

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Penelitian Terdahulu

Penelitian – penelitian terdahulu menjadi salah satu acuan penulis dalam melakukan penelitian sehingga dapat memperkaya ilmu dasar teori dan pengetahuan sehingga digunakan untuk mengkaji dan mengembangkan penelitian yang akan dilakukan. Beberapa hasil penelitian dari peneliti terdahulu dijadikan penulis sebagai referensi dalam memperkaya bahan kajian terhadap penelitian saat ini.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Judul	Peneliti/ Tahun	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Pengaruh variasi waktu tinggal terhadap kadar BOD, COD, dan TSS pada pengolahan lindi TPA bukit pinang Samarinda menggunakan sistem aerasi bertingkat dan sedimentasi	Sarwono., dkk (2017)	Dalam penelitian ini, pengambilan sampel lindi di TPA Bukit Pinang Kota Samarinda dilakukan dengan cara <i>grab sampling</i> (sesaat).	Pengolahan air lindi TPA menggunakan sistem aerasi bertingkat dan sedimentasi dengan variasi waktu tinggal yang berbeda yaitu selama 4 jam, 6 jam, dan 8 jam dapat menurunkan kadar BOD, COD, dan TSS.
2.	Pra – rancangan instalasi pengolahan lindi di tempat pemrosesan akhir sampah (TPA) Nangkaleah kecamatan wangunreja, kabupaten Tasikmalaya	Salman., dkk (2020)	Penelitian diawali dengan pengumpulan data primer berupa observasi lapangan dan wawancara untuk memperoleh data desain awal instalasi pengolahan lindi.	Desain fasilitas pengolahan lindi yang akan diterapkan di TPA Nangkaleah adalah kolam penampung, kolam stabilisasi, kolam aerasi, kolam maturasi, lahan basah (<i>wetland</i>) dan pelepasan ke badan air.
3.	Analisis Kualitas Air dan Lindi	Angrianto., dkk (2021)	Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah	Kualitas air lindi di TPA melalui parameter pH, TSS, BOD, COD, N-Total dan

	Permukaan Diareal TPA Sowi Gunung dan Sekitarnya di Kabupaten Manokwari, Papua Barat		metode deskripsif dengan teknik survey potong silang (cross-sectional).	TOC dikategorikan aman karena masih berada dibawah standar baku mutu (PerMenLHK No. 59 tahun 2016).
4.	Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Lindi Di Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPAS) Simpang Kandis Kabupaten Ogan Komering Ulu	Sari & Lucyana (2021)	Metode yang dilakukan adalah pengamatan langsung dilapangan melalui pengukuran-pengukuran debit air lindi, kondisi instalasi tempat pengolahan air lindi dan kinerja instalasi pengolahan air lindi tersebut.	Kondisi sampah di TPAS Simpang Kandis sudah melebihi dinding geotekstil. Pipa yang di rancang untuk permukaan tidak semuanya muncul dipermukaan. Penimbunan tanah, waktu dan tinggi volume atau sampahnya tidak sesuai dengan SOP yang sudah direncanakan.
5.	Analisis Kualitas Lindi (Ph, TSS, Temperatur, Konduktivitas) Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Griyomulyo, Kabupaten Sidoarjo	Muna & Sitogasa (2023)	Metode pengambilan sampel uji air dilakukan berdasarkan SNI 8990:2021. Metode pengujian kelindian dalam air dengan titrimetrik (SNI 06 - 2420-1991).	Air lindi di titik pengolahan akhir yang terletak di effluent wetland pada TPA Griyomulyo memiliki nilai pH, TSS, Suhu dan conductivity sudah memenuhi baku mutu.
6.	Evaluasi Lingkungan TPA Batu Layang Pontianak	Diantoro., dkk (2023)	Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu wawancara terbuka dan mendalam dengan kuesioner terbuka kepada responden yang ditentukan.	Responden menyatakan bahwa keberadaan TPA Batu Layang setelah 5 tahun beroperasi cukup mempengaruhi penurunan kualitas dan manfaat air sumur bagi masyarakat terdampak dengan nilai indeks 68,85.
7.	Evaluasi Kelayakan Bangunan Penahan Sampah Pada Sistem Sanitary Landfill (Studi Kasus : Tpa Pasir Bajjing Kabupaten Garut)	Susetyaningsih, & Harsi (2024)	Perlu memastikan fasilitas dan pemeliharaan yang tepat untuk memastikan keamanan baik.	Kondisi TPA di Pasir Bajing berdasarkan SNI 03-6154-1999 belum memenuhi kriteria SNI.

