

**ANALISIS KUALITAS AIR DISEKITAR SITUS TPA SUMOMPO
KOTA MANADO**

***WATER QUALITY ANALYSIS DISTRIBUTED TPA SUMOMPO SITE
MANADO CITY***

Maria Insiana Su ¹⁾, Verry R. Ch Warouw ²⁾, Karamoy Lientje Theffie ²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sam Ratulangi, Manado

²⁾Dosen Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sam Ratulangi, Manado

ABSTRACT

The research was conducted around the site of the final processing site (TPA) of Sumompo Manado municipal waste, with the aim to analyze the water quality around the Sumompo TPA site. Benefits of research that can provide information to the community and local government about the quality of water around the Site TPA waste, including: Groundwater quality, surface water and leachate. The research was conducted using survey method and the data was analyzed by desktritif, tabelaris and garif. TPA sampling point using GPS (Global Position System), and determination of sampling point by purposive sampling technique. The parameters observed through physical, chemical and microbiological aspects. The results showed that the total coliform parameters for springs, wells and boreholes respectively were 17, 27 and 2 APM / 100ml, which means exceeding the quality standard of water in accordance with Permenkes NO. 492 of 2010. The quality of leachate river water with BOD parameters 110 mg / l, COD 323 mg / l, TDS 1830 mg / l, and Nitrate 13.10 mg / l which has exceeded the quality standard according to class II based on PP. No. 82 in 2001. Leachate quality of inlet leachate and leachate drainage with COD, TDS and Nitrate parameters were 898 mg / l, 4130 mg / l and 111.01 mg / l and 334 mg / l, 5170 mg / l, respectively, L and 144.6 mg / l exceeding the leachate effluent quality standard. In accordance with the Standard Operating Standards Manual (NSPM) 2006.

Keywords: Sumompo TPA, Water Quality

ABSTRAK

Penelitian ini dilaksanakan disekitar situs tempat pemrosesan akhir (TPA) sampah Sumompo Kota Manado, dengan tujuan untuk menganalisis kualitas air disekitar situs TPA Sumompo. Manfaat penelitian yaitu dapat memberikan informasi kepada masyarakat dan pemerintah setempat mengenai kualitas air disekitar Situs TPA sampah, meliputi: Kualitas air tanah, air permukaan dan lindi. Penelitian dilakukan menggunakan metode survey dan data dianalisis secara deskriptif, tabelaris dan garif. Titik pengambilan sampel TPA menggunakan GPS (*Global Position System*), dan penentuan titik pengambilan sampel secara teknik *purposive sampling*. Adapun Parameter-parameter yang diamati melalui aspek fisik, kimia dan mikrobiologi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter total coliform untuk mata air, sumur kampung dan sumur bor masing-masing sebanyak 17, 27 dan 2 APM/100ml, hal ini berarti melebihi baku mutu kualitas air sesuai dengan Permenkes N0. 492 tahun 2010. Kualitas air sungai pembuangan lindi dengan parameter BOD 110 mg/l, COD 323 mg/l, TDS 1830 mg/l, dan Nitrat 13,10 mg/l yang telah melebihi baku mutu sesuai kelas II berdasarkan PP. No. 82 tahun 2001. Kualitas lindi yaitu bak lindi inlet dan drainase lindi dengan parameter COD, TDS dan Nitrat masing-masing sebanyak 898 mg/l, 4130 mg/l, dan 111,01 mg/l dan 334 mg/l, 5170 mg/l dan 144,6 mg/l yang melebihi baku mutu efluen lindi. Sesuai dengan Norma Standar Pengoperasian Manual (NSPM) 2006.

Kata kunci: TPA Sumompo, Kualitas Air

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Peningkatan jumlah penduduk di kota akan berpengaruh besar terhadap kebutuhan pokok yaitu kebutuhan akan air bersih. Air merupakan salah satu elemen terpenting bagi kehidupan makhluk hidup di bumi. Air memiliki banyak manfaat bagi keberlangsungannya makhluk hidup. Namun yang ada di alam bukanlah didapat sebagai air murni, melainkan sebagai air yang mengandung bermacam-macam zat, baik yang terlarut ataupun tersuspensi. Jenis zat tersebut tergantung dari kondisi lingkungan sekitar sumbernya.

