

*Skripsi*

**FITOAKUMULASI Ni dan Zn DALAM TUMBUHAN NIPAH (*Nypa fruticans*)  
DI SUNGAI TALLO MAKASSAR**

**RIZDA ARIFIN**

**H311 14 505**



**DEPARTEMEN KIMIA  
KULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2019**



Optimization Software:  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)

**FITOAKUMULASI Ni dan Zn DALAM TUMBUHAN NIPAH (*Nypa fruticans*)**

**DI SUNGAI TALLO MAKASSAR**

*Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar sarjana*

**RIZDA ARIFIN**

**H311 14 505**



**MAKASSAR  
2019**



Optimization Software:  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)

SKRIPSI

FITOAKUMULASI Ni DAN Zn DALAM TUMBUHAN NIPAH  
(*Nypa fruticans*) DI SUNGAI TALLO MAKASSAR

Disusun dan diajukan oleh:

RIZDA ARIFIN

H31114 505

Skripsi ini telah diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing Utama

Pembimbing Pertama



Optimization Software:  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)

Handwritten signature in black ink, appearing to read 'La Nafie'.

La Nafie, M.Sc  
0523 198710 2 001

Handwritten signature in black ink, appearing to read 'Svarifuddin Liong'.

Dr. Svarifuddin Liong, M.Si  
NIP.19520505 197403 1 002

## PRAKATA

### *Bismillahirrohmanirrohim*

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmat, hidayah serta ilmu pengetahuan yang tak terhingga sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Berhasilnya penyusunan skripsi dengan judul “**Fitoakumulasi Ni dan Zn dalam Tumbuhan Nipah (*Nypa fruticans*) di Sungai Tallo Makassar**” menandakan berakhirnya suatu dimensi perjuangan syarat akan makna dan penuh kenangan dalam menggapai ilmu di Strata Satu Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Kampus Merah Universitas Hasanuddin.

Keberhasilan penulis ketahap penulisan skripsi tidak lepas dari bantuan, baik berupa materi maupun spirit dari orang-orang terdekat dan yang berada dilingkungan penulis. Dengan setulus hati, pertama dari yang paling utama, melalui lembaran ini penulis ingin menyampaikan terima kasih yang paling sebesar-besarnya kepada orangtua penulis Ayahanda **H. Arifin** dan Ibunda **Hj. St Paisah** tercinta untuk perhatian, pengorbanan, kasih sayang, kesabaran, dukungan materi, dan ketulusan doa yang tiada henti bagi penulis. Semoga Allah swt membalas pengorbanan mereka dengan Jannah-Nya. Terima kasih untuk saudaraku tercinta **H. Ryan Aswan Arifin, SE., Amd.BA** dan **Rizna Arifin** yang selalu mendukung, menyemangati,

asi, menasehati dan yang tiada henti memberikan doa terbaik. Semoga bisa diberi kesempatan untuk bisa membahagiakan mereka.



Ucapan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada Ibu **Dr. Nursiah La Nafie, M.Sc** selaku pembimbing utama dan bapak **Dr. Syarifuddin Liong, M.Si** selaku pembimbing pertama, yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran dan dengan penuh kesabaran dan pengertian dalam memberikan ilmu yang tak ternilai selama penelitian dan penyusunan skripsi sehingga berbagai kendala dapat diatasi serta ucapan maaf atas segala kesalahan selama persiapan penelitian hingga penyusunan skripsi ini selesai. Ucapan terima kasih juga kepada:

1. Dosen penguji ujian sarjana kimia, yaitu **Dr. Maming, M.Si** (Ketua), **Dr. Abd. Karim, M.Si** (Sekretaris), **Dr. Nursiah La Nafie, M.Sc** (Ex. Officio), **Dr. Syarifuddin Liong, M.Si** (Ex. Officio).
2. Ketua Departemen Kimia bapak **Dr. Abd. Karim, M.Si** dan Sekretaris Departemen Kimia **Dr. St. Fauziah, M.Si** beserta dosen dan staf Departemen Kimia yang telah membantu penulis dalam perjalanan selama menempuh pendidikan di Departemen Kimia.
3. Seluruh **Analisis laboratorium kimia** Departemen Kimia, Universitas Hasanuddin, yang tidak bisa penulis sebutkan satu-satu, yang telah banyak membantu selama proses penelitian sedang berlangsung.
4. Rekan penelitian **Muhammad Al Mustawa, Novitasari Simatupang** dan **Zulfikar** terima kasih atas kerja sama dan bantuannya.
5. Saudara-saudaraku **Kimia 2014**, Terima kasih atas semangat, rasa

bersaudaraan, penghibur dikala suka dan duka, serta memberikan warna dalam kehidupan kampus.



6. Rekan Spesial 5 Sekawan **Mirawaty Dewi, Dian Putri Ayunita, Harini Wahyuni S** dan **Suriani Binti Sule**, Terima kasih yang selalu ada disaat suka duka serta kenangan yang tak terlupakan selama berada dikampus.
7. **Semua pihak** yang tidak sempat disebut namanya yang telah memberikan bantuan, dukungan dan doa kepada penulis.