2.2 Tempat Pemrosesan Akhir (TPA)

Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) merupakan tempat di mana sampah mencapai tahap terakhir dalam pengelolaannya sejak mulai timbul di sumber, pengumpulan, pemindahan/pengangkutan, pengolahan dan pembuangan. TPA merupakan tempat sampah diisolasi secara aman agar tidak menimbulkan gangguan terhadap lingkungan sekitarnya. Karenanya diperlukan penyediaan fasilitas dan perlakuan yang benar agar keamanan tersebut dapat dicapai dengan baik (Dinciptakaru, 2015). Menurut SNI 19-2454-2002, sampah adalah limbah yang bersifat padat terdiri dari bahan organik dan bahan anorganik yang dianggap tidak berguna lagi dan harus dikelola agar tidak membahayakan lingkungan dan melindungi investasi pembangunan.

Untuk mengantisipasi dampak negatif yang diakibatkan oleh metode pembuangan akhir sampah yang tidak memadai seperti yang selalu terjadi di berbagai kota di Indonesia, maka langkah terpenting adalah memilih lokasi yang sesuai dengan persyaratan. Sesuai dengan SNI 03-3241-1997 tentang Tata Cara Pemilihan Lokasi TPA, bahwa lokasi yang memenuhi persyaratan sebagai tempat pembuangan akhir sampah adalah :

1. Jarak dari perumahan terdekat 500m
2. Jarak dari badan air 100m
3. Jarak dari bandara 1500m (pesawat baling-baling); 3000m (pesawat jet).
4. Muka air tanah $> 3\text{m}$

5. Jenis tanah lempung dengan konduktivitas hidrolik $< 10^{-6}$
6. Merupakan tanah tidak produktif cm/det
7. Bebas banjir minimal periode 25 tahun.

Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Simpang Kandis adalah salah satu tempat Pemrosesan akhir sampah terbesar di Kabupaten Ogan Komering Ulu (OKU). Luas lahan yang dipakai untuk tempat pemrosesan akhir sampah Simpang Kandis Kabupaten OKU seluas 33 hektar dari sejak mulai beroperasi pada tahun 2014 hingga sekarang. Setiap hari volume sampah yang dihasilkan di Kabupaten Ogan Komering Ulu mencapai sekitar 180m^3 perhari atau sampah mencapai 50 ton/hari (Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten OKU, 2019).

2.3 Air Lindi (*Leachate*)

Air lindi adalah cairan sampah yang mengandung unsur – unsur terlarut dan tersuspensi, air lindi merupakan cairan yang keluar dari tumpukan sampah, dan ini salah satu bentuk pencemaran lingkungan yang dihasilkan oleh timbunan sampah. Sampah yang tertimbun di lokasi TPA mengandung zat organik, jika hujan 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. Air lindi yang berada di permukaan tanah dapat menimbulkan polusi pada air tanah dan air permukaan. *Leachate* (air lindi) yang dihasilkan dari sampah domestik umumnya mempunyai karakteristik kandungan bahan organik yang tinggi, contoh sampah organik basah adalah sisa sayur, kulit pisang, buah yang busuk, kulit

bawang dan sampah organik kering adalah sampah yang sedikit mengandung air, misalnya kayu, ranting pohon dan daun – daun yang kering.

Air lindi (*Leachate*) adalah air dengan kandungan organik yang berkonsentrasi tinggi, terbentuk di dalam *landfill* yang diakibatkan adanya air hujan yang masuk kedalam *landfill*. Cairan air ini sangat berbahaya, selain mempunyai kandungan organik yang tinggi, cairan ini juga mengandung unsur logam (Seperti Zn, Hg). Jika tidak diatasi dengan benar, tanah sekitar *landfill* dapat menyerap air lindi dan mencemari air tanah yang ada di sekitar *landfill* (Abrauw, 2019). Dampak pencemaran air lindi adalah sebagai berikut :

a) Air Permukaan

Air permukaan yang terpolusi oleh air lindi dengan kandungan zat organik tinggi, pada proses penguraian secara biologis akan menghabiskan kandungan oksigen dalam air dan akhirnya seluruh kehidupan dalam air yang tergantung oleh keberadaan oksigen terlarut akan mati (Thomas, dkk. 2019).

b) Air Tanah

Air tanah yang terpolusi oleh air lindi dengan konsentrasi tinggi, menyebabkan terbatasnya O₂ dalam jangka waktu yang lama sehingga sumber air yang berasal dari air tanah tidak sesuai lagi untuk air bersih

Menurut Adam (2015), keberagaman kualitas air lindi akan sangat tinggi apabila komposisi sampah didominasi oleh sampah domestik. Waktu juga menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas air lindi. Pada air lindi yang masih

baru, kandungan bahan organik dan bahan pencemar lain akan lebih tinggi dibandingkan dengan air lindi yang sudah berada lama di *landfill*.