Kelestarian lingkungan biasanya selalu dikaitkan dengan pencemaran, berbicara mengenai masalah pencemaran tidak akan terlepas dari masalah kelestarian lingkungan. Hal ini terjadi terutama di kota-kota besar yang disebabkan oleh adanya sampah yang akan berdampak negatif terhadap lingkungan sekitarnya seperti pemandangan tidak sedap, bau busuk, tercemarnya air dan tanah oleh limbah buangan, juga menjadi wadah

perkembangan penyakit menular dan lain-lain. Purwendro & Nurhidayat, (2006) Sampah merupakan bahan buangan dari kegiatan rumah tangga, komersial, industri atau aktivitas-aktivitas yang dilakukan oleh manusia. Sampah juga merupakan hasil sampingan dari aktivitas manusia yang sudah tidak terpakai

Tempat pemrosesan akhir (TPA) sampah Sumompo merupakan tempat pemrosesan akhir sampah utama yang disediakan bagi penduduk kota Manado. Letak TPA sampah Sumompo ini di Kecamatan Tuminting, Manado Sulawesi Utara. Menurut Roby Bawolo (2017) selaku pegawai Badan lingkungan Hidup (BLH), menjelaskan awal dibangunnya TPA Sumompo ini sejak tahun 1971 dalam kondisi lokasi yang berjurang dan terbuka, adapun menggunakan alat sewaktu itu secara manualisasi. Operasi sistem pengelolaan sampah yang telah terealisasi yaitu sistem *Open Dumping*, dengan luas lahan yang tersedia berjumlah 6 hektar. Seiring dengan berputarnya waktu dari tahun ke tahun penambahan sampah kota Manado juga semakin meningkat.

Sejak tahun 2008, penambahan luas lahan TPA Sumompo berjumlah 4 hektar dengan sistem pengelolaan sampah TPA telah beralih ke sistem *sanitary landfill*. Cara pengelolaan Sanitary ini adalah cara pengelolaan dimana sampah TPA ditimbun dengan lapisan tanah setiap hari, pada lokasi yang bercekung (lubang), yang bertujuan untuk mengurangi tingkat pencemaran lingkungan yang tinggi, seperti polusi udara, tanah dan air. Tamod (2008) menyatakan sampah kota yang ditimbun di tempat pemrosesan akhir (TPA), berpotensi menyebabkan pencemaran terhadap lingkungan baik pencemaran air permukaan dan air tanah maupun pencemaran tanah karena adanya air lindi.

Hasil observasi awal wawancara dengan masyarakat disekitar tempat pemrosesan akhir (TPA) sampah Sumompo Manado, pada pertengahan bulan oktober tahun 2016 berpersepsi bahwa keberadaan (TPA) dapat memberikan dampak negatif bagi lingkungan sekitarnya, salah satu dampak negatif yaitu terhadap turunya kualitas air. Hal ini

tidak hanya berdampak terhadap sumur milik warga yang mengalami perubahan air secara fisik, akibat rembesan air lindi yang dapat mengalir masuk ke dalam tanah tetapi juga dapat merembes ke bagian badan permukaan sungai. Selain itu, penanganan dan pengelolaan air lindi TPA Sampah Sumompo yang selama ini telah terlaksana dengan baik, namun tidak menutup kemungkinan juga jika akan berdampak negatif pada turunnya kualitas air tanah (Sumur) dan air permukaan (sungai).

Permasalahan yang paling signifikan dari tempat pemrosesan akhir (TPA) sampah ini adalah lindi. Air Lindi dapat didefinisikan sebagai cairan yang timbul dari hasil dekomposisi biologis sampah yang telah membusuk yang mengalami pelarutan akibat masuknya air eksternal ke dalam timbunan sampah. Air lindi akibat proses degradasi sampah dari TPA merupakan sumber yang mempengaruhi perubahan sifat fisik, kimia maupun biologi (Husin dan Kustaman, 1992). Air lindi yang berada di permukaan tanah dapat menimbulkan polusi pada air tanah dan

air permukaan (Ehrig, 1993). Berdasarkan pada uraian permasalahan diatas maka perlu adanya penelitian di situs TPA untuk menganalisis kualitas air tanah, air permukaan dan air lindi di situs TPA Sumompo dan sekitarnya.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas air disekitar situs tempat pemrosesan akhir (TPA) sampah Sumompo kota Manado.

Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian ini dapat memberikan informasi kepada masyarakat dan pemerintah setempat mengenai kualitas air disekitar tempat pemrosesan akhir (TPA) sampah Sumompo kota Manado.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Sampah

Sampah adalah sisa hasil dari aktivitas manusia sehari-hari, sampah juga merupakan bagian yang sudah tidak dipergunakan lagi. Menurut Azwar (1990) yang dimaksud dengan

sampah adalah sebagian dari sesuatu yang tidak dipakai, tidak disenangi atau sesuatu yang harus dibuang yang umumnya berasal dari kegiatan yang dilakukan manusia (termasuk kegiatan industri), tetapi bukan biologis karena kotoran manusia (*human waste*) tidak termasuk kedalamnya. Sampah didefinisikan sebagai semua bentuk limbah berbentuk padat yang berasal dari kegiatan manusia dan hewan kemudian dibuang karena tidak bermanfaat atau keberadaannya tidak diinginkan lagi (Tchobanoglus, 1993). Sampah padat tersebut kebanyakan beracun karena mengandung zat-zat kimia industry yang membutuhkan penanganan khusus sehingga tidak memberi dampak kepada lingkungan, Anomin (2008)