Penulisan skripsi ini tidak luput dari kekhilafan, maka dari itu penulis sangat menghargai apabila ada kritik dan saran demi penyempurnaan skripsi dan perkembangan ilmu pengetahuan serta penelitian kedepannya. Semoga skripsi ini bernilai ibadah di sisi Allah SWT dan dapat memberikan kepada kita semua. Aamiin  
Allahumma Aamiin

Makassar, Desember 2018

Penulis



## ABSTRAK

Penelitian tentang fitoakumulasi Ni dan Zn dalam tumbuhan *Nypa fruticans* di Sungai Tallo telah dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kemampuan *Nypa fruticans* dalam mengakumulasi Ni dan Zn. Sampel air, sedimen dan jaringan tumbuhan diambil pada lima stasiun di Sungai Tallo dengan menggunakan alat potong dan pipa paralon. Sedimen didekstruksi menggunakan  $\text{HNO}_3(\text{P})$ , sedangkan jaringan tumbuhan didekstruksi menggunakan  $\text{HNO}_3$  6M kemudian dianalisis menggunakan ICP EOS Shimadzu 9000. Hasil analisis menunjukkan konsentrasi Ni rata-rata dalam bagian tumbuhan pada Stasiun 1, 2, 3, 4, dan 5 berturut-turut 21.759,03 ppm; 19.056,03 ppm; 36.806,25 ppm; 10.736,66 ppm dan 13.849,25 ppm. Konsentrasi Zn rata-rata dalam bagian tumbuhan pada Stasiun 1, 2, 3, 4 dan 5 berturut-turut 1.319,60 ppm; 1.362,93 ppm; 2.053,46 ppm; 1.591,60 ppm; dan 1.474,09 ppm. Akumulasi Ni dan Zn dalam *Nypa fruticans* tergolong sebagai tumbuhan hiperakumulator karena mampu mengakumulasi Ni lebih besar 10.000 mg/kg dan hiperakumulator terhadap Zn karena dapat mengakumulasi Zn lebih besar dari 10 mg/kg. Nilai BCF dan TF menunjukkan bahwa secara alamiah *Nypa fruticans* dapat digunakan sebagai tumbuhan fitoremediasi terhadap Ni dan Zn khususnya fitoekstraksi dan rhizofiltrasi.

**Kata Kunci:** Fitoakumulasi, Fitoremediasi, ICP EOS Shimadzu 9000, Ni, *Nypa fruticans*, Sungai Tallo, Zn.



## ABSTRACT

Research about phytoaccumulation Ni and Zn in *Nypa fruticans* plant in Tallo River has been done to know the capability of *Nypa fruticans* to accumulating Ni and Zn. Sampels such as water, sediment and plants tissue were taken from five station in Tallo River by using cutting tool and pipe paralon. Sediment was digested with HNO<sub>3</sub> while plants tissue using HNO<sub>3</sub> 6M, then analyzed by ICP EOS Shimadzu 9000. The result show the average concentration of Ni inside part of plant from station 1, 2, 3, 4 and 5 in order following 21.759,03 ppm, 19.056,03 ppm; 36.806,25 ppm; 10.736,66 ppm dan 13.849,25 ppm. Average concentration of Zn inside the plant from station 1, 2, 3, 4 and 5 in order following 1.319,60 ppm; 1.362,93 ppm; 2.053,46 ppm; 1.591,60 ppm; dan 1.474,09 ppm. Accumulation of Zn and Ni in *Nypa fruticans* is grouped as hypeaccumulation plant because the abilty of accumulation Ni bigger than 10.000 mg/kg and hypeaccumulation towards Zn because able to accumulate Zn bigger than 10 mg/kg. BCF and TF value show that *Nypa fruticans* naturally able to be used as phytoremediation plant towards Ni and Zn, especially phytoextraction and rhizofiltration.

**Keywords:** ICP EOS Shimadzu 9000, Ni, *Nypa fruticans*, Phytoaccumulation, Phytoremediation, Tallo River, Zn.



Optimization Software:  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)

## DAFTAR ISI

	<b>halaman</b>
PRAKATA .....	v
ABSTRAK .....	viii
ABSTRACT .....	ix
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian .....	4
1.3.1 Maksud Penelitian .....	4
1.3.2 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Sungai Tallo .....	5
2.2 Pencemaran Logam Berat .....	6
2.3 Tumbuhan <i>Nypa fruticans</i> .....	7
2.4 Logam Ni dan Aspek Pencemarannya .....	10
2.5 Logam Zn dan Aspek Pencemarannya .....	13



2.6 Mekanisme Fitoakumulasi Logam .....	14
2.7 Tumbuhan Hiperakumulator .....	17
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>19</b>
3.1 Bahan Penelitian.....	19
3.2 Alat Penelitian .....	19
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian .....	19
3.4 Prosedur Penelitian.....	20
3.4.1 Penentuan Lokasi Sampling .....	20
3.4.2 Pengambilan Sampel .....	21
3.4.2.1 Sampel Air Sungai .....	21
3.4.2.2 Sampel Sedimen .....	21
3.4.2.3 Sampel Tumbuhan <i>Nypa fruticans</i> .....	21
3.4.3 Preparasi Sampel .....	22
3.4.3.1 Preparasi Sampel Air Sungai.....	22
3.4.3.2 Preparasi Sampel Sedimen .....	22
3.4.3.3 Preparasi Sampel Bagian Tumbuhan.....	22
3.4.4 Destruksi dan Analisis Sampel.....	22
3.4.4.1 Analisis Sampel Air Sungai .....	22
3.4.4.2 Destruksi dan Analisis Sampel Sedimen .....	22
3.4.4.3 Destruksi dan Analisis Sampel Bagian Tumbuhan .....	23
3.4.5 Penentuan Kadar Logam.....	23
3.4.5.1 Pembuatan Deret Standar Larutan Ni dan Zn .....	23
3.4.5.2 Penentuan Konsentrasi Logam.....	24



3.5 Mekanisme Fitoakumulasi Logam Berat .....	24
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>26</b>
4.1 Konsentrasi Logam Berat dalam Air Sungai .....	26
4.1.1 Konsentrasi Ni dalam Air Sungai .....	26
4.1.2 Konsentrasi Zn dalam Air Sungai .....	27
4.2 Konsentrasi Logam Berat dalam sedimen .....	28
4.2.1 Konsentrasi Logam Ni dalam sedimen .....	28
4.2.2 Konsentrasi Logam Zn dalam sedimen .....	29
4.3 Konsentrasi Logam Berat dalam Bagian Tumbuhan Nipah	30
4.3.1 Konsentrasi Logam Ni dalam Bagian Tumbuhan Nipah	31
4.3.2 Konsentrasi Logam Zn dalam Bagian Tumbuhan Nipah	32
4.4 Penentuan Tumbuhan Nipah Sebagai Hiperakumulator....	34
4.5 Mekanisme Fitoakumulasi Ni dalam Tumbuhan Nipah ...	35
4.6 Mekanisme Fitoakumulasi Zn dalam Tumbuhan Nipah ..	36
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>37</b>
5.1 Kesimpulan .....	37
5.2 Saran .....	37
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>38</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>42</b>



