

PENENTUAN MEKANISME DAN POTENSI TANAMAN NIPAH SEBAGAI HIPERAKUMULATOR TERHADAP LOGAM Mn DAN Fe DI SUNGAI WANGGU KENDARI

(Determination Of The Mechanism And Potential Of Nipah Plants As Hyperaccumulators Of Mn And Fe Metals In The Wanggu Kendari River)

Nurfadillah Awaluddin, Muhammad Noor Adil Mallongi*, Zakir Sabara HW, Ruslan Kalla

¹Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia, Jl. Urip Sumaharjo No.Km 5 Panai kang, Panakukang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90231, Indonesia

Kata Kunci: Akumulasi, Hiperakumulator, Nipah, Pencemaran Air, Sungai Wanggu.

Key Words: Accumulation, Hyperaccumulation, Nypah,, Water Pollution, Wanggu River

Inti Sari

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui mekanisme akumulasi logam Mn dan Fe pada Tumbuhan Nipah dan potensi Tumbuhan Nipah sebagai tumbuhan hiperakumulator terhadap logam Mn dan Fe secara alami. Sampel yang di ambil berupa air sungai, sedimen, daun, akar dan pelepah tumbuhan nipah pada tiga titik yang diharapkan dapat mewakili area tercemar oleh pemukiman penduduk dan kawasan industri. Sampel air sungai di didestruksi dengan HNO₃ pekat, untuk sampel sedimen didestruksi kering menggunakan Na₂CO₃ dan NaHCO₃ yang kemudian dilarutkan dengan aquaregia, sedangkan sampel pelepah, daun dan akar didestruksi basah menggunakan HNO₃ 6 M dan H₂O₂ pekat dan dianalisis menggunakan ICP OES. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tumbuhan nipah memiliki mekanisme akumulasi Rhizofiltrasi dan Fitoekstraksi. Konsentrasi logam Mn pada bagian tumbuhan di tiga titik sampling 1,2 dan 3 secara berturut-turut mencapai nilai sebesar 19.986 mg/kg. Lalu konsentrasi rata-rata logam Fe secara berturut-turut mencapai nilai sebesar 13.602 mg/kg. Hasil analisis menunjukkan bahwa tumbuhan nipah merupakan hiperakumulator terhadap logam Mn dan Fe karena mampu mengakumulasi logam tersebut dengan konsentrasi lebih dari 10.000 mg/kg.

Abstract

This research was conducted to determine the mechanism of accumulation of Mn and Fe metals in Nipah Plants and the potential of Nipah Plants as natural hyperaccumulators of Mn and Fe metals. The samples taken were river water, sediment, leaves, roots and fronds of palm trees at three points which were expected to represent areas polluted by residential areas and industrial areas. River water samples were digested with concentrated HNO₃, sediment samples were dry digested using Na₂CO₃ and NaHCO₃ which were then dissolved with aquaregia, while frond, leaf and root samples were wet digested using 6 M HNO₃ and concentrated H₂O₂ and analyzed using ICP OES. The

Published by
Department of Chemical Engineering
Faculty of Industrial Technology
Universitas Muslim Indonesia, Makassar

Address
Jalan Urip Sumohardjo km. 05 (Kampus 2 UMI)
Makassar- Sulawesi Selatan
Email :
jmpe@umi.ac.id

***Corresponding Author**
muhnooradil@gmail.com



Journal History
Paper received : 10 Mei 2024
Received in revised : 17 Juni 2024
Accepted :21 Juni 2024

results of the research show that nipa palm plants have a Rhizofiltration and Phytoextraction accumulation mechanism. The concentration of Mn metal in plant parts at three sampling points 1, 2 and 3 respectively reached a value of 19,986 mg/kg. Then the average concentration of Fe metal successively reached a value of 13,602 mg/kg. The results of the analysis show that nipa plants are hyperaccumulators of Mn and Fe metals because they are able to accumulate these metals at concentrations of more than 10,000 mg/kg.

PENDAHULUAN

Pencemaran air yaitu masuknya makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain ke dalam air, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya. Menurut Kristanto [1] pencemaran air adalah penyimpangan sifat-sifat air dari keadaan normal. Air dapat tercemar oleh komponen-komponen anorganik, diantaranya berbagai logam berat yang berbahaya. Komponen-komponen logam berat ini berasal dari kegiatan industri. Kegiatan industri yang melibatkan penggunaan logam berat antara lain industri tekstil, pelapisan logam, cat/ tinta warna, percetakan, bahan agrokimia dll. Beberapa logam berat ternyata telah mencemari air, melebihi ambang batas yang berbahaya bagi berlangsungnya kehidupan [2].

