

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Air Lindi (*leachate*)

##### 1. Pengertian Air Lindi (*leachate*)

Air lindi adalah cairan dari sampah yang mengandung unsur-unsur terlarut dan tersuspensi sehingga dapat mencemari lingkungan yang dihasilkan oleh timbunan sampah. Sampah yang tertimbun di lokasi TPA (Tempat Pembuangan Akhir) mengandung zat organik, jika hujan turun akan menghasilkan air lindi dengan kandungan mineral dan zat organik tinggi, bila kondisi aliran air lindi dibiarkan mengalir ke permukaan tanah dapat menimbulkan efek negatif bagi lingkungan sekitarnya termasuk bagi manusia<sup>20</sup>.

##### 2. Karakteristik Air Lindi

Karakter air lindi atau sangat bervariasi tergantung dari proses yang terjadi di dalam landfill, yang meliputi proses fisik, kimia dan biologis. Karakteristik air lindi dapat dilihat pada tabel 2.1 dan 2.2 di bawah ini sebagai berikut :

Tabel 2.1. Karakteristik Air lindi<sup>11</sup>

No	Parameter	Hasil Analisa
1	Merkuri (Hg)	0,00463
2	Tembaga (Cu)	0,1198
3	Besi (Fe)	10,9191
4	Seng (Zn)	0,4188
5	Kobalt (Co)	0,1698
6	Nikel (Ni)	0,9820
7	Kromium (Cr)	0,0502
8	Timbal (Pb)	0,0602

Tabel 2.2 Karakteristik air lindi TPA Jatibarang Semarang<sup>21</sup>

No	Parameter	Satuan	Hasil	Baku mutu
1	BOD5	mg/L	1600	50
2	COD	mg/L	4000	100
3	Kekeruhan	NTU	300,0	
4	TSS	mg/L	522,0	100
5	Warna	PtCo	1600,4	15
6	pH		8,5	6-9
7	Suhu	°C	28,7	-

### 3. Parameter Air Lindi (*leachete* )

#### a. Parameter fisika

##### 1) Suhu

Suhu suatu badan perairan yang dipengaruhi oleh musim, posisi lintang, ketinggian dari permukaan laut, waktu dalam hari, sirkulasi udara, penutupan awan, dan aliran serta kedalaman badan air<sup>22</sup>.

##### 2) TSS (*Total Suspended Solid* )

Padatan tersuspensi adalah padatan yang dapat menyebabkan kekeruhan pada air, tidak terlarut dan tidak dapat langsung mengendap, yang terdiri dari partikel-partikel yang ukuran ataupun beratnya lebih kecil dari sedimen<sup>22</sup>.

#### b. Parameter Kimia

##### 1) pH

pH merupakan skala yang menunjukkan kadar hidrogen yang melarut dalam suatu larutan<sup>20</sup>.

##### 2) DO (*Dissolved oxygen*)

Oksigen terlarut (*dissolved oxygen*) merupakan konsentrasi gas oksigen yang terlarut dalam air<sup>20</sup>.

##### 3) BOD5 (*Biochemical Oxygen Demand*)

*Biochemical Oxygen Demand* adalah jumlah oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik yang terdapat dalam air pada keadaan aerobik yang diinkubasi pada suhu 20°C selama 5 hari, sehingga sering disebut BOD5<sup>20</sup>.

##### 4) COD (*Chemical Oxygen Demand* )

COD menyatakan jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi semua bahan organik yang terdapat di perairan, menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O<sup>20</sup>.

##### 5) Amonia total

Amonia pada perairan dihasilkan oleh proses dekomposisi, reduksi nitrat oleh bakteri, kegiatan pemupukan dan ekskresi organisme yang ada di dalamnya<sup>22</sup>.

6) Nitrat

Nitrat adalah bentuk nitrogen utama dalam perairan dan merupakan nutrisi utama bagi tumbuhan dan algae<sup>22</sup>.

7) Sulfat

Sulfat adalah bentuk sulfur utama dalam perairan dan tanah<sup>22</sup>.

8) Besi

Besi adalah logam dalam kelompok makromineral didalam kerak bumi, tetapi termasuk kelompok mikro dalam sistem biologi. Logam ini mungkin logam yang pertama kali digunakan oleh manusia sebagai pertanian<sup>23</sup>.

c. Parameter Mikrobiologi

Menurut Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001, kadar maksimum total koliform yang diperbolehkan pada perairan umum yang diperuntukkan untuk mengairi pertanian dan peternakan sebesar 10.000 MPN/100ml<sup>24</sup>.