Menurut undang-undang No. 18 Tahun 2008 tentang pengelolaan sampah, sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan proses alam yang berbentuk padat. Manik (2003) mendefinisikan sampah sebagai suatu benda yang tidak digunakan atau tidak dikehendaki dan harus dibuang, yang dihasilkan oleh kegiatan manusia.

Tempat Pemrosesan Akhir (TPA)

Tempat Pemrosesan Akhir atau (TPA) adalah suatu areal yang menampung sampah dari hasil pengangkutan dari Tempat Pembuangan Sampah (TPS) maupun langsung dari sumbernya (bak/tong sampah) dengan tujuan akan mengurangi permasalahan kapasitas/timbunan sampah yang ada dimasyarakat (Suryono dan Budiman, 2010).

Menurut undang-undang No. 18 Tahun 2008 tentang pengelolaan sampah. Tempat pemrosesan akhir (TPA) adalah tempat untuk memroses dan mengembalikan sampah ke media lingkungan secara aman bagi manusia dan lingkungan. Tempat pengolahan sampah terpadu adalah tempat dilaksanakannya kegiatan pengumpulan, pemilahan, penggunaan ulang, pendauran ulang, pengolahan, dan pemrosesan akhir sampah.

Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) merupakan kegiatan akhir dalam mengelola sampah. Tempat pemrosesan akhir ini harus memenuhi persyaratan sebagai berikut : 1)

tercakup dalam tata ruang kota, 2) jenis tanah harus kedap air, 3) tanah yang tidak produktif untuk pertanian, 4) dapat digunakan minimal 5-10 tahun, 5) bukan daerah yang potensial untuk mencemari sumber air, 6) jarak dari daerah pusat pelayanan kurang lebih 10 km, 7) merupakan daerah bebas banjir, (Kementerian Lingkungan Hidup, 2004).

Lindi

Sampah di TPA akan mengalami proses penguraian secara kimia dan biokimia. Masalah akan timbul ketika air hujan dan air permukaan meresap ke dalam timbunan sampah industri. Ditambah lagi dengan penguraian sampah secara kimia dan biokimia, akan menimbulkan cairan rembesan dengan kandungan padatan dan kebutuhan oksigen yang sangat tinggi dan kemudian bercampur dengan air hujan, cairan ini disebut dengan lindi (Martono, 1996).

Air lindi pada umumnya mengandung senyawa-senyawa organik dan anorganik yang tinggi. Selayaknya benda cair, air lindi akan mengalir ke tempat yang lebih rendah. Air lindi ini

dapat merembes masuk ke dalam tanah dan bercampur dengan air tanah sampai pada jarak 200 meter, ataupun mengalir di permukaan tanah dan bermuara pada aliran air sungai. Secara langsung air tanah atau air sungai tersebut akan tercemar. Air lindi juga dapat mencemari sumber air minum pada jarak 100 meter dari sumber pencemaran (Mahardika 2010).

Air Permukaan

Menurut Undang-undang No. 7 Tahun 2004 tentang sumber daya air menyatakan bahwa, air permukaan adalah semua air yang terdapat pada permukaan tanah. Air permukaan adalah air yang mengalir di permukaan bumi. Pada umumnya air permukaan ini akan mendapat pengotoran selama pengalirannya, misalnya oleh lumpur, batang-batang kayu, daun-daun, kotoran industri kota dan sebagainya. Beberapa pengotoran ini, untuk masing-masing air permukaan akan berbeda-beda, tergantung pada daerah pengaliran air permukaan ini. Jenis pengotorannya adalah merupakan kotoran fisik, kimia dan bakteriologi (Sutrisno, 2002).

Menurut Chandra (2006) dalam buku Pengantar Kesehatan Lingkungan, air permukaan merupakan salah satu sumber penting bahan baku air bersih. Salah satu faktor yang dapat diperhatikan adalah Mutu atau kualitas air baku. Sumber air di permukaan biasanya mengandung bahan-bahan logam yang terlarut seperti Na, Mg, Ca dan Fe dalam jumlah tinggi yang disebut sebagai air sadah (Mandey, 2000).