Adanya logam berat dalam lingkungan perairan telah diketahui dapat menyebabkan beberapa kerusakan pada kehidupan air, di samping itu terdapat fakta bahwa logam berat membunuh mikroorganisme [3]. Hampir semua garam-garam logam berat dapat larut dalam air dan membentuk larutan sehingga tidak dapat dipisahkan dengan pemisahan fisik. Seiring dengan peningkatan pertumbuhan penduduk, maka semakin meningkat pula usaha untuk memenuhi berbagai kebutuhan yang mengikutinya. Sehingga semakin variatif pula aktivitas manusia [4]. Salah satunya aktivitas industri. Sebab biasanya penanganan dari berbagai industri tersebut pada umumnya membuang limbahnya langsung ke selokan / badan air tanpa pengolahan terlebih dahulu, hal ini dapat menyebabkan pencemaran air karena dalam limbah tersebut mengandung unsur toksik yang tinggi [5]. Bahan pencemar mengandung unsur/bahan kimia berbahaya seperti alkohol/aseton dan esternya serta logam berat seperti krom, kadmium, cobalt, mangan dan timah. Industri rumah tangga kurang mendapat pengawasan terhadap penanganan limbah cair, sehingga memicu untuk membuang limbah cairnya langsung ke badan air (terutama selokan dan sungai) di dalam kegiatan industri sekitar sungai, berbagai proses fisika dan kimia pada alat yang telah digunakan tidak boleh langsung dibuang ke sungai/selokan karena dapat menyebabkan pencemaran [6].

Akan tetapi pertumbuhan industri ini memiliki efek samping yang kurang baik. Industri merupakan salah satu bentuk perkembangan ekonomi yang meningkat secara berkala dan sangat menjanjikan masa depan yang lebih baik untuk perekonomian masyarakat [7].

Berkembangnya sektor industri, selain memberikan dampak yang positif, juga memberikan dampak negatif. Dampak positifnya berupa perluasan lapangan pekerjaan dan peningkatan pendapatan penduduk, sedangkan dampak negatifnya adalah tingginya laju perubahan penggunaan lahan yang tidak sesuai dengan kaidah ekologi, urbanisasi yang kurang terkendali, pertumbuhan penduduk yang tinggi, serta pencemaran perairan akibat pembuangan air limbah yang melampaui ambang batas [8]. Berbagai hasil sisa kegiatan manusia seperti limbah domestik dan pertanian memberikan dampak negatif pada berbagai daerah-daerah disepanjang muara sungai dan juga pada daerah pantai [9].

Pengelolaan limbah yang mengandung logam berat, khususnya limbah cair secara konvensional mulai dirasakan tidak efektif dan sulit, untuk itu diperlukan beberapa alternatif pengolahan limbah cair yang efektif dan menggunakan teknologi yang ramah lingkungan, salah satu cara pengolahan yang baik adalah menggunakan tanaman air yang mempunyai kemampuan untuk menyerap dan mengakumulasi logam berat. Teknik rehabilitasi alternatif oleh tumbuhan yang murah dan efektif menjadi metode yang sangat tepat untuk dikembangkan, karena kasus kontaminasi tanah dan perairan oleh logam berat semakin meluas [10].

Keragaman jenis tumbuhan endemik (lokal) yang ada di Indonesia sangat tinggi. Jenis flora yang dimiliki Indonesia sangat banyak sehingga dapat diperkirakan banyak pula jenis tumbuhan yang memiliki potensi untuk meremediasi pencemaran dari lingkungan yang tercemar dalam hal ini tumbuhan air, salah satunya adalah tumbuhan bakau. Indonesia merupakan salah satu negara dengan luas hutan bakau terbesar di dunia [11].

Salah satu logam berat yang paling umum ditemukan pada limbah industri adalah Mn dan Fe. Konsentrasi yang ditemukan di sebagian besar perairan alami dan pada umumnya konsentrasi rendah, zat besi dan mangan

kurang berisiko terhadap kesehatan. Air dengan konsentrasi besi atau mangan yang tinggi dapat merusak warna kain dan korosi pada pipa [12]. Padatan mangan dapat membentuk endapan dalam pipa dan membentuk partikel hitam yang mengakibatkan kekeruhan dalam air dan rasa yang tidak enak. Besi juga dapat terakumulasi dan memblokir pipa dan menghasilkan warna coklat dan rasa pahit dalam air. Kedua unsur tersebut dapat meningkatkan pertumbuhan bakteri yang tidak diinginkan dan membentuk lapisan berlendir pada pipa air [13]. Mangan dan Besi juga dapat berpengaruh terhadap kesehatan makhluk hidup dalam konsentrasi yang melebihi ambang batas [14].

