan Produksi Pertanian untuk Mendukung Ketahanan Pangan dan Kesejahteraan Rakyat Nasional. Penyediaan air irigasi adalah penetapan jumlah air per satuan waktu yang dialokasikan dari sumber-sumber air pada suatu daerah irigasi, berdasarkan waktu, jumlah, dan mutu, sesuai dengan kebutuhan untuk menunjang pertanian dan keperluan lain yang terjamin ketersediaannya. Oleh karena itu, air merupakan faktor terpenting dalam memastikan keberlanjutan sistem irigasi. Akibat peningkatan kebutuhan air yang mengiringi konsolidasi dan perluasan lahan pertanian, terutama kurangnya pasokan air irigasi pada musim kemarau, maka perlu lebih digalakkan distribusi dan penggunaan air irigasi yang efisien dan efektif (Sudirman, 2021).

1.4 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini yaitu:

- a. Terdapat hasil analisis pencemaran disungai dan diembung Kampus II Polinela yang dapat digunakan sebagai acuan untuk menentukan proses pengolahan sebelum digunakan pada tanaman pertanian.
- b. Terdapat hasil analisis kualitas air irigasi di Kampus II Polinela

1.5 Kontribusi

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi gambaran kepada pihak-pihak yang berkepentingan mengenai kondisi air sungai Polinela II dan strategi yang sebaiknya dilakukan dalam mengelola air sungai untuk kebutuhan yang ada di Kampus II Polinela.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air irigasi

Irigasi adalah usaha penyediaan dan pengaturan air untuk menunjang pertanian, yang jenisnya meliputi irigasi permukaan, irigasi rawa, irigasi air tanah, irigasi pompa, dan irigasi embung. Irigasi bertujuan untuk mendukung produktivitas pertanian dalam rangka peningkatan produksi pertanian dalam rangka ketahanan pangan nasional dan kesejahteraan masyarakat khususnya petani, hal ini dicapai melalui keberlanjutan sistem irigasi sehingga tanaman dapat tumbuh secara normal. Penyediaan air irigasi yang efisien tidak hanya dipengaruhi oleh aplikasi, tetapi juga tergantung pada kebutuhan air untuk mencapai kondisi air tersedia yang dibutuhkan oleh tanaman.

Saluran irigasi juga diperlukan untuk penunjang bahan pangan sehingga ketersediaan air di daerah sungai dapat terpenuhi walaupun daerah tersebut berada jauh dari sumber air (sungai). Hal tersebut tidak lepas dari usaha teknik irigasi yang baik sehingga memberikan cukup air dengan kondisi tepat mutu, dan tepat waktu dengan cara yang efektif dan ekonomis (Juana *et al.*, 2015).

2.2 Kebutuhan air untuk pertumbuhan tanaman perkebunan

Jumlah kebutuhan air memiliki hubungan yang erat dengan evapotranspirasi tanaman (E_{t0}) dan curah hujan (CH) efektif. Jika jumlah CH efektif lebih besar dari evapotranspirasi tanaman, maka kebutuhan air tercukupi. Sebaliknya, jika jumlah curah hujan lebih rendah dari evapotranspirasi tanaman, maka kebutuhan air tidak tercukupi.

Kebutuhan air tanaman harus dipenuhi dengan bantuan irigasi teknis, sedangkan curah hujan dibutuhkan untuk tanaman perkebunan, kebutuhan air pada tanaman berbeda beda tergantung jenis tanamannya seperti contoh jenis tanaman kelapa sawit memerlukan pasokan air yang lebih besar yaitu sekitar 4,10 – 4,65 mm/hari. Namun kebutuhan air tersebut sebenarnya hampir sama dengan

kebutuhan air tanaman pangan seperti padi, jagung, dan kedelai (Hidayat *et al.*, 2013).