Air Tanah

Air tanah memiliki beberapa kelebihan dibanding sumber lain. Pertama, air tanah biasanya bebas dari kuman penyakit dan tidak perlu mengalami proses purifikasi. Persediaan air tanah juga cukup tersedia sepanjang tahun, saat musim kemarau sekalipun. Sementara itu, air tanah juga memiliki beberapa kerugian atau kelemahan dibanding sumber air lainnya. Air tanah mengandung zat-zat mineral dalam konsentrasi yang tinggi. Konsentrasi yang tinggi dari zat-zat mineral semacam magnesium, kalsium, dan logam berat seperti besi dapat menyebabkan kesadahan air. Selain itu,

untuk menghisap dan mengalirkan air ke atas permukaan, diperlukan pompa (Chandra, 2007).

Pencemaran Lingkungan

Pengertian mengenai pencemaran lingkungan dalam Undang-undang No. 32 Tahun 2009, Pencemaran lingkungan hidup adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan.

Jenis-jenis pencemaran lingkungan

a. Pencemaran Air

Pencemaran air dapat merupakan masalah, regional maupun lingkungan global, dan sangat berhubungan dengan pencemaran udara serta penggunaan lahan tanah atau daratan. Walaupun air merupakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui, tetapi air akan dapat dengan mudah terkontaminasi oleh aktivitas manusia untuk tujuan yang bermacam-macam sehingga

dengan mudah dapat tercemar (Darmono, 1995).

Menurut Undang-undang No. 82 Tahun 2001 Pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya

b. Pencemaran Tanah

Tanah adalah kumpulan dari bagian-bagian padat yang tidak terikat antara satu dengan yang lain (diantaranya mungkin material organik) dan rongga-rongga diantara bagian-bagian tersebut berisi udara dan air (Verhoef, 1994). Menurut Palar (2008), Pencemaran adalah suatu kondisi yang telah berubah dari kondisi asal ke kondisi yang lebih buruk sebagai akibat masukan dari bahan-bahan pencemar atau polutan.

Materi pencemar yang biasanya terbentuk atau hadir (turunan sampah) di lingkungan TPA yaitu air lindi (*leachate*), selayaknya benda cair air lindi akan mengalir ke tempat yang lebih rendah. Air lindi dapat merembes

ke dalam tanah dan bercampur dengan air tanah, ataupun mengalir di permukaan tanah dan bermuara pada aliran air sungai. Kemampuan leachate mencemari air permukaan/air tanah dipengaruhi oleh kondisi geologi (type tanah dan jenis batuan) serta kondisi hidrologi (kedalaman dan pergerakan air tanah, jumlah curah hujan serta pengendalian aliran permukaan) dimana lokasi TPA berada (Maramis, 2008).

METODOLOGI PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama dua bulan pada bulan November-Desember 2016, dan lokasi pengambilan sampel terletak di situs TPA sampah Sumompo dan sekitarnya. Selanjutnya analisis kualitas air dan lindi dilaksanakan di Laboratorium Baristand Industri Manado.

Alat dan Bahan

Peralatan dan bahan yang digunakan dalam penelitian antara lain :

a. Alat

Botol bersih Aqua, tali, meteran, GPS, aluminium foil, ember, box, alat tulis-

menulis, kamera, alkohol, korek api, es batu, sarung tangan, lebel sampel.

b. Bahan

Air yang berasal dari Mata air, sumur kampung, sungai pembuangan lindi, bak lindi outlet, bak lindi inlet, drainase lindi, dan sumur bor.

Metode Penelitian

Metode penelitian ini menggunakan metode *survey* dan cara menentukan titik pengambilan sampel yaitu secara *purposive sampling*. Setiap pengambilan sampel air disekitar lokasi TPA dicatat dengan menggunakan alat GPS (*global position system*). Kemudian cara pengambilan sampel air harus sesuai dengan (SNI 06-2412-1991) yaitu mengenai metode pengambilan sampel air permukaan.

Prosedur kerja

1. Menentukan jarak untuk pengambilan sampel air dengan menggunakan Global Position System (GPS).
2. Pengambilan sampel air yang sudah terbagi dari tujuh bagian yaitu, mata air, sumur kampung,

sungai pembuangan lindi, bak lindi outlet, bak lindi inlet drainase lindi, Sumur bor.

3. Pengambilan sampel air dengan menggunakan botol yang sudah disterilkan terlebih dahulu, tali, aluminium foil, lebel sampel, dan box pengawet sampel air.
4. Siapkan tujuh buah botol bersih yang tutupnya terbungkus kertas alumunium, volumenya paling sedikit 100 ml dan telah disterilkan pada suhu 120°C selama 15 menit atau dengan cara sterilisasi lain sebagai sebagai wadah sampel.
5. Ikat botol dengan tali dan pasang pemberat di bagian dasar botol
6. Buka pembungkus kertas di bagian mulut botol dan turunkan botol perlahan-lahan ke dalam permukaan air sekitar 5 cm
7. Tarik tali sambil gulung.
8. Buang sebagian isi botol hingga volumenya $\pm 3/4$ volume botol.
9. Bakar bagian mulut botol, kemudian botol ditutup kembali.
10. Beri label pada botol sampel.