4. Baku Mutu Air Lindi

Air lindi yang di buang atau dialirkan ke sungai atau badan air harus sesuai dengan baku mutu yang telah di tentukan oleh pemerintah harus sesuai dengan standar baku mutu air lindi. Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.59/Menlhk/Setjen/Kum.1/7/2016 tentang Baku Mutu Lindi Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah, seperti pada tabel

2.3 berikut ini :

Tabel 2.3. Baku Mutu Air Lindi<sup>21</sup>

Parameter	Kadar Paling Tinggi	
	Nilai	Satuan
pH	6-9	-
BOD	150	mg/L
COD	300	mg/L
TSS	100	mg/L
N Total	60	mg/L
Merkuri	0,005	mg/L
Kadmium	0,1	mg/L

Berdasarkan Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5. 2012 Nilai ambang batas Logam Besi (Fe) pada air limbah adalah 5 mg/L<sup>17</sup>.

## B. Tanaman Nanas

### 1. Tanaman nanas

Tanaman nanas bersal dari benua afrika. Kemudian, menyabar keseluruh penjuru dunia yang beriklim tropik. Pada abad ke 5 tanamna nanas masuk keindonesia sebaga pengisis dilahan pekarangan, tetapi kemudian meluas samapi kelahan tegal. Sentra produksi nanas di indonesia terdapat di 5 provinsi yaitu : sumatra utara, riau, sumatra selatan, jawa barat dan jawa timur. Tanaman nenas dalam sistematika diklasifikasikan sebagai berikut :<sup>25</sup>

- a. Kingdom : Plantae,
- b. Divisi : Spermatophyta,
- c. Class : Angiospermae,
- d. Family : Bromoliaceae,
- e. Genus : Ananas,
- f. Species : Ananas comosus L. Merr.

### 2. Morfologi Tumbuhan Nanas

Adapun morfologi dari tanaman nanas, antara lain:

#### a. Akar

Nanas memiliki akar serabut dengan sebaran ke arah vertikal dan horizontal. Perakaran dangkal, terbatas dan kedalaman akar tidak lebih 50 cm.

#### b. Batang

Batang nanas sangat pendek yaitu 20-25 cm dengan diameter bawah 2 sampai 3,5 cm, sedangkan diameter bagian tengah 5,5 sampai 6,5 cm dan mengecil pada bagian puncak. 2.0-3.5 cm.

c. Daun

Helaian daun berbentuk pedang dengan panjang, tebal, liat dengan panjang 80-120 cm, lebar daun berkisar 2-6 cm, warna daunnya adalah hijau atau hijau kemerahan<sup>26</sup>.

Menurut penelitian sebelumnya Kelebihan dari daun nanas yaitu mengandung selulosa yang tinggi. Kandungan selulosa dalam daun nanas (*Ananas comosus*) sebesar 69,6-71%. Kandungan selulosa yang tinggi pada serat daun nanas dapat dijadikan adsorben limbah logam berat, karena struktur rongga dalam selulosa dapat mengadsorpsi logam berat<sup>16</sup>. Selain itu daun nanas juga mengandung serat yang dapat digunakan sebagai adsorben pewarna tekstil reaktif rhodamin B<sup>27</sup>. Berikut ini adalah komposisi kimia serat daun nanas pada tabel 2.4 sebagai berikut :

Tabel 2.4. komposisi kimia serat daun nanas (% bahan kering)<sup>28</sup>

Komposisi kimia serat daun nanas	Nilai (%)
Selulosa	69,5 – 71
Pentosan	17,0 – 17,8
Lignin	4,4 – 4,7
Pektin	1,0 – 1,2
Lemak dan Wax	3,0 – 3, 3
Abu	0,7 – 0,8
Zat – zat lain (protein, asam organik dll)	4,5 – 5,3

d. Bunga

Bunga tanaman nanas bersifat majemuk terdiri dari 50-200 kuntum bunga tunggal atau lebih. Letak bunga duduk tegak lurus pada tangkai buah kemudian berkembang menjadi buah mejemuk.

e. Buah

Buah nanas merupakan buah majemuk yang terbentuk dari gabungan 100 sampai 200 bunga, berbentuk silinder, dengan panjang buah sekitar 20.5 cm dengan diameter 14.5 cm dan beratnya sekitar 2.2 kg. Buah nanas memiliki kandungan serat 0,40g<sup>29</sup>. Sedangkan pada kulit buah nanas terdapat kandungan serat kasar sebanyak 16,7%<sup>30</sup>.