2.3 Klasifikasi dan kriteria mutu air PP No.82 Tahun 2001

Klasifikasi dan kriteria mutu air menjadi pedoman dalam menentukan kualitas air maka dibuat kelas-kelas pada kriteria mutu air, Klasifikasi mutu air ditetapkan menjadi 4 (empat) kelas yaitu :

1. Kelas satu, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang memper-syaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
2. Kelas dua, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
3. Kelas tiga, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
4. Kelas empat, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanian dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Tabel 1. Kriteria mutu air berdasarkan kelas

Parameter	Satuan	Kelas			
		I	II	III	IV
COD	mg.l ⁻¹	10	25	50	100
BOD	mg.l ⁻¹	2	3	6	12
Ph		6-9	6-9	6-9	6-9
Amoniak	mg.l ⁻¹	0,5	-	-	-
Fosfat	mg.l ⁻¹	0,2	0,2	1	5
TSS	mg.l ⁻¹	50	50	400	400
TDS	mg.l ⁻¹	1000	1000	1000	2000
Besi	mg.l ⁻¹	0,3	-	-	-
Mangan	mg.l ⁻¹	1	-	-	-
Kadmium	mg.l ⁻¹	0,1	0,1	0,1	0,1
Timbal	mg.l ⁻¹	0,3	0,3	0,3	1

Sumber = PP No. 82 Tahun 2001

Keterangan:

1. Nilai diatas merupakan batas maksimum, kecuali untuk pH.
2. pH merupakan nilai rentang yang tidak boleh kurang atau lebih dari nilai yang tercatat.
3. Arti (-) di atas menyatakan bahwa untuk kelas termasuk, parameter tersebut tidak dipersyaratkan.

2.4 Grup faktor pembobotan dan fungsi peringkat kualitas untuk parameter IKAI

Untuk Indeks Kualitas Air Irigasi, hanya konstituen tertentu dari kualitas air irigasi yang dipertimbangkan berdasarkan batas yang direkomendasikan untuk semua jenis tanah (EPA, 1994).

Tabel 2. Bobot kelompok pada parameter penelitian

Parameter kelompok	Kelompok dampak	Bobot kelompok
Salinitas	EC	0,1250
	TDS	0,1250
Infiltrasi	SAR	0,2500
	0--3	
	3--6	
	6--12	
	12--20	
	20--40	
Ion Beracun	ESP (Na)	0,1250
	Pb	0,0313
	Cd	0,0313
	Fe	0,0313
	Mn	0,0313
Dampak lainnya	Amoniak	0,0625
	Fosfor	0,0625
	COD	0,0625
	BOD	0,0625

Sumber: FAQ No.29

Parameter ini umumnya dikelompokkan menjadi dua indikator kualitas berdasarkan irigasi dan pengelolaan tanah berikut (Bortolini *et al.*, 2018): salinitas (mempengaruhi ketersediaan air tanaman), permeabilitas (mempengaruhi laju

infiltrasi tanah), dan toksisitas (mempengaruhi sensitifitas tanaman) dan miscellaneous (mempengaruhi tanaman untuk bisa tumbuh), (Ayers dan Westcot, 1985).

Tabel 3. Faktor pembobotan pada parameter penelitian

Kelompok dampak	Parameter	Faktor pembobotan	N-Min	N-Max	Sumber
Salinitas	EC ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	0,083	0	3	FAO No. 29
	TDS				
Infiltrasi	Salinitas (psu)	0,083	0	5	FAO No. 29
	SAR	0,250			
	<3 3 sd 6		0 0,3	0,7 1,2	FAO No. 29 FAO No. 29
Ion beracun	ESP	0,125	20	80	FAO No. 29
	Pb	0,031	0	0,5	PP No. 22 Tahun 2021
	Cd	0,031	0	0,05	PP No. 22 Tahun 2021
	Fe	0,031	0	5	PP No. 22 Tahun 2021
	Mn	0,031	0	1	PP No. 22 Tahun 2021
Dampak lainnya	Total Nitrogen	0,063	0	3	PP No. 22 Tahun 2021
	Fosfor	0,063	0	0,2	PP No. 22 Tahun 2021
	COD	0,063	0	80	PP No. 22 Tahun 2021
	BOD	0,063	0	60	PP No. 22 Tahun 2021

2.5 Derajat kemasaman (pH)

Salah satu faktor terpenting dalam menanam adalah kualitas pH air. pH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau tingkat kebasaan suatu larutan. Hal yang terpenting dalam pertumbuhan tanaman adalah menjaga kadar pH pada air karena pH air berdampak dalam penyerapan unsur nutrisi yang diperlukan tanaman (Ibadarrohman *et al.*, 2018).

Derajat kemasaman merupakan indikator tingkat asam atau basa yang dinilai dengan skala 0 – 14. Air netral yang tidak basa maupun asam yang kandungannya sebesar 7. Air asam pH kurang dari 7 dan air basa lebih dari 7. Perubahan derajat asam dan basa yang setiap angkanya akan berlipat 10 kali. pH dalam air akan menentukan kualitas nutrisi yang terkandung didalamnya (Fakhruzzaini dan Aprilianto, 2017).