Masalah pencemaran logam berat dapat diminimalisir dengan teknik fisika dan kimia namun menimbulkan reaksi samping yang berbahaya, sehingga digunakan teknik fitoremediasi yang tidak menimbulkan efek samping. Teknik fitoremediasi cocok untuk daerah perairan yang tercemar dengan menggunakan tanaman air. Ekosistem tanaman air memiliki kemampuan alami untuk membersihkan lingkungan dari berbagai bentuk zat pencemar sehingga penggunaan tanaman bakau sebagai tumbuhan penyerap logam berat dari perairan sangat tepat [15]. Yunus melakukan penelitian terhadap logam Mn dan Fe yang terdapat pada bakau *Avicennia germinans* di Sungai Amazon hingga Sungai Orinoco, Brasil, menunjukkan kadar Mn dan Fe yang meningkat semakin tinggi dalam akar bakau yang menembus sedimen Sungai [13].

Erakhrumen meneliti tentang kemampuan penyerapan logam Fe dalam tumbuhan bakau (*Rhizophora racemosa*) yang dibandingkan dengan kandungan logam Fe di perairan River State Nigeria, hasil penelitian menunjukkan kadar logam pada bagian tumbuhan *Rhizophora racemosa* lebih tinggi dibanding kadar logam dalam perairan tersebut [16]. Donbebe melakukan penelitian terhadap kemampuan Tumbuhan Nipah mengabsorpsi logam Pb dan Cu dengan modifikasi larutan penyerap asam, basa dan akuades, penelitian tersebut menunjukkan bahwa Tumbuhan Nipah menyerap Pb dan Cu lebih besar dalam suasana asam. Tumbuhan air memiliki potensi besar dalam meremediasi logam berat tertentu sesuai spesies tumbuhan air [17].

Tumbuhan bakau dapat menyerap logam Cu, Pb, Fe, Ni, Cr, Mn, Cd dan Zn dengan baik [18], sedangkan tumbuhan palem dapat menyerap logam Zn, Pb dan Cu [17]. Namun, tumbuhan air sejenis rerumputan dan perdu memiliki rata-rata potensi menyerap logam berat [19].

Beberapa tumbuhan memiliki sifat hipertoleransi yang tinggi terhadap logam berat sehingga bersifat hiperakumulator. Hipertoleransi merupakan dasar untuk hiperakumulator, serta harus memiliki tingkat penyerapan dan translokasi yang tinggi [8]. Tumbuhan hiperakumulator logam memiliki potensi yang luar biasa untuk pengaplikasian dalam upaya meremediasi logam di lingkungan. Hiperakumulator dapat mengakumulasi logam dalam jumlah yang sangat besar pada jaringan-jaringan tumbuhannya.

Sungai Wanggu merupakan sungai terbesar di Kota Kendari – Sulawesi Tenggara (Sultra) yang kondisinya sangat memprihatinkan karena menjadi salah satu tempat akhir pembuangan air limbah rumah tangga dan industri. Hal ini berdampak pada penurunan kualitas air dan pendangkalan sedimentasi [11].

Oleh karenanya dalam penelitian ini pentingnya menganalisa kualitas air Sungai Wanggu dan potensi tanaman nipah yang berada di area sungai wanggu sebagai tumbuhan hiperakumulator dengan beberapa parameter kimia dari titik hulu, tengah, dan hilir, dengan mengamati dan menguji tentang adanya potensi mengalami peningkatan konsentrasi unsur terutama adanya kandungan logam didalamnya yang telah melewati ambang batas sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor: 51 Tahun 2004. Berdasarkan uraian di atas, penelitian dilakukan untuk Menentukan Mekanisme dan Potensi Tanaman Nipah Sebagai Hiperakumulator Terhadap Logam Mn dan Fe Di Sungai Wanggu Kendari [9].

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah GPS, kantong sampel, *ice box*, alat potong, *oven*, neraca analitik, *hot plate*, ICP EOS, cawan porselin, labu ukur, gelas piala, corong, tanur dan pipet volume. Bahan yang digunakan adalah air sungai, sedimen, akar, pelepah, dan daun Tumbuhan Nipah yang diperoleh dari sekitar Sungai Wanggu, akuabides, HNO_3 , H_2O_2 , akuregia, standar multi-elemen 50 ppm, Na_2CO_3 , dan NaHCO_3 .

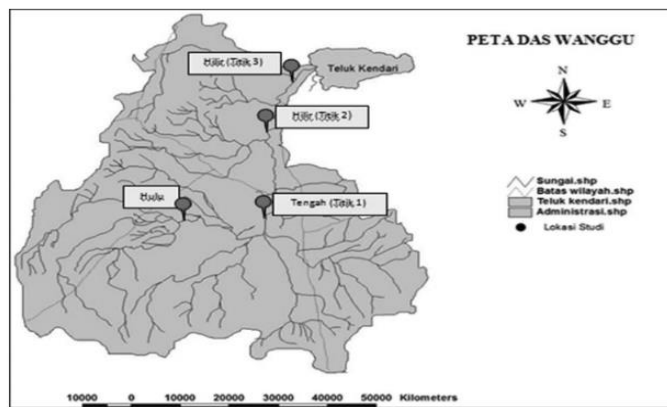
Prosedur Penelitian

Penentuan Lokasi Sampling

Lokasi sampling ditentukan secara representatif, berdasarkan area yang memiliki aktivitas industri yang paling banyak dan pemukiman yang pesat di sekitar Sungai Wanggu, yang dapat mewakili titik-titik pencemaran yang ada kemudian pengambilan sampel akan dilakukan pada tiga titik.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian



Gambar 2. Peta Lokasi Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel air dilakukan Kabupaten Konawe Selatan Tengah (titik.1), hilir (titik.2) perbatasan Kabupaten Konawe Selatan dan Kota serta hilir (titik.3) di Kota Kendari, yang diharapkan dapat mewakili pencemaran potensi air di sungai wanggu kota kendari. Merujuk pada lokasi penelitian Sahabuddin, dkk [20] Tentang Analisa Status Mutu Air dan Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Wanggu Kota Kendari.

Proses Pengambilan Sampel Air Sungai

Sampel air sungai akan diambil dari masing-masing tempat sebanyak lebih kurang 1 L yang berada di pertengahan antara permukaan dan dasar sungai atau setengah dari kedalaman sungai. Sampel air sungai dipindahkan ke dalam botol polietilen, kemudian ditambahkan 5 mL HNO_3 pekat, lalu disimpan dalam *ice box*.

Proses Pengambilan Sampel Sedimen

Sampel sedimen akan diambil dari masing-masing tempat dengan ketebalan sekitar 10 cm dengan bobot lebih kurang 500 gram menggunakan sendok plastik kemudian dimasukkan ke dalam kantong plastik yang telah diberi label berdasarkan lokasinya

Proses Pengambilan Sampel pada Bagian Tumbuhan

Sampel pada bagian-bagian Tumbuhan Nipah yaitu pada akar, pelepah, dan daun. Akar yang diambil adalah akar serabut yang masuk ke dalam tanah dengan panjang sekitar 20-30 cm. Pelepah yang diambil adalah pelepah yang berada paling dekat dengan akar yang dijadikan sampel sekitar 20-30 cm di atas permukaan air sungai dengan ukuran panjang 15-25 cm. Daun yang diambil adalah daun tua berwarna hijau yang berada pada pelepah yang diambil sebagai sampel dan terletak paling dekat dengan akar pohon Tumbuhan Nipah sekitar 20-30 cm di atas permukaan air sungai dengan ukuran panjang 9-14 cm dan lebar 3-5 cm.

Preparasi Sampel

Sampel sedimen yang telah diambil di lapangan dikeringkan pada suhu 105 °C dengan menggunakan oven hingga bobot tetap. Sampel akar, pelepah dan daun masing-masing dicuci dengan aquades kemudian dikeringkan pada suhu 105 °C dengan menggunakan oven.

Analisa Hasil

Analisa yang dilakukan pada penelitian ini adalah Analisa Sampel Air Sungai, Analisis Sampel Sedimen, Analisis Sampel Bagian Tumbuhan, dan Analisa Kadar Logam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsentrasi Mn dalam Air Sungai

Kawasan sungai sering dicemari oleh logam-logam berat salah satunya Mn yang terdapat dalam air buangan Kawasan industri yang biasanya tidak diolah terlebih dahulu dan aktivitas pembangunan yang membuang limbah domestik ke sungai sehingga menurunkan kualitas air sungai [20]. Hasil Analisa Mn dalam air sungai di Sungai Wanggu ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Konsentrasi Mn dalam Air Sungai Wanggu

Lokasi	Konsentrasi (mg/L)
Lokasi 1	9,3752
Lokasi 2	9,1353
Lokasi 3	14,5530

Hasil Analisa menunjukkan konsentrasi Mn dalam air sungai pada semua Lokasi yang bervariasi terutama pada Lokasi 3 yang mengandung konsentrasi Mn paling tinggi. Pada Lokasi 3 terdapat area rumah sakit yang menggunakan senyawaan Mn dalam aktivitasnya. Besarnya konsentrasi Mn dalam air sungai telah melewati batas toleransi logam Mn dalam air sungai berdasarkan *Surface Water Regulation of EU Directive Regulation* oleh *Environmental Protection Agency* yaitu 1 mg/L.