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
1. Konsentrasi Ni dalam Air Sungai Tallo .....	26
2. Konsentrasi Zn dalam Air Sungai Tallo.....	27
3. Konsentrasi Ni dalam Sedimen .....	28
4. Konsentrasi Zn dalam Sedimen .....	29
5. Konsentrasi Ni dalam Bagian Tumbuhan Nipah .....	31
6. Konsentrasi Zn dalam Bagian Tumbuhan Nipah.....	33
7. Konsentrasi BCF dan TF Logam Ni .....	35
8. Konsentrasi BCF dan TF Logam Zn.....	36



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Peta Sungai Tallo Makassar .....	5
2. Tumbuhan Nipah ( <i>Nypa fruticans</i> ) .....	7
3. Lokasi Pengambilan Sampel .....	20
4. Reaksi antara Fitokelatin dengan .....	32
5. Reaksi antara Asam Sitrat dengan Zn .....	33



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Bagan Kerja .....	42
2. Dokumentasi Penelitian.....	47
3. Perhitungan Pembuatan Larutan .....	49
4. Kurva Standar .....	52
5. Data Analisis Sampel .....	54
6. Perhitungan BCF dan TF.....	55



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Laju pertumbuhan penduduk dan perkembangan kawasan industri di beberapa kota besar di Indonesia menimbulkan dampak positif dan dampak negatif, dimana dampak positif dari perkembangan kawasan industri adalah memperluas lapangan pekerjaan bagi masyarakat setempat, sedangkan dampak negatifnya adalah jumlah lahan pertanian semakin berkurang dan lingkungan menjadi tercemar oleh aktivitas industri. Aktivitas industri dan masyarakat perkotaan menyebabkan produksi limbah rumah tangga dan industri meningkat, dan dibuang ke lingkungan tanpa pengolahan yang baik (Erari, dkk., 2011).

Limbah yang dihasilkan oleh industri seperti limbah padat, cair, dan gas. Limbah industri merupakan zat toksik yang berbahaya terutama yang mengandung logam berat. Masuknya polutan logam berat ke lingkungan (tanah, air, dan udara) menjadi perhatian serius karena berpotensi memiliki sifat toksik pada organisme baik tanaman, hewan maupun manusia (Darmono, 1995). Salah satu penyebab pencemaran air oleh logam berat juga berdampak pada persediaan air yang terbatas dan semakin hari semakin terpolusi oleh kegiatan manusia sendiri (Herlambang, 2006). Beberapa logam berat yang dapat dijumpai di perairan pesisir dan laut adalah nikel (Ni) dan

). Logam berat seperti seng dalam jumlah yang kecil merupakan unsur dalam metabolisme, membantu penyembuhan luka, menyusun struktur



protein dan membran sel, namun apabila akumulasi seng dalam tubuh dalam kadar yang tinggi maka dapat menyebabkan diare dan gangguan reproduksi (Khaira, 2014). Nikel juga dibutuhkan oleh tubuh dalam kadar yang sangat rendah, namun apabila akumulasi nikel dalam tubuh dalam kadar yang tinggi maka dapat merusak DNA, meningkatkan resiko kanker dan menyebabkan iritasi (Azni, dkk., 2014).

Pengelolaan limbah yang mengandung logam berat, khususnya limbah cair secara konvensional mulai dirasakan tidak efektif dan sulit. Sehingga dicari beberapa alternatif pengelolaan 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, dikarenakan kasus kontaminasi tanah dan perairan oleh logam berat yang semakin meluas. Keragaman jenis tumbuhan endemik atau 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, salah satunya adalah tumbuhan nipah (Juhaeti, dkk., 2004).

Beberapa upaya yang telah dilakukan untuk mengatasi pencemaran lingkungan oleh logam berat seperti metode kimia-fisika seperti proses pemisahan ion logam berat dengan resin penukar ion atau karbon aktif, elektrolisis dengan koagulator dan elektrokinetik, namun cara ini relatif mahal dan kurang efektif. Metode lain yang dapat digunakan untuk mengurangi atau memulihkan polutan logam berat yaitu dengan tanaman tertentu yang dapat menyerap dan mengakumulasi



logam berat dengan konsentrasi tinggi yang dikenal dengan fitoremediasi. Fitoremediasi merupakan salah satu metode remediasi dengan mengandalkan pada peranan tumbuhan untuk menyerap, mendegradasi, mentransformasi, dan memobilisasi bahan pencemar logam berat (Muliadi, dkk., 2013). Menurut Uddin (2015), bahwa *Nypa fruticans* memiliki kemampuan tinggi mengakumulasi logam dan dianggap sebagai spesies *phytoremediating*. David (2016), melakukan penelitian fitoakumulasi Cd dan Zn dalam mangrove *Rhizophora mucronata* di Sungai Tallo Makassar yang menunjukkan bahwa logam berat seperti Cd dan Zn dapat terakumulasi dari akar ke jaringan tumbuhan *Rhizophora mucronata* dan Uddin (2015), telah melakukan penelitian akumulasi logam berat dan partisi bakau yang bisa dikonsumsi dan tidak dikonsumsi di Delta Kalantan, Malaysia menunjukkan bahwa logam berat seperti Cu menunjukkan kadar yang tinggi pada akar dan daun *Nypa fruticans*.