2.4 Karakteristik Air Lindi

Karakteristik air lindi merupakan salah satu aspek yang penting dalam pengembangan metode dan teknik remediasi (Jayawardhana, dkk. 2016). Karakteristik air lindi sangat bervariasi tergantung pada berbagai proses yang terjadi di dalam *landfill*, yang meliputi proses fisik, dan biologis (Wiyanti & Juliardi, 2018). Sedangkan faktor – faktor yang mempengaruhi proses yang terjadi di *landfill* antara lain : jenis sampah, lokasi *landfill*, hidrogeologi dan sistem pengoperasian, faktor tersebut sangat bervariasi pada suatu tempat pembuangan yang satu dengan yang lainnya, begitu pula aktivitas biologis serta proses yang terjadi pada timbunan sampah baik secara aerob maupun anaerob. Dengan adanya hal tersebut maka akan mempengaruhi pula produk yang dihasilkan akibat proses dekomposisi seperti kualitas dan kuantitas air lindi serta gas, sebagai contoh bila suatu TPA banyak menimbun sampah jenis organik maka karakter air lindi yang dihasilkan akan mengandung zat organik tinggi, disertai bau.

2.5 Parameter Air Lindi

Ada beberapa parameter limbah lindi yang harus memenuhi baku mutu yang berlaku yaitu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 59 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Lindi, diantaranya sebagai berikut :

2.5.1 pH (*Power of Hydrogen*)

pH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman ataupun tingkat kebasahann yang dimiliki oleh suatu larutan. Derajat keasaman berpengaruh terhadap daya racun bahan pencemaran dan kelarutan

beberapa gas, serta menentukan banyak zat di dalam air. Skala pH berkisar antara 1 – 14 (Ningrum, 2018). Kadar asam yang terkandung pada suatu larutan akan mempengaruhi nilai pH, semakin asam suatu larutan, maka akan semakin kecil pH nya. Untuk mengukur kadar pH dapat dilakukan dengan menggunakan kertas lakmus ataupun pH meter.

2.5.2 COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD (*Chemical Oxygen Demand*) merupakan jumlah kebutuhan oksigen yang diperlukan untuk mendegradasi bahan – bahan organik secara kimia dalam air. Penurunan COD menekankan kebutuhan oksigen akan kimia di manasenyawa – senyawa yang diukur merupakan bahan – bahan yang tidak dapat dipecah secara biokimia (Nurjanah, dkk. 2017).

2.5.3 BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) merupakan analisis yang berbentuk empiris yang secara global tidak jauh dengan proses mikrobiologis yang terdapat di dalam zat cair. Analisa terhadap kandungan BOD sangat diprioritaskan dalam melihat proses mikrobiologis yang terjadi di dalam zat cair. BOD dapat dikatakan sebagai suatu ukuran jumlah oksigen yang digunakan oleh perairan yang mengandung populasi mikroba sebagai respon terhadap masuknya bahan organik yang dapat diurai. Dari penjelasan ini dapat disimpulkan bahwa meskipun nilai BOD menyatakan jumlah oksigen, tetapi nilai BOD dapat juga diartikan sebagai gambaran jumlah bahan organik yang dapat terurai dengan mudah (*biodegradable organics*) yang ada di perairan (Taher, 2015).

2.5.4 TSS (*Total Suspended Solid*)

TSS (*Total Suspended Solid*) merupakan padat dan tidak terlarut yang menyebabkan terjadinya kekeruhan air (Karina, 2017). Berdasarkan sifat fisik kualitas air didasarkan pada jumlah kandungan *Total Suspended Solid* (TSS) pada dasarnya partikel – partikel yang terdapat di dalam air akan menyebabkan air menjadi keruh sehingga perlunya penanganan dalam menangani kekeruhan air yang terjadi (Sarwono, dkk. 2017).