Konsentrasi Fe dalam Air Sungai

Sumber pencemaran air sungai dapat berasal dari berbagai jenis limbah seperti limbah industri, limbah domestik, serta kegiatan lainnya seperti pertanian, perikanan dan pariwisata. Tingkat pencemaran sungai menjadi semakin tinggi dengan meningkatnya jumlah beban pencemaran limbah yang masuk ke sungai dan juga disebabkan oleh menurunnya debit aliran sungai [20]. Hasil Analisa Fe dalam air sungai di sungai wanggu ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Konsentrasi Fe dalam Air Sungai Wanggu

Lokasi	Konsentrasi (mg/L)
Lokasi 1	2,9259
Lokasi 2	2,9643
Lokasi 3	10,2529

Dari Tabel 2 menunjukkan konsentrasi Fe dalam air sungai yang mengandung konsentrasi Fe paling tinggi adalah Lokasi 3. Besarnya konsentrasi Fe dalam air sungai telah melewati batas toleransi logam Mn dalam air sungai berdasarkan *Surface Water Regulation of EU Directive Regulation oleh Enviromental P9mg/lrotection Agency* yaitu 2 mg/L.

Konsentrasi Mn dalam Sedimen

Limbah cair Mn yang mengendap dan membentuk sedimen berasal dari limbah pabrik yang menggunakan senyawa Mn untuk mengolah limbah air dan penggunaan Mn dalam korek api, baterai dan aktivitas masyarakat lainnya [16]. Hasil Analisa Mn dalam sedimen di Sungai Wanggu ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Konsentrasi Mn dalam Sedimen

Lokasi	Konsentrasi (mg/kg Dry)
Lokasi 1	12.423,7360
Lokasi 2	12.638,7800
Lokasi 3	20.264,1000

Hasil Analisa menunjukkan konsentrasi Mn pada Tabel 3 menunjukkan bahwa dalam air sungai pada semua Lokasi yang bervariasi terutama pada Lokasi 3 yang mengandung konsentrasi Mn paling tinggi. Besarnya konsentrasi Mn dalam sedimen telah melewati batas toleransi logam Mn dalam air sungai berdasarkan *Guidelines for Classifying Sediments of Great Lakes Harbors for Heavily Polluted U.S Enviromental Protection Agnecy* yaitu 1.100 mg/kg berat kering.

Konsentrasi Fe dalam Sedimen

Pencemaran limbah Fe dalam sedimen berasal dari limbah pabrik dan aktivitas masyarakat yang dapat merupakan sebagai factor utama meningkatnya Fe dalam sedimen [14]. Hasil Analisa Fe dalam sedimen di sungai wanggu pada Tabel 4.

Tabel 4. Konsentrasi Fe dalam Sedimen

Lokasi	Konsentrasi (mg/kg Dry)
Lokasi 1	6.764,8180
Lokasi 2	6.492,5620
Lokasi 3	14.049,0080

Dari Tabel 4. menunjukkan konsentrasi Fe dalam air sungai yang mengandung konsentrasi Fe paling tinggi adalah Lokasi 3. Besarnya konsentrasi Fe dalam air sungai belum melewati batas toleransi logam Mn dalam air sungai berdasarkan *Guidelines for Classifying Sediments of Great Lakes Harbors for Heavily Polluted U.S Enviromental Protection Agnecy* yaitu 20.000 mg/kg berat kering.

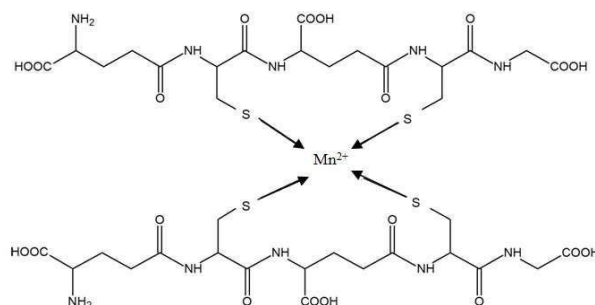
Konsentrasi Mn dalam Bagian Tumbuhan Nipah

Konsentrasi Mn dibagian tumbuhan memberikan pola akumulasi yang hampir sama di setiap Lokasi. Pada Lokasi 1,2 dan 3 konsentrasi Mn dalam daun masih sangat kecil. Akumulasi Mn paling besar berada dalam akar. Hasil Analisa Mn dalam bagian Tumbuhan nipah ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Konsentrasi Mn pada Bagian Tumbuhan Nipah

Lokasi	Konsentrasi (mg/kg dry)			Total Konsentrasi (mg/kg dry)
	Daun	Pelepah	Akar	
Lokasi 1	10141.6660	10304.4900	14962.1000	35408.2560
Lokasi 2	10358.1640	10429.2820	15339.6400	36127.0860
Lokasi 3	14021.2481	23131.1373	22808.0000	59960.3853

Fitoketalin yang telah mengikat Mn kemudian ditranslokasikan ke bagian tumbuhan untuk mengurangi toksisitas Mn yang terakumulasi di akar, selain itu translokasi Mn dibagian tumbuhan juga berfungsi dalam proses fotosintesis yang terdistribusi cukup merata di setiap bagian tumbuhan [15].