11. Masukkan sampel kedalam box pendingin dan dibawah ke laboratorium.

Tahap pengambilan sampel air sumur bor kontrol, menurut (SNI 06-2412-1991)

12. Sterilkan kran dengan cara membakar mulut kran sampai keluar uap air
13. Buka kran dan biarkan air mengalir selama 1 - 2 menit.
14. Alirkan lagi air selama 1 - 2 menit.
15. Buka tutup botol steril dan isi sampai $\pm 3/4$ volume botol.
16. Bakar bagian mulut botol, kemudian botol ditutup lagi.
17. Masukkan sampel kedalam box pendingin dan dibawah ke laboratorium.

Parameter yang akan diamati yaitu,
Fisik (Warna, Kekeruhan, Bau, Suhu)

1. Warna (metode secara Visual)
 2. Kekeruhan (metode Nephelometri)
 3. Bau di uji secara organoleptik
 4. Suhu (metode termometer)
- Kimia (pH, BOD, COD TSS, TDS, Nitrat)

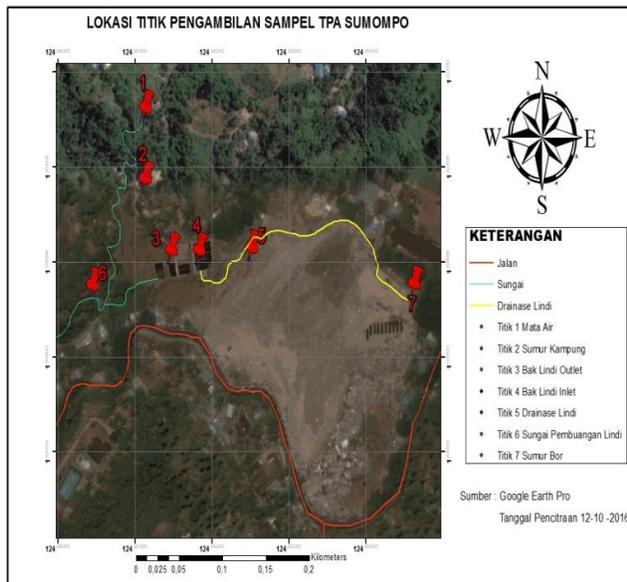
1. pH (metode Elektrometri)
 2. BOD (metode Titrimetri)
 3. COD (metode spektrofotometri)
 4. TSS (metode gravimetri)
 5. TDS (metode gravimetri)
 6. Nitrat (metode spektrofotometri)
- Biologi (total coliform) dengan metode Angka Paling Mungkin (APM)

Analisis Data

Data yang dikumpulkan dianalisis secara deskriptif, tabelaris dan grafik

Peta Lokasi Titik Pengambilan Sampel

Adapun lokasi titik pengambilan sampel seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 1. Lokasi titik pengambilan sampel TPA Sumompo

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Analisis Kualitas Air Tanah, Air Permukaan dan Lindi

Untuk mengetahui kualitas air tanah, air permukaan dan lindi yang telah dilakukan pengukuran pada beberapa titik sampel yaitu mata air, sumur kampung, sungai pembuangan lindi, bak lindi outlet, bak lindi inlet, drainase lindi dan sumur bor. Selanjutnya untuk data hasil analisis laboratorium dan status baku mutu air dan lindi dari beberapa parameter yang digunakan meliputi aspek fisik, kimia dan mikrobiologi air yaitu antara lain: Warna, Kekeruhan, Bau, Suhu, pH, BOD, COD, TSS, TDS, Nitrat, Coliform. Berikut ini adalah tabel-tabel hasil analisis laboratorium untuk contoh air tanah, air permukaan dan lindi di daerah penelitian tempat pemrosesan akhir (TPA) sampah Sumompo kota Manado.

Kualitas Air Tanah

Data kualitas air tanah yang dikumpulkan meliputi Mata Air dan Sumur kampung.