2.5.4 N – Total (Nitrogen Total)

Nitrogen Total adalah jumlah atau kadar kekeruhan nitrogen yang terdapat dalam limbah cair atau sampel, air permukaan dan lainnya. Analisis air limbah terhadap nitrogen total meliputi berbagai nitrogen yang berbeda – beda yaitu amonia, nitrit dan nitrat. Di dalam air limbah kebanyakan dari nitrogen itu pada dasarnya terdapat dalam bentuk organik atau nitrogen protein dan amonia. Setingkat demi setingkat nitrogen organik itu diubah menjadi nitrogen amonia, dalam kondisi – kondisi aerobik, oksidasi dari amonia menjadi nitrit dan nitrat terjadi sesuai waktunya (Sali, dkk. 2018).

2.5.5 Kadmium (Cd)

Di perairan umumnya Kadmium hadir dalam bentuk ion – ionnya yang terhidrasi, garam – garam klorida, dikomplekskan dengan ligan anorganik atau membentuk kompleks dengan ligan organik. Logam kadmium akan mengalami proses biotransformasi dan bioakumulasi dalam organisme hidup (tumbuhan, hewan dan manusia). Dalam tubuh biota perairan jumlah logam yang terakumulasi akan terus mengalami peningkatan. Di samping itu, tingkatan biota

dalam sistem rantai makanan turut menentukan jumlah Cd yang terakumulasi. Di mana pada biota yang lebih tinggi stratanya akan ditemukan akumulasi Cd yang lebih banyak, sedangkan pada biota top level merupakan tempat akumulasi paling besar. Bila jumlah Cd yang masuk tersebut melebihi ambang maka biota dari suatu level atau strata tersebut akan mengalami kematian dan bahkan kemusnahan (Nur, 2015).

2.6 Baku Mutu Air Lindi

Kualitas air lindi diketahui dengan membandingkan konsentrasi parameter terukur dengan baku mutu yang berlaku. Di Indonesia sendiri baku mutu air lindi diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 59 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Lindi bagi Usaha dan/atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah seperti pada Tabel 2.2 berikut ini.

Tabel 2.2Baku Mutu Air Lindi Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 59 Tahun 2016

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
Kadmium	0,1	mg/L

2.7 Kolam Penampungan Air Lindi

Air lindi yang berasal dari fase TPA kemudian dikumpulkan menuju ke dalam kolam penampungan. Kolam lindi terdiri dari beberapa kolam sebagai tempat menetralkan air lindi agar tidak mengakibatkan luapan air ke tanah. Struktur air lindi terdiri dari beberapa lapisan untuk memfilter air tersebut yang

terdiri dari struktur paling bawah adalah tanah kemudian pasir diatasnya serta jerami pada lapisan teratas. Dalam proses menetralkan air lindi terdapat beberapa aspek yang meliputi :

- Material yang digunakan harus tahan terhadap sifat asam dari *leachate*
- Perhitungan dimensi untuk menyesuaikan dengan volume air lindi

Untuk mengalirkan air lindi dari area fase *landfill*, diperlukan sistem yang berfungsi untuk menangkap aliran air dalam kemiringan tertentu. Hal tersebut dapat dilakukan dengan melakukan penggalian terhadap sisi miring timbunan sampah dalam kedalaman 50 cm, kemudian disalurkan melalui pipa dengan diameter yang sudah direncanakan. Dengan demikian, air lindi yang sudah berada didalam pipa penangkap kemudian dialirkan menuju IPAL. Apabila lahan yang tersedia mempunyai ukuran yang luas, maka perencanaan IPAL dapat direncanakan dengan lengkap meliputi kolam anaerobik, kolam fokultatif dan kolam maturasi.

Waktu detensi suatu kolam akan sangat besar begitu juga dengan dimensinya apabila pada kolam pengumpul tersebut tidak ditambahkan proses menteralisir air limbah menggunakan bahan kimia. Oleh karena itu, dalam mengatasi permasalahan tersebut perlu adanya aerasi untuk mempersingkat waktu pengendapan dan membuat ukuran rencana kolam dapat diperkecil.

Berdasarkan pada (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 3, 2013 : 176) direncanakan beberapa jenis kolam untuk mengolah air lindi tanpa bantuan

penetralisiran tambahan. Berikut merupakan jenis kolam yang digunakan dalam merencanakan IPAL yang tersaji pada Tabel 2.3

Tabel 2.3 Jenis Kolam IPAL

Jenis kolam	Kedalaman (m)	Pengendapan (hari)
Anaerobik	2,5 – 5,0	20 – 50
Fakultatif	1,5 – 2,5	3 – 30
Maturasi	1,0 – 1,5	5 – 20