## C. Logam Fe (Besi)

### 1. Pengertian Fe

Logam Fe merupakan logam esensial yang dibutuhkan dalam jumlah tertentu oleh makhluk hidup, namun jika berlebihan akan menimbulkan dampak atau efek racun<sup>31</sup>.

### 2. Dampak Fe bagi Kesehatan

Kandungan logam Fe yang tinggi dapat berdampak terhadap kesehatan manusia diantaranya dapat menyebabkan keracunan (muntah), mudah lelah, mual, nyeri pada perut, dan diare<sup>31,32</sup>.

### 3. Toksisitas Besi

Tempat pertama yang mengontrol pemasukan Fe yaitu usus halus. Usus halus berfungsi sebagai adsorpsi dan ekskresi Fe yang tidak di serap. Kemudian besi yang diadsorpsi di usus halus di bentuk menjadi feritin. Feritin masuk ke dalam darah berubah bentuk menjadi transferin. Dalam darah besi berstatus menjadi besi bervalensi tiga kemudian di transfer ke hati dan limpa di simpan dalam organ sebagai cadangan dalam bentuk feritin dan dan hemosiderin. Toksisitas akan terjadi bila kelebihan dalam ikatan tersebut<sup>33</sup>.

### 4. Sifat Besi

Logam besi (Fe) memiliki sifat fisik dan kimia. Berikut dapat dilihat pada tabel 2.5 dibawah ini :

Tabel 2.5. Sifat Fisik dan Kimia Besi (Fe)<sup>23</sup>

Sifat fisik dan kimia	Keterangan
Lambang	Fe
No atom	26
Golongan, periode	8,4
Penampilan	Metalik Mengkilap keabu-abuan
Massa atom	55,854 (2) g/mol
Konfigurasi Elektron	[ Ar ] 3d <sup>6</sup> 4s <sup>2</sup>
Fase	Padat
Massa Jenis (Suhu Kamar)	7,86 g/cm <sup>3</sup>
Titik Lebur	1811 °K (1538 °C, 2800 °F)
Titik Didih	3134 °K (2861 °C, 5182 °F)
Kapasitas Kalor	(25 °C) 25,10 J/ (mol.K)

## D. Adsorben

Adsorben merupakan zat padat yang dapat menyerap komponen tertentu dari suatu fase fluida<sup>34</sup>. Karakteristik adsorben yang dibutuhkan untuk adsorpsi yang baik yaitu<sup>35</sup>:

1. Luas permukaan adsorben
2. Tidak ada perubahan volume selama adsorpsi dan desorpsi
3. Kemurnian adsorben
4. Jenis atau gugus fungsi atom pada permukaan adsorben.

## E. Adsorpsi

### 1. Pengertian Adsorpsi

Adsorpsi adalah molekul molekul fluida, gas atau cair yang dikontakan pada suatu permukaan yang melekat pada suatu permukaan dan mengembun pada padatan tersebut<sup>35,36</sup>.

Adsorben yang terbuat dari limbah daun nanas dapat mengadsorpsi logam berat salah satunya yaitu logam Fe pada air lindi. Mekanisme adsorpsi oleh adsorben daun nanas yaitu dengan penyerapan molekul ion logam dalam pori-pori dari adsorben sehingga dapat terpisah dari cairan. Sedangkan jika pori-pori adsorben ini belum terbuka secara sempurna, daya adsorpsinya juga akan berkurang<sup>19</sup>.

### 2. Faktor faktor yang mempengaruhi adsorpsi Fe

Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi adsorpsi yaitu diantaranya sebagai berikut<sup>35</sup>:

#### a. Kecepatan pengadukan

Kecepatan pengadukan mempengaruhi hasil adsorpsi yaitu jika pengadukan terlalu lambat maka proses adsorpsi berlangsung lambat, akan tetapi jika pengadukan terlalu cepat kemungkinan struktur adsorben cepat rusak, sehingga proses adsorpsi kurang optimal. Berdasarkan penelitian sebelumnya Semakin cepat pengadukan penyerapan logam Fe semakin meningkat karena pengadukan akan

menyebabkan limbah fixer dan karbon aktif komersial dapat bercampur lebih cepat dan kontak yang terjadi dapat lebih cepat pula sehingga proses adsorpsi berlangsung lebih cepat<sup>37</sup>.

b. Waktu Kontak

Waktu kontak mempengaruhi proses adsorpsi. Penentuan waktu kontak yang menghasilkan kapasitas adsorpsi maksimum terjadi pada waktu kesetimbangan. Berdasarkan penelitian sebelumnya Semakin lama waktu kontak yang digunakan semakin meningkat penurunan kadar Fe karena proses penyerapan adsorbat lebih baik<sup>37</sup>.