2.6 Chemical Oxygen Demand (COD)

Chemical Oxygen Demand (COD) atau kebutuhan oksigen kimia adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk memanfaatkan limbah didalam air oksidasi dengan reaksi kimia atau oksigen bahan organik perlu dioksidasi menjadi CO₂ dan H₂O. COD merupakan salah satu parameter kunci untuk mendeteksi tingkat pencemaran air. Semakin tinggi COD, maka semakin buruk kualitas air yang ada di sungai dan dapat mengganggu pertumbuhan tanaman jika digunakan untuk aliran irigasi budidaya pertanian, maka perlu dilakukan pengujian pada air sungai untuk mengetahui kadar COD yang ada disungai tersebut (Andara, 2014).

Penyebab tingginya kadar COD yang ada disungai yaitu adanya pabrik industri yang membuang sisa hasil olahan yaitu limbah ke dalam sungai. Hal ini dapat menyebabkan terjadi sedimentasi karena penumpukan material padatan yang terbawa arus sungai. Dampak dari sedimentasi yaitu pendangkalan sungai dan banjir. Ketika air meluap karena curah hujan yang tinggi maka air yang masuk ke areal pemukiman masyarakat dapat mengancam kesehatan pada masyarakat seperti penyakit kulit, diare, dan sebagainya (Wikiandi, 2013).

2.7 Biochemical Oxygen Demand (BOD)

BOD (*Biological Oxygen Demand*) didefinisikan sebagai mikroorganisme yang digunakan untuk menguraikan bahan organik didalam air. Pengujian BOD diperlukan untuk menentukan beban pencemar yang disebabkan oleh limbah industri dan domestik. Limbah yang ada didalam air dapat menyebabkan kadar BOD yang tinggi dan dapat mengganggu perkembangan pada tanaman jika digunakan untuk irigasi budidaya pertanian. Penguraian bahan organik berarti organisme membutuhkan bahan organik untuk makanan dan energi yang dihasilkan oleh proses oksidasi (Fachrurozi, 2010).

BOD dan COD tidak tentukan sama, karena nilai COD tidak secara langsung bisa dikaitkan dengan BOD. Hasil pengukuran COD tidak dapat membedakan antara zat organik yang stabil dan tidak stabil. COD juga metode yang secara ilmiah dapat mengukur pencemaran badan air oleh zat organik mengoksidasi dan menyebabkan reduksi melalui proses oksigen terlarut dalam air (Estikarini, 2016).

Dengan adanya zat pencemar yang ada di dalam air limbah, maka kadar oksigen akan menurun, sehingga menyebabkan kehidupan yang ada di dalam perairan yang membutuhkan oksigen akan terganggu, dan mengurangi perkembangannya dan air berperan membawa penyakit sehingga berbahaya apabila digunakan pada aktivitas manusia (Setiono dan Yudo, 2008).

2.8 Total Suspended Solid (TSS)

Total padatan tersuspensi adalah berat dalam mg.l-1. Padatan tersebut akan menyebabkan kekeruhan air tidak dapat mengendap secara langsung. Padatan tersuspensi termasuk partikel yang lebih kecil dalam ukuran dan berat dari sedimen, seperti bahan organik tertentu, tanah liat, dll (Rozali, 2016).

Konsentrasi total padatan tersuspensi adalah parameter menunjukkan tingkat sedimentasi untuk memahami konsentrasi pada suatu badan air. Zat dari sumber kimia akan larut sebagian dan terbawa oleh air itu akan tenggelam ke dasar, dan sisanya akan terbawa arus. Pada proses produksi industri konsumsi air sangat dominan mempengaruhi pasokan air dan mengaduk sedimen yang dihasilkan oleh aliran air, konsumsi air mempengaruhi fluktuasi konsentrasi total padatan tersuspensi. Analisis TSS sebagai cara untuk menentukan kuantitatif dan distribusi zat tersuspensi dalam air (Siswanto, 2010).