**Gambar 3.** Senyawa Kompleks Fitokelatin-Mn

Konsentrasi Fe dalam Bagian Tumbuhan Nipah

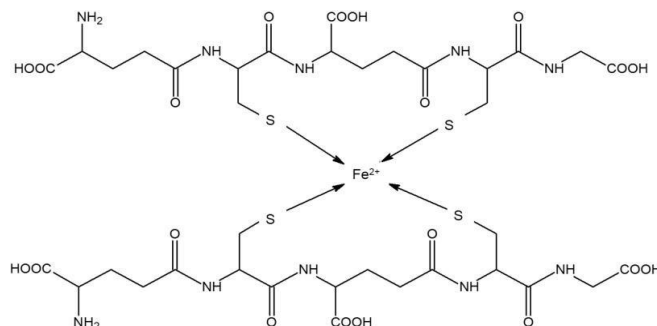
Hasil Analisa Fe dalam Tabel 6. menunjukan bahwa konsentrasi Fe yang terakumulasi dalam akar ditranslokasikan lebih banyak ke pelepah, hal ini disebabkan karna Fe merupakan logam esnsial bagi tumbuhan yang digunakan dalam proses fotosintesis dan respirasi oleh tumbuhan. Selain itu, dimusim kemarau daun tumbuhan gugur untuk mengurangi penguapan sehingga alokasi Fe berada paling banyak di pelepah.

Tabel 6. Konsentrasi Fe dalam Tubuhan Nipah

Lokasi	Konsentrasi (mg/kg dry)			Total Konsentrasi (mg/kg dry)
	Daun	Pelepah	Akar	
Lokasi 1	164.8180	521.5000	1578.798	2265.1160
Lokasi 2	3834.3780	5897.5540	4715.948	14447.8800
Lokasi 3	11763.5558	15042.4627	14002.86	40808.8785

Dari Tabel 6 menunjukkan hasil akumulasi Fe paling banyak pada Akar lalu Pelepah dan terakhir daun. Besi terakumulasi berkisar 2.265 – 40.808 mg/kg berat kering. Konsentrasi ini lebih tinggi dibanding konsentrasi Fe yang terdapat di *Avicennia germinans* di sungai amazon hingga sungai Orinoco brasil dengan rata-rata 789,29 mg/kg berat kering [13].

Secara fisiologis logam dalam konsentrasi tinggi akan memicu respon kepada tumbuhan. Tumbuhan merespon keberadaan logam berat di lingkungan dengan berbagai cara, salah satunya dengan mensintesis protein fitokelatin yang merupakan protein spesifik yang disintesis tumbuhan untuk mendetoksifikasi logam berat dengan membentuk senyawa kompleks [19]. Fitokelatin telah banyak ditemukan pada berbagai jenis tumbuhan, jamur, bahkan hingga mikroalga sehingga diduga yang berperan dalam translokasi Fe dalam tumbuhan Nipah adalah fitokelatin



Gambar 4. Senyawa Kompleks Fitokelatin-Fe

Penentuan tumbuhan Nipah Sebagai Hiperakumulator Mn dan Fe

Data hasil Analisa Mn dan Fe pada tumbuhan nipah menunjukkan bahwa tumbuhan nipah di Sungai Wanggu Kendari tergolong sebagai tumbuhan hiperakumulator terhadap logam Mn dan Fe, karena konsentrasi Mn dan Fe yang terakumulasi dalam tumbuhan nipah melebihi batas minimum yaitu 10.000 mg/kg. Suatu tumbuhan disebut sebagai hiperakumulator terhadap Mn dan Fe apabila mampu mengakumulasi logam tersebut lebih besar dari 10.000 mg/kg berat kering.

Nilai *Bio-Concentration Factors* dan *Translocation Factors* Mn

Data Tabel 7 menunjukkan hasil perhitungan nilai BCF dan TF dalam tumbuhan Tumbuhan Nipah terhadap Mn

Tabel 7. Nilai BCF dan TF Mn

Lokasi	BCF	TF
Lokasi 1	0.9500	67.7824
Lokasi 2	0.9528	67.5255
Lokasi 3	0.9863	61.4751

Data Tabel 7 menunjukkan hasil perhitungan nilai BCF dan TF dalam tumbuhan nipah terhadap Mn. Dimana dari ketiga lokasi menunjukkan nilai BCF berada dibawah nilai kurang dari 1, dan pada nilai TF menunjukkan hasil nilai lebih dari 1, menjadikan mekanisme dari logam Mn adalah fitoekstraksi.

Tumbuhan Nipah terhadap logam Mn menunjukkan hasil dari nilai BCF < 1 dan Nilai TF > 1, mekanisme dari hasil tersebut adalah Fitoekstraksi, yaitu tumbuhan menarik zat kontaminan dari media sehingga berakumulasi di sekitar akar tumbuhan dan selanjutnya ditranslokasi ke dalam organ tumbuhan. Proses ini adalah cocok digunakan untuk dekontaminasi zat- zat anorganik.