Sungai Tallo merupakan salah satu sungai yang mengalir di Kota Makassar yang memiliki fungsi sebagai jalur transportasi dan juga sebagai drainase (Suhadiyah, dkk., 2015). Kegiatan-kegiatan tersebut akan berdampak pada pencemaran sungai dan dapat menyebabkan keracunan pada flora dan fauna yang disebabkan oleh zat pencemar khususnya logam berat yang biasanya terakumulasi pada sedimen (Akoto, dkk., 2008).

Pada penelitian ini akan dilakukan studi Ni dan Zn pada tumbuhan *Nypa* di Sungai Tallo. Selain menentukan fitoakumulasi Ni dan Zn juga akan diteliti kemampuan *Nypa fruticans* sebagai tumbuhan hiperakumulator terhadap



logam tersebut, sehingga dapat memberikan informasi serta pemanfaatan *Nypa fruticans* dalam mengatasi pencemaran logam berat di perairan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. bagaimana translokasi Ni dan Zn yang terdapat pada tumbuhan *Nypa fruticans* di Sungai Tallo Kota Makassar?
2. bagaimana mekanisme fitoakumulasi Ni dan Zn pada *Nypa fruticans* di Sungai Tallo Kota Makassar?
3. apakah potensi *Nypa fruticans* termasuk tumbuhan hiperakumulator terhadap Ni dan Zn?

## 1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

### 1.3.1 Maksud Penelitian

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui fitoakumulasi dan translokasi Ni dan Zn pada *Nypa fruticans* serta potensinya sebagai tumbuhan hiperakumulator.

### 1.3.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. menentukan translokasi Ni dan Zn pada bagian *Nypa fruticans* yang berasal dari Sungai Tallo, Makassar, Sulawesi selatan.
2. menentukan mekanisme fitoakumulasi Ni dan Zn pada *Nypa fruticans* di

ungai Tallo Kota Makassar.



3. menentukan potensi *Nypa fruticans* sebagai tumbuhan hiperakumulator terhadap Ni dan Zn secara alami.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah memberikan informasi mengenai kemampuan tumbuhan *Nypa fruticans* untuk mengakumulasi Ni dan Zn, juga potensi *Nypa fruticans* sebagai tumbuhan hiperakumulator. Hasil penelitian juga diharapkan dapat memberikan gambaran dan informasi kepada masyarakat dalam pemanfaatan tumbuhan *Nypa fruticans* sebagai penjaga kestabilan kawasan perairan yang telah tercemar dan juga dapat menambah pengetahuan dan pengalaman bagi peneliti dan pembaca.



## **BAB II**

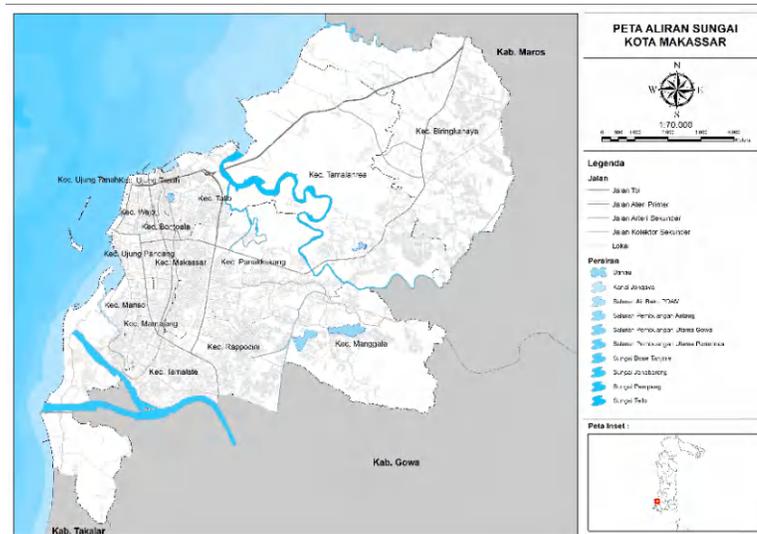
### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Sungai Tallo**

Sungai Tallo yang mengalir di Kota Makassar memiliki fungsi sebagai jalur transportasi serta juga berfungsi sebagai drainase. Kegiatan konservasi berpotensi menyebabkan berkurangnya flora yang memiliki fungsi ekologi, ekonomis serta spesies endemik pada kawasan tersebut (Suhadiyah, dkk., 2015).

Luas Daerah Aliran Sungai (DAS) Tallo sekitar  $\pm 437,75 \text{ km}^2$  yang berhulu dari Gunung Kallapolompo (elevasi 725 m), panjang Sungai Tallo sekitar 72 km, alur sungai yang berbelok-belok dengan belokan-belokan tajam terdapat pada ruas hilir. Area dataran rendahnya tersebar pada daerah hilir sampai di kawasan Kota Makassar (Burhan dan Srilestary, 2015).





**Gambar 1.** Peta Sungai Tallo Makassar (digambar oleh Raxy Eklesia Pattuju)  
 Sungai Tallo memiliki dua anak sungai yaitu sungai Sinassara dan Pampang,

menjulang masuk hingga ke berbagai kawasan kota. Kondisi tersebut berpotensi menjadi prasarana transportasi sungai yang unik. Proses pembangunan yang semakin besar saat ini dikhawatirkan berpotensi negatif terhadap kualitas lingkungan sungai Tallo. Beberapa fakta menunjukkan kecenderungan semakin berkembangnya keluarga nelayan dan petani tambak, buruh yang mendiami kawasan Sungai Tallo dengan tata bangunan dan lingkungan yang tidak teratur (Arifuddin, dkk., 2013).