2.9 Total Dissolved Solid (TDS)

TDS (*total dissolved solid*) adalah zat padat yang terurai dan larut dalam air, TDS adalah padatan terlarut semua mineral, garam, logam dan kation terlarut dalam air. Termasuk semua yang terlarut diluar molekul air murni (H₂O). Secara umum, konsentrasi padatan bersifat kationik dan anion dalam air. TDS dirukur dalam satuan Parts Per Million (ppm) atau perbandingan rasio berat ion terhadap air. Ada banyak sumber bahan padat dalam air, seperti daun, lumpur, plankton, serta limbah industri. Sumber lain juga dapat berasal dari limbah rumah tangga, pestisida dan banyak sumber lainnya. Pada saat yang sama, sumber anorganik berasal dari batuan dan udara yang mengandung kalsium bikarbonat, nitrogen, besi, fosfor, belerang dan mineral lainnya (Henderson, 2010).

Bahan - bahan terlarut jika berlebihan di dalam air akan meningkatkan nilai kekeruhan yang selanjutnya akan menghambat penetrasi cahaya matahari ke dalam air dan berpengaruh terhadap proses fotosintesis di sungai. Selain itu juga memiliki efek samping yang kurang baik pada kesehatan manusia karena mengandung bahan kimia dengan konsentrasi tinggi antara lain fosfat, ammonia, serta kadar padatan tersubsensi maupun terlarut. Adapun penanggulanya dengan penggunaan tumbuhan air, tumbuhan air yang digunakan yaitu tumbuhan yang memiliki kemampuan untuk mengangku berbagai zat toksik yang ada, contoh tanaman yang dapat mengatasi pencemaran air yaitu tumbuhan Daun Tombak (*Sagittaria lancifolia*) (Irawanto, 2016).

2.10 Salinitas

Salinitas merupakan salah satu parameter lingkungan yang mempengaruhi proses biologi organisme dan akan langsung mempengaruhi kehidupan mikroorganisme. Antara lain, organisme yang mempengaruhi pertumbuhan, volume makanan konsumsi (konversi makanan) dan energi untuk kelangsungan hidup, salinitas umumnya dinyatakan sebagai berat jenis, yaitu perbandingan berat larutan dengan beratnya volume yang sama dengan air murni.

Salinitas air adalah konsentrasi jumlah ion dalam air, salinitas air yaitu kandungan garam pada air, karena salinitas air ini merupakan total padatan dalam air dimana semua karbonat diubah menjadi oksida, semua bromide dan ionida diganti klorida dan semua bahan organik oksidasi (Aliyas, 2016).

Salinitas secara sederhana dapat diartikan sebagai suatu keadaan dimana garam dapat larut dalam jumlah yang berlebihan dan berakibat buruk bagi pertumbuhan tanaman. Beberapa jenis diantaranya yaitu garam khlorida, sulfat, dan bikarbinat dari natrium, kalsium, dan magnesium, masing-masing akan memberikan berbagai tingkat salinitas.

2.11 Amoniak

Amoniak merupakan gas tak berwarna yang baunya menyengat, senyawa ini sangat mudah larut di air yang satu bagian volume air akan melarutkan 1,30 bagian amoniak. Amoniak dapat dihasilkan dari sisa kotoran sampah dan jasad renik yang

terlarut pada air. Dalam perairan amoniak bebas akan meningkat seiring peningkatan pH dan temperature.

Pada pH tinggi, amoniak terdapat jumlah yang lebih banyak, dan semakin menurun temperatur maka semakin besar jumlah amoniak yang akan terioniasi menjadi ammonium, jumlah amoniak dapat berkurang melalui proses oksidasi menjadi nitrit yang telah dilakukan oleh bakteri autotropinik, maka dari itu jika terdapat jumlah amoniak yang banyak dalam perairan maka ini bisa menjadi salah satu indikator tidak optimalnya pertumbuhan tanaman jika menggunakan air yang banyak mengandung amoniak (Widayat, 2010).

2.12 Fosfat (PO₄)

Senyawa fosfat merupakan unsur pencemar untuk tumbuhnya ganggang yang berlebihan pada perairan dan menyebabkan penurunan kualitas yang ada di perairan, fosfat dalam air dapat berbentuk orthofosfat, polifosfat, dan fosfat organik. Fosfat banyak dihasilkan dari sisa jasad renik yang terlaut dalam air, semakin tinggi kandungan fosfat dalam air maka air akan mengalami penurunan sehingga ketika di gunakan untuk sumber pengairan bagi budidaya pertanian akan menghambat pertumbuhan tanaman (Bayu, 2007).