Nilai *Bio-Concentration Factors* dan *Translocation Factors* Fe

Data Tabel 8 menunjukkan hasil perhitungan nilai BCF dan TF dalam tumbuhan Tumbuhan Nipah terhadap Fe

Tabel 8. Nilai BCF dan TF Mn

Lokasi	BCF	TF
Lokasi 1	0.1116	0.1044
Lokasi 2	0.7418	0.8131
Lokasi 3	0.9683	0.8401

Data Tabel 8 menunjukkan hasil perhitungan nilai BCF dan TF dalam tumbuhan nipah terhadap Fe. Dimana didapatkan hasil dari ketiga lokasi menunjukkan bahwa nilai BCF dan TF dari logam Fe berada pada kisaran angka kurang dari 1, menjadikan mekanisme dari logam Fe adalah rhizofiltrasi.

Tumbuhan Nipah terhadap logam Fe menunjukkan hasil dari nilai BCF dan Nilai TF masing-masing < 1 , mekanisme dari hasil tersebut adalah Rizofiltrasi, yaitu proses adsorpsi atau pengendapan zat kontaminan oleh akar untuk menempel pada akar melalui sistem hidroponik, dimana kontaminan dalam air akan diabsorpsi oleh akar sehingga jenuh terhadap kontaminan.

Potensi Pencemaran Berdasarkan Lokasi

Daerah hulu dan tengah setiap tahun hampir sama dan mengalami cemar berat, di pengaruhi setiap tahun terhadap lahan hutan berkurang karena beralih fungsi menjadi pertanian dan perkebunan, limbah yang dihasilkan dengan penggunaan pupuk bahan kimia yang berle-bihan dan erosi sehingga mengakibatkan peningkatan beberapa parameter termasuk logam Fe dan Mn.

Daerah hilir menunjukkan kesamaan seperti daerah hulu dimana mengalami cemar berat yang dipengaruhi setiap tahun Kota kendari mengalami peningkatan jumlah penduduk dan pemukiman sehingga mengakibatkan peningkatan pembuangan limbah dari limbah rumah tangga, industri, Penambangan pasir/tanah sehingga memengaruhi peningkatan logam-logam berat termasuk Fe dan Mn.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa logam Mn didapatkan nilai BCF 0,9500 – 0,9863 dan nilai TF 61,4751 – 67,7824 yang dimana dari nilai tersebut hasil BCF < 1 dan TF > 1 untuk logam Mn sehingga mekanisme yang dimiliki adalah fitoekstraksi. Sedangkan untuk logam Fe didapatkan nilai BCF 0,1116 – 0,9683 dan nilai TF 0,1044 – 0,8401 yang dimana diperoleh hasil nilai BCF dan TF < 1 sehingga mekanisme yang dimiliki logam Fe adalah rhizofiltrasi, dari hasil pengujian didapatkan konsentrasi rata-rata logam Mn mencapai 19.986 mg/kg dan konsentrasi rata-rata logam Fe mencapai 13.062 mg/kg. Hasil analisis menunjukkan bahwa tumbuhan nipah merupakan hiperakumulator terhadap logam Mn dan Fe karena mampu mengakumulasi logam tersebut dengan konsentrasi lebih dari 10.000 mg/kg.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kristianto, *Ekologi Industri*. Yogyakarta: Penerbit ANDI, 2002.
- [2] N. La Nafie, S. Liong, and R. Arifin, "Fitoakumulasi Logam Ni dan Zn Dalam Tumbuhan Nipah (*Nypa fruticans*) Di Sungai Tallo Makassar," *Indo. J. Chem. Res.*, vol. 7, no. 1, pp. 92–100, Jul. 2019, doi: 10.30598/ijcr.2019.5-nur.
- [3] N. Hidayati, "Heavy Metal Hyperaccumulator Plant Physiology Mechanism," *J. Tek. Lingkung.*, vol. 14, no. 2, pp. 75–82, 2013.
- [4] S. Wati, "Fitoremediasi Logam Berat Besi (Fe) Menggunakan Tanaman Purun Tikus (*Eleocharis dulcis*) Pada Air Lindi (Studi Kasus Di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Di Kecamatan Pasie Raja, Aceh Selatan)," 2022.
- [5] L. O. Alwi and S. Marwah, "Dampak Penggunaan Lahan Terhadap Sumber Daya Air : Studi Literatur Dan Hasil Penelitian," *J. Agroteknos*, vol. 4, no. 2, pp. 135–146, 2014.
- [6] E. Sribudiani, "Potensi Pengembangan Nipah (*Nypa Spp*) di Kabupaten Indragiri Hilir," *J. Ilm. Pertan.*, vol. 4, no. 30, pp. 55–59, 2007.
- [7] R. Sari, N. P. Palupi, R. Kesumaningwati, and R. Jannah, "Penyerapan Logam Berat Besi (Fe) dengan Metode Fitoremediasi pada Tanah Sawah menggunakan Tanaman Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*)," *J. Agroekoteknologi Trop. Lembab*, vol. 5, no. 1, pp. 9–19, 2022.
- [8] N. Hidayati, "Fitoremediasi dan Potensi Tumbuhan Hiperakumulator," *Hayati J. Biosci.*, vol. 12, no. 1, pp. 35–40, 2005, doi: 10.1016/S1978-3019(16)30321-7.
- [9] G. A. Supandi, "Uji Kandungan Beberapa Unsur Logam Berat pada Air Irigasi, Tanah dan Sayuran Kangkung (*Ipomoea aquatica* Forsk) di Kawasan Industri Kecamatan Margaasih Kabupaten Bandung,"