Tabel. 1 Hasil Uji Mata Air

Parameter	Satuan	Hasil	Baku Mutu *
Warna	Pt-Co	1	15
Kekeruhan	NTU	0,1	5
Bau	-	Tidak berbau	Tidak berbau
Suhu	°C	26,1	Suhu udara ± 3
pH	-	6,24	6,5-8,5
BOD	mg/l	40	-
COD	mg/l	60	-
TSS	mg/l	10	-
TDS	mg/l	180	500
Nitrat	mg/l	0,19	50
Coliform	APM/100ml	17	0

Sumber analisis : Laboratorium Baristand Industri Manado, 2016

Keterangan : * Kadar maksimum berdasarkan Permenkes/No/492/Thn/2010

a. Mata Air

Secara geografis letak lokasi titik pengambilan air tanah untuk mata air (titik 1) seperti tertera pada peta lokasi titik pengambilan sampel TPA Sumompo adalah $1^{\circ} 31' 17,3''$ Lintang Utara dan $124^{\circ} 51' 42,4''$ Bujur Timur. Berdasarkan Permenkes No. 492 tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum dan hasil analisis laboratorium, parameter-parameter yang digunakan untuk menentukan kualitas air tanah yaitu: Warna, Kekeruhan, Bau, Suhu,

pH, TDS, Nitrat, Coliform. Untuk setiap parameter kualitas air tanah, hasil dan baku mutu masing-masing dapat dilihat pada tabel 1.

b. Sumur kampung

Secara geografis letak lokasi titik pengambilan air tanah untuk sumur kampung (titik 2) seperti tertera pada peta lokasi titik pengambilan sampel TPA Sumompo adalah $1^{\circ} 31' 15,2''$ Lintang Utara dan $124^{\circ} 51' 42,3''$ Bujur Timur.

Tabel. 2 Hasil Uji Sumur kampung

Parameter	Satuan	Hasil	Baku Mutu*
Warna	Pt-Co	1	15
Kekeruhan	NTU	0,1	5
Bau	-	Tidak berbau	Tidak berbau
Suhu	°C	26,0	Suhu udara ± 3
pH	-	6,90	6,5-8,5
BOD	mg/l	35	-
COD	mg/l	62	-
TSS	mg/l	10	-
TDS	mg/l	420	500
Nitrat	mg/l	15,87	50
Coliform	APM/100ml	27	0

Sumber Analisis : Laboratorium Baristand Industri Manado, 2016

Keterangan : * Baku Mutu berdasarkan Permenkes/No/492/Thn/2010

Berdasarkan Permenkes NO. 492 tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum dan hasil analisis laboratorium, parameter-parameter yang digunakan untuk menentukan kualitas air tanah yaitu: Warna, Kekeruhan, Bau, Suhu, pH, TDS, Nitrat, Coliform. Untuk setiap parameter kualitas air tanah, hasil dan baku mutu masing-masing dapat dilihat pada tabel 2.

Kualitas Air Permukaan

Data kualitas air permukaan yang dikumpulkanyaitu Sungai Pembuangan Lindi.

Secara geografis letak lokasi titik pengambilan air permukaan untuk sungai pembuangan lindi (titik3) seperti tertera pada peta lokasi titik pengambilan sampel (TPA) sampah Sumompo adalah 01°31'12,1" Lintang Utara dan 124°51'40,6" Bujur Timur. Berdasarkan Peraturan Pemerintah NO. 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air serta hasil analisis laboratorium, parameter-parameter yang digunakan untuk menentukan kualitas air permukaan yaitu: pH, BOD, COD, TSS, TDS, Nitrat, Coliform. Untuk setiap parameter kualitas air permukaan, hasil dan baku mutu

masing-masing dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel. 3 Hasil uji Sungai pembuangan lindi

Parameter	Satuan	Hasil	Baku Mutu * Kelas II
Warna	Pt-Co	>20	-
Kekeruhan	NTU	5	-
Bau	-	Berbau	-
Suhu	°C	26,0	-
pH	-	7,89	6 - 9
BOD	mg/l	110	3
COD	mg/l	323	25
TSS	mg/l	10	50
TDS	mg/l	1830	1000
Nitrat	mg/l	13,10	10
Coliform	APM/100ml	> 1600	5000

Sumber Analisis: Laboratorium Baristand Industri Manado, 2016
Keterangan : * Baku Mutu berdasarkan PP/No/82/Thn/2001

Kualitas Lindi

Data kualitas lindi yang dikumpulkan meliputi: Bak Lindi Outlet, Bak lindi Inlet dan drainase lindi.

a. Bak lindi outlet

Secara geografis letak lokasi titik pengambilan lindi untuk bak lindi outlet (titik 4) seperti tertera pada peta lokasi titik pengambilan sampel (TPA) sampah Sumompo adalah $01^{\circ} 31'$

$12^{\circ} 43,1'$ Lintang Utara dan $124^{\circ} 51'$ Bujur Timur. Berdasarkan Pedoman Pengoperasian dan Pemeliharaan TPA (NSPM) 2006 dan hasil analisis laboratorium, parameter-parameter yang digunakan untuk menentukan lindi yaitu: pH, BOD, COD, TSS, TDS dan Nitrat. Untuk setiap parameter kualitas lindi, hasil dan baku mutu masing-masing dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel. 4 Hasil uji bak lindi outlet