c. Ukuran partikel

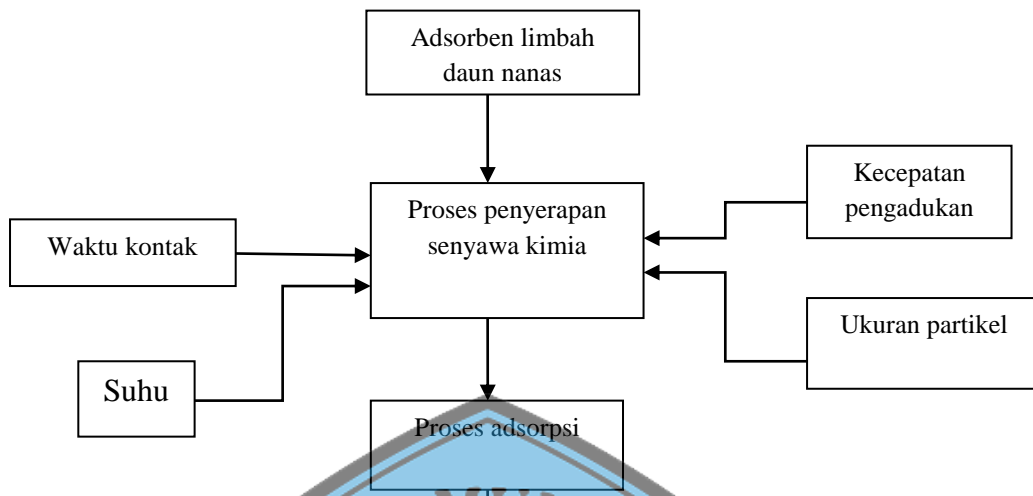
Ukuran partikel juga mempengaruhi proses adsorpsi. Dimana semakin halus ukuran partikel adsorben, efisiensi penyisihan semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena ukuran partikel yang kecil mempunyai tenaga inter molekuler yang lebih besar sehingga penyerapannya menjadi lebih baik. Semakin luas permukaan adsorben, maka semakin banyak zat yang teradsorpsi. Luas permukaan adsorben ditentukan oleh ukuran partikel dan jumlah dari adsorben<sup>18,37</sup>.

d. Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi adsorpsi logam Fe. Naik turunnya efisiensi adsorpsi dipengaruhi oleh suhu. Semakin tinggi suhu, maka akan memperbesar penyerapan polutan oleh adsorben. Suhu optimum pada penurunan kadar besi (Fe) terjadi berkisar antara 26-30°C<sup>38</sup>.



## F. Kerangka Teori



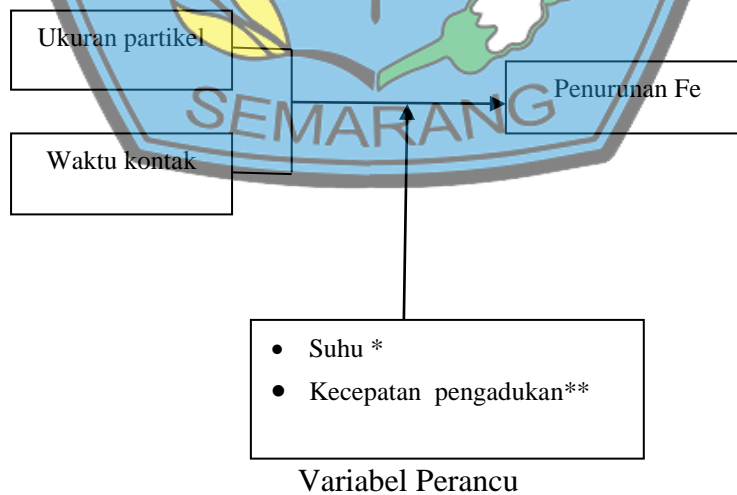
Gambar 2.1. kerangka teori

Sumber : 35,36,18,38

## G. Kerangka Konsep

Variabel bebas

Variabel Terikat



Gambar 2.2. Kerangka Konsep

Keterangan :

\* = diukur

\*\* = dikendalikan

## F. Hipotesis

1. Ada pengaruh ukuran partikel adsorben limbah daun nanas terhadap penurunan Fe pada air lindi.
2. Ada pengaruh waktu kontak adsorben limbah daun nanas terhadap penurunan Fe pada air lindi.
3. Ada pengaruh interaksi ukuran partikel dan waktu kontak adsorben limbah daun nanas terhadap penurunan Fe pada air lindi.