## 2.2 Pencemar Logam Berat

Logam berat adalah unsur-unsur kimia dengan densitas lebih besar dari 5 g/cm<sup>3</sup>, terletak di sudut kanan bawah pada sistem periodik unsur, mempunyai afinitas yang tinggi terhadap S dan biasanya bernomor atom 22 sampai 92, dari periode empat

keempat. Logam berat merupakan bahan pencemar yang berbahaya karena bersifat toksik. Jika terdapat dalam jumlah yang besar dapat mempengaruhi aspek kesehatan maupun aspek biologis perairan (Setiawan, 2013). Menurut Panjaitan



(2009), faktor yang menyebabkan logam berat termasuk dalam kelompok zat pencemar berbahaya karena logam berat mempunyai sifat yang tidak dapat terurai (*non-degradable*) dan mudah diabsorpsi.

Logam berat yang masuk dalam lingkungan sebagian akan terserap masuk ke dalam tanah (sedimen) dan sebagian akan masuk dalam sistem aliran sungai yang selanjutnya akan terbawa ke laut. Logam berat yang masuk dalam ekosistem laut akan mengendap ke dasar perairan dan terserap dalam sedimen (Jaibet, 2007). Logam berat yang mengendap pada dasar perairan akan membentuk sedimentasi dan hal ini akan menyebabkan biota laut yang mencari makan di dasar perairan seperti udang, kerang dan kepiting akan memiliki peluang yang sangat besar untuk terkontaminasi logam berat tersebut. Jika biota laut yang telah terkontaminasi logam berat tersebut dikonsumsi dalam jangka waktu tertentu dapat menjadi bahan racun yang akan meracuni tubuh makhluk hidup (Palar, 2008).

Logam-logam berat yang berbahaya dan sering mencemari lingkungan adalah merkuri, timbal, arsen, kadmium, kromium, nikel, dan zink. Logam-logam tersebut diketahui dapat terakumulasi di dalam tubuh suatu organisme, dan tetap tinggal di tubuh dalam jangka waktu lama sebagai racun yang terakumulasi (Fardiaz, 1992).

### **2.3 Tumbuhan *Nypa fruticans***





**Gambar 2.** Tumbuhan *Nypa fruticans* (Hossain dan Islam, 2015).

Menurut (Puspayanti, dkk., 2013) tumbuhan *Nypa fruticans* memiliki klasifikasi sebagai berikut :

Kingdom : Plantae  
Divisi : Magnoliophyta  
Kelas : Liliopsida  
Ordo : Arecales  
Famili : Arecaceae  
Genus : *Nypa*  
Species : *Nypa fruticans* Wurmb.

Nipah (*Nypa fruticans* Wurmb.) termasuk tanaman dari suku Palmae, tumbuh di sepanjang sungai yang terpengaruh pasang surut air laut. Tumbuhan ini dikelompokkan pula ke dalam tanaman hutan mangrove. Tanaman tumbuh rapat bersama, seringkali membentuk komunitas murni yang luas di sepanjang sungai dekat

hingga sungai dengan air payau. Nipah juga dikenal di beberapa negara lain, dan ini dikenal dengan nama *Attap Palm* (Singapura), *Nipa Palm* atau *Losa* atau umumnya disebut *Nypa Palm*. Nama ilmiahnya adalah *Nypa fruticans*



*Wumb*, dan *Nypa fruticans* ini diketahui sebagai satu-satunya jenis palma dari wilayah mangrove (Subiandono, dkk., 2011).

Nipah (*Nypa fruticans Wurb.*) tergolong palma tanpa batang pada bagian permukaan yang membentuk rumpun. Batang terdapat di bawah tanah membentuk rimpang yang terendam oleh lumpur. Akar serabutnya dapat mencapai panjang 13 meter dan memiliki sistem perakaran yang rapat dan kuat yang sesuai dengan perubahan masukan air yang lebih baik dibandingkan dengan sebagian besar jenis tumbuhan mangrove lainnya. Daunnya seperti susunan daun kelapa. Daun nipah menjulang hingga 9 meter di atas tanah, panjang tangkainya 1-1,5 meter. Daun nipah yang sudah tua berwarna hijau sedangkan yang muda berwarna kuning. Nipah memiliki banyak anak daun mencapai 25-100 helai. Dalam satu tandan, buah nipah dapat mencapai 30-50 buah, berdempetan satu dengan yang lainnya membentuk kumpulan buah bundar. Buahnya bulat seperti buah pandan dengan panjang bonggol hingga 45 cm. Buah nipah yang masak akan gugur ke air dan mengapung mengikuti arus pasang surut atau aliran air. Tumbuh pada substrat berlumpur dan dekat dengan jalan (Puspayanti, dkk., 2013).

Nipah adalah tumbuhan tropis. Rata-rata suhu minimum pada daerah pertumbuhannya adalah 20°C dan maksimumnya 32-35°C. Jenis tanaman ini utamanya berada di daerah equator, melebar dari Sri Lanka ke Asia Tenggara hingga Australia Utara. Luas area pertanaman nipah di Indonesia diperkirakan 700.000 ha,

ibandingkan dengan Papua Nugini (500.000 ha) dan Filipina (8.000 ha) (Subiandono, dkk., 2011).



Nipah merupakan sumber pangan dan energi, namun belum banyak dipublikasi tentang potensinya maupun pemanfaatannya. Padahal hampir di sebagian besar sungai yang masih terpengaruh oleh pasangannya air laut banyak dijumpai tumbuhan nipah dengan populasi yang sangat besar. Manfaat nipah pada bagian daun yang telah tua banyak dimanfaatkan secara tradisional untuk membuat atap rumah yang daya tahannya mencapai 3-5 tahun. Daun nipah yang masih muda dapat dianyam untuk membuat dinding rumah yang biasa disebut kajang. Daun nipah juga dianyam untuk membuat tas, tikar, topi, dan aneka keranjang ayaman. Tangkai daun dan pelepah nipah dapat digunakan sebagai bahan kayu bakar yang baik. Pelepah daun nipah juga mengandung selulosa yang bisa dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan pulp (bubur kertas) (Subiandono, dkk., 2011).