Parameter	Satuan	Hasil	Baku Mutu Lindi*
Warna	Pt-Co	>20	-
Kekeruhan	NTU	1	-
Bau	-	Berbau	-
Suhu	°C	25,9	-
pH	-	8,10	6 - 9
BOD	mg/l	120	150
COD	mg/l	164	300
TSS	mg/l	20	400
TDS	mg/l	3210	4000
Nitrat	mg/l	60,06	30
Coliform	APM/100ml	14	-

Sumber Analisis: Laboratorium Baristand Industri Manado, 2016

Keterangan : * Baku Mutu sesuai Pedoman Pengoperasian dan Pemeliharaan TPA (NSPM) 2006

b. Bak lindi inlet (NSPM) 2006, dan hasil analisis

Secara geografis letak lokasi titik laboratorium, parameter-parameter pengambilan lindi untuk bak lindi inlet yang digunakan untuk menentukan (titik 5) seperti tertera pada peta lokasi lindi yaitu: pH, BOD, COD, TSS, titik pengambilan sampel (TPA) TDS, dan Nitrat. Untuk setiap Sumompo adalah $01^{\circ} 31' 13,0''$ parameter kualitas lindi, hasil dan baku lintang Utara dan $124^{\circ} 51' 44,5''$ mutu masing-masing dapat dilihat pada Bujur Timur. Berdasarkan Pedoman table 5. Pengoperasian dan Pemeliharaan TPA

Tabel. 5 Hasil uji bak lindi inlet

Parameter	Satuan	Hasil	Baku Mutu Lindi*
Warna	Pt-Co	>20	-
Kekeruhan	NTU	1	-
Bau	-	Berbau	-
Suhu	°C	25,9	-
pH	-	8,11	6 - 9
BOD	mg/l	129	150
COD	mg/l	898	300
TSS	mg/l	20	400
TDS	mg/l	4130	4000
Nitrat	mg/l	111,01	30
Coliform	APM/100ml	240	-

Sumber Analisis: Laboratorium Baristand Industri Manado, 2016

Keterangan : * Baku Mutu sesuai Pedoman Pengoperasian dan Pemeliharaan TPA (NSPM) 2006

a. Drainase lindi

Secara geografis letak lokasi titik pengambilan lindi untuk drainase lindi (titik 6) seperti tertera pada peta lokasi titik pengambilan sampel (TPA) Sumompo adalah $01^{\circ} 31' 13,7''$

Lintang Utara dan $124^{\circ} 51' 46,1''$ Bujur Timur.

Berdasarkan Pengoperasian dan Pemeliharaan TPA (NSPM) 2006, dan hasil analisis laboratorium, parameter-parameter yang digunakan untuk menentukan lindi yaitu: pH, BOD, COD, TSS, TDS dan Nitrat. Untuk setiap parameter kualitas lindi, hasil dan baku mutu masing-masing dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel. 6 Hasil uji drainase lindi

Parameter	Satuan	Hasil	Baku Mutu Lindi*
Warna	Pt-Co	>20	-
Kekeruhan	NTU	5	-
Bau	-	Berbau	-
Suhu	$^{\circ}\text{C}$	25,8	-
pH	-	8,11	6 - 9
BOD	mg/l	139	150
COD	mg/l	334	300
TSS	mg/l	30	400
TDS	mg/l	5170	4000
Nitrat	mg/l	144,64	30
Coliform	APM/100ml	34	-

Sumber Analisis: Laboratorium Baristand Industri Manado, 2016

Keterangan : * Baku Mutu sesuai Pedoman Pengoperasian dan Pemeliharaan TPA (NSPM) 2006

Kualitas Air Tanah

Data kualitas air tanah yang dikumpulkan juga dari sumur bor

a. Sumur bor

Secara geografis letak lokasi titik pengambilan air tanah untuk sumur bor (titik 7) seperti tertera pada peta

lokasi titik pengambilan sampel (TPA) Sumompo adalah $0^{\circ} 31' 12,5''$ Lintang Utara dan $124^{\circ} 51' 52,9''$ Bujur Timur. Berdasarkan Permenkes NO. 492 tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum, hasil analisis laboratorium, parameter-

parameter yang digunakan untuk menentukan kualitas air tanah yaitu: Warna, Kekeruhan, Bau, Suhu, pH, TDS, Nitrat, Coliform. Untuk setiap parameter kualitas air tanah, hasil dan baku mutu masing-masing dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel. 7 Hasil uji Sumur Bor