2.13 Logam Berat Timbal (Pb)

Timbal dalam kehidupan sehari-hari yang biasa dikenal dengan timah hitam merupakan logam yang lunak dan tahan korosi, sehingga timah hitam sering digunakan sebagai bahan pelapis atau coating. Pb dan senyawanya secara alami dapat berada di badan air dan berdampak pada aktivitas manusia. Secara ilmiah, timbal dapat mengkristal di udara dengan bantuan air hujan, sehingga masuk ke badan air. Timbal yang masuk ke dalam tubuh manusia meliputi air limbah dari industri yang berhubungan dengan timbal, seperti limbah dari pertambangan timah dan industri baterai (Apriliani, 2010).

2.14 Kadmium (Cd)

Kadmium (Cd) merupakan logam berat yang sangat berbahaya karena tidak dapat dimusnahkan oleh organisme (non-degradable) dan dapat terakumulasi masuk ke lingkungan, terutama endapan di dasar air, dan membentuk kompleks dengan zat organik dan anorganik melalui adsorpsi dan interaksi gabungan, Cd beracun dan berbahaya bagi semua organisme hidup, dan bahkan berbahaya bagi manusia. Kelarutan kadmium dalam konsentrasi tertentu dapat membunuh organisme akuatik. Jika logam kadmium terlarut atau senyawa kadmium 0,003-18,0 ppm, maka biota (serangga) yang tergolong kawasan serangga akan mati dalam waktu 24-672 jam. Pada saat yang sama, jika logam Cd terlarut atau senyawanya adalah 0,0028-4,6 mg.l⁻¹, organisme akuatik yang termasuk dalam oligochaete akan mati dalam waktu 24-96 jam (Roza, 2019).

2.15 Besi (Fe)

Besi adalah salah satu unsur kimia dapat ditemukan hampir setiap tempat di bumi, semua lapisan geologis dan semua badan air. Secara umum, besi larut dalam air sebagai Fe²⁺ (besi besi) atau Fe (feri); tersuspensi sebagai partikel koloid (diameter <1 m) atau yang lebih besar, seperti Fe₂O₃, FeO, Fe(OH)₂, Fe(OH)₃ dll; dan padatan organik atau anorganik (seperti tanah liat). Di air permukaan yang langka ditemukan bahwa kandungan Fe lebih besar dari 1 mg.l⁻¹, tetapi dalam air tanah, kandungan Fe mungkin lebih tinggi. Dalam air, besi mengambil bentuk karbonat besi (Fe(HCO₃)₂), besi hidroksida (Fe(OH)₂), besi sulfat (FeSO₄) dan besi organik rumit. Air tanah mengandung zat besi terlarut Bentuk besi (Fe₂₊). Jika air tanah ditarik keluar dan bersentuhan dengan udara (oksigen) dan besi (Fe₂₊) akan teroksidasi untuk besi hidroksida (Fe(OH)₃).

Pada umumnya logam Fe yang ada di dalam tanah akan diserap oleh akar tanaman dalam bentuk k ion feri (Fe³⁺) dan ion fero (Fe²⁺), jika reduksi ion Fe³⁺ terjadi terus menerus dan terjadi secara berlebihan maka ion Fe²⁺ yang terbentuk akan terakumulasi pada tanah dengan jumlah yang melebihi kebutuhan dari tanaman sehingga terjadi keracunan pada tanaman (Syafuddin, 2011).

2.16 Mangan (Mn)

Mangan (Mn) adalah logam non-ferrous Abu-abu kemerahan, dasar nyamangan (Mn) Biasanya dalam bentuk senyawa memiliki berbagai valensi. Air mengandung mangan (Mn) yang berlebihan rasa, warna (coklat/ungu/hitam), dan kekeruhan jumlah kecil ($<0,5 \text{ mg.l}^{-1}$). Mangan (Mn) membantu menghasilkan enzim perubahan metabolisme tubuh berbentuk karbohidrat dan protein membentuk energi yang akan digunakan (Febrina, 2014).

Mangan akan diserap tanaman dalam bentuk ion Mn^{2+} . Mn memiliki peran penting bagi tanaman, Mn berperan penting sebagai pengaktif enzim, diantaranya enzim pentransfer fosfat dan enzim dalam siklus krebs. Naman kelebihan Mn juga dapat menimbulkan dampak negatif pada tanaman yaitu tanaman bisa tumbuh kerdil jika berlebihan kandungan Mn, tanaman akan mengalami keracunan jika kandungn Mn pada tanaman lebih dari 300 ppm (Seran, 2017).