Subiandono dkk (2011) melaporkan bahwa pemanfaatan nipah secara tradisional oleh masyarakat di Batu Ampar, Pontianak, untuk menghasilkan gula, garam, cuka dan alkohol yang dibuat dari buah (endosperma) nipah. Gula nipah diperoleh melalui pengolahan nira (cairan manis yang diperoleh dari tandan bunga sebelum mekar), sedangkan garam nipah diperoleh dari daging pelepah yang tua

#### 2.4 Logam Nikel dan Aspek Pencemarannya

Nikel terletak dalam tabel periodik yang memiliki simbol Ni dengan nomor atom 28 merupakan unsur logam transisi dengan nomor massa 58,71 yang terletak dalam golongan VIII periode 4 dengan konfigurasi elektron  $[Ar] 3d^8 4s^2$ . Pada

a tingkat oksidasi dari Ni adalah +2. Ni pada tingkat oksidasi +3 hanya dikenal. Hidrat ion  $Ni^{2+}$  berwarna hijau dan garam-garam  $Ni^{2+}$  umumnya



berwarna hijau dan biru (Sari, 2013). Nikel adalah logam putih seperti perak yang bersifat keras dan anti karat. Logam ini membantu dalam proses perubahan beberapa logam olahan dalam bentuk larutan yang menghasilkan energi panas. Selain itu Ni juga berperan penting dalam beberapa proses pengendapan logam keras dalam bentuk paduan logam (*alloy*) seperti *Stainlestel* yang mengandung 18% Ni dan 8% Cr dan Nikhrome yang mengandung 80% Ni dan 20% Cr (Rusmini, 2010).

Nikel bersifat liat dapat ditempa dan sangat kukuh. Logam ini melebur pada 1455 °C. Selain itu, nikel mempunyai sifat tahan karat. Dalam keadaan murni, nikel bersifat lembek, tetapi jika dipadukan dengan besi, krom dan logam lainnya, dapat membentuk baja tahan karat yang keras, mudah ditempa, sedikit ferromagnetis, dan merupakan konduktor yang agak baik terhadap panas dan listrik. Nikel tergolong dalam grup logam besi-kobal, yang dapat menghasilkan *alloy* yang sangat berharga (Sari, 2013). Karena sifatnya yang fleksibel dan mempunyai karakteristik-karakteristik yang unik seperti tidak berubah sifatnya bila terkena udara, ketahanannya terhadap oksidasi dan kemampuannya untuk mempertahankan sifat-sifat aslinya di bawah suhu yang ekstrim, nikel lazim digunakan dalam berbagai aplikasi komersial dan industri. Logam nikel banyak dimanfaatkan untuk pembuatan baja tahan karat (*stainless steel*) (Guilbert, 1986). Pembuatan *stainless steel* yang disebut sebagai baja putih, logam nikel juga dimanfaatkan sebagai pelapisan logam lain atau biasa disebut *nikel plating*, bahan untuk industri kimia yang berperan

katalis untuk pemurnian minyak dan sebagai bahan untuk industri peralatan  
angga (Guilbert, 1986).



Penggunaan Nikel dalam industri dapat memberikan dampak buruk jika tidak diperhatikan dengan baik untuk dosis dan penanganannya. Menurut *Agency for Toxic Substances and Disease Registry*, absorpsi Nikel dapat melalui inhalasi, oral, dan dermal. Gangguan kesehatan yang timbul dapat berupa gangguan sistemik, gangguan imunologi, gangguan neurologis, gangguan reproduksi, gangguan perkembangan, efek karsinogenik, dan kematian. Gangguan tersebut akibat paparan secara akut (14 hari atau kurang), menengah (15-364 hari), dan kronis (365 hari atau lebih). Paparan melalui inhalasi dapat menimbulkan terjadinya kematian. Efek sistemiknya dapat menyebabkan gangguan pernapasan, gangguan kardiovaskular, gangguan gastrointestinal, gangguan hematologi, gangguan pada ginjal, efek pada imunologi dan kelenjar limfe, gangguan reproduksi, dan kanker (Miarastika dan Azizah, 2015).

Paparan melalui jalan oral dapat menyebabkan kematian, efek sistemiknya dapat menyebabkan gangguan kardiovaskular, gangguan gastrointestinal, gangguan hematologi, gangguan otot berupa nyeri, gangguan pada hati, gangguan pada ginjal, gangguan kesehatan kulit dapat berupa dermatitis, gangguan neurologi. Paparan melalui jalan dermal yaitu melalui kulit dapat menyebabkan dermatitis kontak alergi. Nikel yang bersifat asam sangat korosif pada kulit serta membran mukosoid (selaput lendir). Kontak dengan Nikel secara langsung dan terus menerus pada kulit yang sensitif dapat menyebabkan korengan (ulkus). Paparan Nikel berlangsung lebih cepat

dalam dosis rendah sehingga dapat menyebabkan kulit gatal dan luka yang tidak dapat sembuh. Kulit merupakan bagian tubuh terluar yang berfungsi sebagai pelindung, penyerap, indera perasa (Djuanda, 2007).