- Biosf. J. Biol. dan Pendidik. Biol.*, vol. 7, no. 2, 2022, doi: 10.23969/biosfer.v7i2.6820.
- [10] N. Hidayati, "Fitoremediasi dan Potensi Tumbuhan Hiperakumulator Phytoremediation and Potency of Hyperaccumulator Plants," *Pus. Penelit. Biol. Lemb. Ilmu Pengetah. Indones.*, vol. 12, no. 1, pp. 35–40, 2005.
- [11] I. Irhamni, S. Pandia, E. Purba, and W. Hasan, "Kajian Akumulator Beberapa Tumbuhan Air dalam Menyerap Logam Berat Secara Fitoremediasi," *J. Serambi Eng.*, vol. 1, no. 2, pp. 75–84, 2017.
- [12] R. W. P. Putri, J. Juswardi, and S. P. Estuningsih, "Akumulasi Logam Berat Terserap Pada Mendong (*Fimbristylis globulosa* Retz. Kunth) Dalam Fitoremediasi Air Asam Tambang Di Wetland Pit ...," *Proseding SEMNAS*, vol. 1, pp. 29–36, 2020.
- [13] R. Yunus and N. S. Prihatini, "Fitoremediasi Fe dan Mn Air Asam Tambang Batubara dengan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) dan Purun Tikus (*Eleocharis dulcis*) pada Sistem LBB di PT JBG Kalimantan Selatan," *J. Sainsmat*, vol. VII, no. 1, pp. 73–85, 2018, [Online]. Available: <http://ojs.unm.ac.id/index.php/sainsmat>
- [14] S. Y. Nursagita and H. Sulistyaning, "Kajian Fitoremediasi untuk Menurunkan Konsentrasi Logam Berat di Wilayah Pesisir Menggunakan Tumbuhan Mangrove," *J. Tek. ITS*, vol. 10, no. 1, pp. 22–28, 2021.
- [15] A. N. Martin, "Fitoremediasi Logam Besi (Fe) pada Air Eks Galian Pasir Kecamatan Pasir Sakti Kabupaten Lampung Timur Menggunakan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*)," *Skripsi*, 2019.
- [16] A. Erakhrumen, "Assessment of In-Situ Natural Dendroremediation Capability of *Rhizophora racemosa* in a Heavy Metal Polluted Mangrove Forest, Rivers State, Nigeria," *J. Appl. Sci. Environ. Manag.*, vol. 19, p. 21, May 2015, doi: 10.4314/jasem.v19i1.3.
- [17] W. Donbebe, M. Horsfall Jnr, and A. Spiff, "Retention of PB (II) ion from aqueous solution by Nipah palm (*Nypa fruticans* Wurmb) petiole biomass," *J. Chil. Chem. Soc. - J CHIL CHEM SOC*, vol. 50, Dec. 2005, doi: 10.4067/S0717-97072005000400009.
- [18] H. W. Tan, Y. L. Pang, S. Lim, and W. C. Chong, "A state-of-the-art of phytoremediation approach for sustainable management of heavy metals recovery," *Environ. Technol. Innov.*, vol. 30, p. 103043, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.eti.2023.103043>.
- [19] K. F. A. Kamarati, I. A. Marlon, and M. Sumaryono, "Kandungan Logam Berat Besi (Fe), Timbal (Pb) dan Mangan (Mn) pada Air Sungai Santan Heavy Metal Content Iron (Fe), Lead (Pb) and Manganese (Mn) in The Water of The Santan River," *J. Penelit. Ekosist. Dipterokarpa*, vol. 4, no. 1, pp. 49–56, 2018.
- [20] H. Sahabuddin, D. Harisuseno, and E. Yuliani, "Analisa status mutu air dan daya tampung beban pencemaran sungai wanggu kota kendari," *J. Tek. Pengair.*, vol. 5, pp. 19–28, 2018.