Dermatitis merupakan gangguan kesehatan dimana adanya kontak langsung nikel dan kulit yang mengakibatkan iritan dan alergi. Prevalensi dermatitis kontak nikel bervariasi di berbagai negara, yaitu 4-13,1%. Prevalensi pada wanita lebih tinggi disebabkan kontak dengan alat-alat yang mengandung nikel, seperti perhiasan, kancing, retsleting dan pengait pada baju, peralatan rumah tangga maupun dari telepon seluler. Sedangkan pada pria, sebagian besar terpapar pada saat bekerja, salah satunya pada pekerjaan pelapisan logam yang menggunakan nikel. Menurut Dr. Stephen Rothman dalam, pendiri *American Investigative Dermatology*, pada tahun 1930 pertama kali mempublikasikan bahwa nikel adalah salah satu pencetus dermatitis kontak dan pada tahun 2008 Nikel ditetapkan sebagai “*Contact Allergen of the Year*” oleh *American Contact Dermatitis Society* karena dianggap sebagai penyebab masalah kesehatan yang signifikan. Selama beberapa dekade terakhir ini, Nikel merupakan penyebab alergi yang paling sering terdeteksi melalui pemeriksaan uji tempel di seluruh dunia. Dermatitis kontak Nikel secara signifikan dapat mempengaruhi kualitas hidup penderitanya, terutama mempengaruhi gaya hidup dan pekerjaan penderita seperti mempengaruhi penampilan penderita maupun menghambat pekerjaannya (Djuanda, 2007).

## 2.5 Logam Zn dan Aspek Pencemarannya

Seng merupakan logam esensial pada dosis tertentu dibutuhkan sebagai unsur nutrisi pada hewan dan manusia. Sekitar 200 jenis enzim mengandung Zn, Zn merupakan logam yang paling banyak berikatan dengan enzim. Sampai 30 jenis enzim telah diidentifikasi dalam tubuh manusia dan hanya beberapa



dari enzim tersebut dapat dikarakterisasi dengan baik pada tingkat molekul (Darmono, 1995).

Seng juga berperan dalam menyusun struktur protein dan membran sel. Logam Zn berperan menstabilkan struktur protein, membantu sistem imunitas tubuh, dibutuhkan dalam penyembuhan luka, serta dapat membantu syaraf perasa dan penciuman (Widowati, dkk., 2008).

Seng biasanya ditemukan dalam suatu pertambangan logam sebagai bentuk persenyawaan sulfida. Seng dan beberapa bentuk persenyawaannya digunakan dalam produksi logam campuran misalnya pada pembuatan perunggu, loyang, dan kuningan. Persenyawaan Zn juga sering digunakan dalam pelapisan logam seperti baja dan besi yang merupakan produk anti karat. Logam Zn juga digunakan sebagai zat warna untuk cat, lampu, gelas, bahan keramik, peptisida, dan sebagainya. Seng sangat bermanfaat bagi kehidupan sehari-hari dalam konsentrasi yang tepat namun akan bersifat toksik apabila melebihi ambang batas. Keracunan Zn sering dijumpai pada hewan yang hidup di daerah tercemar. Keracunan Zn sering dijumpai bersamaan dengan keracunan Cd secara kronis (Darmono, 1995).

Seng merupakan zat yang berbahaya jika masuk ke organ biologis dalam konsentrasi yang tinggi. Zat kimia tersebut dalam konsentrasi tinggi dapat menyebabkan keracunan, terutama pada hewan air seperti ikan, kepiting, dan rajungan. Logam Zn mempunyai kecenderungan terakumulasi dalam organ biologis,

dalam bentuk ion, karena bentuk ion mempunyai kelarutan yang lebih besar  
nak (Suprijono, dkk., 2008).



Seng cenderung lebih mudah melepaskan elektron dibanding dengan tembaga, karena Zn biasa ditemukan dalam bentuk  $Zn^{+2}$ . Toksisitas Zn dalam air sangat bervariasi untuk beberapa spesies. Logam Zn pada konsentrasi 0,3 ppm dalam air merupakan dosis letal untuk beberapa jenis siput dan jenis ikan, sedangkan pada cacing *caddis* dapat menyesuaikan sampai 500 ppm. Beberapa faktor dapat mempengaruhi tingkat toksisitas  $Zn^{+2}$  dalam air salah satunya apabila meningkatnya temperatur air antara 15,5-21,5 °C (Sumardjo, 2009).

## 2.6 Mekanisme Fitoakumulasi Logam

Berkenaan dengan peningkatan kualitas lingkungan, maka diperlukan upaya metode untuk mencegah limbah masuk ke dalam ekosistem dan sebagai implikasi dari pemanfaatan dan pendekatan bioteknologi dalam menyelesaikan masalah lingkungan. Salah satu upaya ini adalah dengan memanfaatkan potensi yang dimiliki tumbuhan dimana tumbuhan mampu mengakumulasi kontaminan seperti logam berat pada jaringan tubuhnya (Suharto, 2011).

Fitoremediasi didefinisikan sebagai pembersihan polutan oleh tanaman (Hidayati, 2005). Fitoremediasi menggunakan tanaman untuk membersihkan lingkungan yang terkontaminasi. Menurut Arsyad dan Rustiadi (2008) serta Walker (2011), pembersihan kawasan tercemar dapat dilakukan dengan menggunakan tumbuhan. Tumbuhan tersebut menyimpan bahan kimia di dalam batang dan daunnya namun bahan kimia yang terakumulasi tidak akan membahayakan tumbuhan tersebut.

Mekanisme fitoremediasi yang dapat dilakukan oleh tumbuhan terhadap zat an/pencemar disekitarnya sebagaimana menurut Pivetz (2001), yaitu:



- (1) fitoekstraksi yaitu proses dimana tumbuhan menarik zat kontaminan dari media sehingga terakumulasi pada akar dan selanjutnya ditranslokasi ke jaringan-jaringan tumbuhan;
- (2) rizofiltrasi yaitu proses adsorpsi atau pengendapan zat kontaminan oleh akar untuk menempel pada akar melalui sistem hidroponik, dimana kontaminan dalam air akan terakumulasi pada akar;
- (3) fitostabilisasi yaitu penempelan zat-zat kontaminan tertentu pada akar sehingga terjadi penurunan mobilitas pada kontaminan;
- (4) rizodegradasi yaitu penguraian zat-zat kontaminan oleh aktivitas mikroba yang berada di sekitar tumbuhan. Misalnya ragi, fungi atau bakteri;
- (5) fitodegradasi yaitu proses yang dilakukan tumbuhan untuk menguraikan zat kontaminan yang memiliki molekul kompleks menjadi bahan yang tidak berbahaya dengan susunan molekul yang lebih sederhana, yang dapat berguna bagi pertumbuhan pada tumbuhan itu sendiri; dan
- (6) fitovolatilisasi yaitu terjadi penarikan dan transpirasi zat kontaminan oleh tumbuhan dalam tanah sebagai bahan yang tidak berbahaya lagi untuk selanjutnya dilepaskan ke atmosfer. Teknik ini lebih tepat untuk remediasi senyawa-senyawa organik yang umumnya bersifat volatil.

Tumbuhan di daerah tercemar logam dapat mengakumulasi logam berat tersebut melalui penyerapan dari akar, diikuti pembentukan senyawa kelat dengan

yang disebut fitokelatin. Logam diakumulasi pada jaringan tubuh, kemudian disirkulasikan ke batang, daun dan bagian lainnya (Hidayatus, dkk., 2014). Sejumlah tumbuhan telah terbukti dapat beradaptasi terhadap lingkungan marginal dan ekstrim



seperti tanah yang banyak terkontaminasi zat-zat beracun dan memiliki kualitas fisik, kimia maupun biologis sangat rendah (Hidayati, 2005).

Kemampuan tumbuhan dalam mengakumulasi logam dari tanah dapat diperkirakan menggunakan perhitungan *Bioconcentration Factors* (BCF), dimana BCF dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara konsentrasi logam yang terdapat pada akar dengan yang terdapat pada tanah. Kemampuan suatu tumbuhan untuk mentranslokasi logam dari akar ke pucuk diukur dengan perhitungan *Translocation Factors* (TF), dimana TF dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara konsentrasi logam yang terdapat pada pucuk dengan yang terdapat pada akar (Yoon dkk., 2006).

*Bioconcentration Factors* dihitung sebagai nilai yang menunjukkan kemampuan suatu tumbuhan untuk menghilangkan logam dari tanah atau substrat dan logam terdapat lebih banyak di akar daripada tanah. Sedangkan *Translocation Factors* adalah nilai yang menunjukkan kemampuan logam berat didistribusi dari akar ke bagian tumbuhan. Tumbuhan dengan BCF dan TF >1 dapat dijadikan sebagai bioakumulator. Nilai biokonsentrasi yang melebihi 2 dianggap sangat tinggi. Tumbuhan dapat dianggap sebagai fitostabilisasi jika memiliki BCF > 1 dan TF < 1, sedangkan jika BCF < 1 dan TF > 1 maka memiliki mekanisme fitoekstraksi. Apabila kedua nilai BCF dan TF < 1 maka memiliki mekanisme fitoekstraksi dan fitostabilisasi, sedangkan jika tumbuhan memiliki nilai BCF dan TF > 1 maka

ne hanya pada rizofiltrasi. Fitostabilisasi hanya terjadi di akar yang menahan berat dengan cara logam tertempel pada akar sehingga mengurangi mobilisasi berat pada perairan yang tercemar, sedangkan rizofiltrasi hanya mengadsorpsi



logam berat secara hidroponik sehingga logam berat suatu saat akan jenuh dan tidak dapat diadsorpsi. Fitoekstraksi menunjukkan kemampuan tumbuhan untuk mentranslokasikan logam berat dari akar ke pucuk (Takarina dan Pin, 2017).

## 2.7 Tumbuhan Hiperakumulator

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 (Hidayati, 2005). Tumbuhan hiperakumulator logam memiliki potensi yang luar biasa untuk pengaplikasian dalam meremediasi logam di lingkungan. Hiperakumulator dapat mengakumulasi logam dalam jumlah yang sangat besar pada jaringan-jaringan tumbuhannya (Prasad dan Freitas, 2003). Tanaman hiperakumulator mampu mengakumulasi logam dengan konsentrasi lebih dari 100 kali melebihi tanaman normal, dimana tanaman normal mengalami keracunan logam dan penurunan produksi. Hal ini terjadi karena adanya perbedaan serangkaian proses fisiologis dan biokimiawi serta ekspresi gen-gen yang mengendalikan penyerapan, akumulasi dan toleransi tanaman terhadap logam (Hidayati, 2013).

Menurut Reeves (1992), beberapa ciri tumbuhan hiperakumulator sebagai berikut :

1. dapat mentolerir unsur logam dalam konsentrasi tinggi pada jaringan akar dan tanjunnya,  
memiliki tingkat laju penyerapan unsur dari tanah yang tinggi dibanding tanaman lainnya,



3. memiliki kemampuan mentranslokasi dan mengakumulasi unsur logam dari akar ke tanjak dengan laju yang tinggi
4. secara ideal, memiliki potensi produksi biomassa yang tinggi
5. umumnya biji tertutup,
6. toleransi terhadap pH dan salinitas yang tinggi,
7. karakteristik dan kedalaman akar menembus tanah.

Tingkat hiperakumulasi satu atau lebih logam berat dapat bervariasi secara signifikan pada spesies yang berbeda atau juga dalam populasi dan ekotipe spesies yang sama. Namun, hiperakumulasi tergantung pada tiga ciri dasar yang membedakan hiperakumulator, yaitu kemampuan yang jauh lebih besar untuk mengambil logam berat dari tanah, translokasi tunas akar ke tunas yang lebih cepat dan efektif, dan kemampuan yang jauh lebih besar untuk mendetoksifikasi dan mengakumulasi sejumlah besar logam berat di daun. Perkembangan penelitian yang signifikan mengenai mekanisme yang mengatur hiperakumulasi logam berat telah dipelajari dalam beberapa dekade terakhir melalui studi komparatif fisiologis, genomik dan proteomik dari tumbuhan hiperakumulator dan non-hiperakumulator (Assuncao dkk., 2003).



**BAB III**  
**METODE PENELITIAN**



n Penelitian