Parameter	Satuan	Hasil	Baku Mutu*
Warna	Pt-Co	1	15
Kekeruhan	NTU	0,5	5
Bau	-	Tidak berbau	Tidak berbau
Suhu	$^{\circ}\text{C}$	26,1	Suhu udara ± 3
pH	-	6,59	6,5-8,5
BOD	mg/l	36	-
COD	mg/l	61	-
TSS	mg/l	10	-
TDS	mg/l	160	500
Nitrat	mg/l	10,12	50
Coliform	APM/100ml	2	0

Sumber Analisis: Laboratorium Baristand Industri Manado, 2016

Keterangan : * Baku Mutu berdasarkan Permenkes/No/492/Thn/2010

B. Pembahasan

Air Tanah

Hasil pengamatan untuk menunjukkan kondisi kualitas tanah dari setiap titik sampel yaitu: mata air, sumur kampung.

Mata Air

Dari hasil penelitian terhadap uji kualitas air tanah untuk mata air

(Tabel.1) menunjukkan bahwa jumlah *coliform* memiliki angka cukup tinggi dari baku mutu yaitu sebanyak 17 APM/100ml, hal ini berarti kualitas air tanah disekitar area (TPA) saat ini dalam kondisi buruk karena tidak memenuhi baku mutu Peraturan Menteri Kesehatan NO. 492 tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Peningkatan kandungan

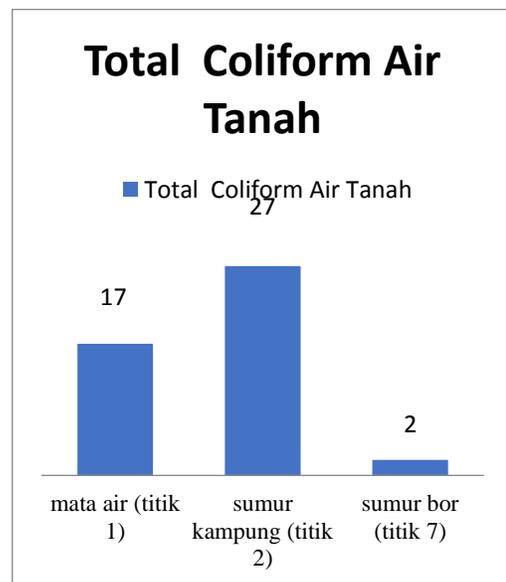
coliform ini diduga disebabkan karena jarak ternak babi dari usaha warga dengan sumber mata air berdekatan sekitar 3 meter. Berdasarkan peraturan menteri kesehatan ini memberikan batas maksimum untuk *coliform* berada dalam 0 APM/100ml. Namun data analisis kualitas air dalam mata air ini hanya dapat digunakan sebagai air bersih seperti pemandian ternak hewan pemeliharaan dan lain-lain kecuali untuk air minum.

Sumur kampung

Hasil dari (Tabel.2) menunjukkan jumlah *coliform* memiliki angka cukup tinggi dari baku mutu berkisar 27 APM/100ml untuk perkiraan kualitas air sumur kampung didaerah penelitian sebagai bahan perbandingan sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan no. 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Diduga tingginya kandungan *coliform* ini disebabkan karena aktivitas peternakan yang dilakukan warga disekitar sumur dan aktivitas lainnya, misalnya tersuspensinya tinja buangan ternak dan jarak septic tank dari sumur warga serta kondisi lingkungan sumur

yang terbuka tanpa penanganan khusus. Menurut Wardhana (2001) hal ini disebabkan karena tingginya jumlah bahan organik sehingga akan diikuti oleh jumlah mikroorganisme baik yang tidak patogen maupun patogen semakin banyak. Jika bahan organik yang harus didegradasi cukup banyak maka membutuhkan mikroorganisme yang banyak, dengan cara berkembangbiak. Dalam berkembang-biakan mikroorganisme tersebut tidak tertutup kemungkinan bahwa mikroba patogen (total koliform) ikut berkembang pula.

Untuk membandingkan kandungan *total coliform* pada sampel air tanah, mata air, sumur kampung dan sumur bor ini dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Total Coliform Air Tanah pada mata air, sumur kampung dan sumur bor.

Dari gambar diatas menunjukkan kandungan coliform tertinggi berdasarkan uji kualitas air tanah terdapat pada sumur kampung (titik 2). Bakteri Coliform adalah bakteri berbentuk batang, Gram negatif, tidak membentuk spora, aerobik dan fakultatif yang meragikan laktosa dengan menghasilkan asam dan gas dalam waktu 48 jam suhu 35 °C, Alaert, G, Santika.S.S. (1987).

Air Permukaan

Hasil pengamatan menunjukkan dari waktu ke waktu jumlah sampah yang ditampung ditempat pemrosesan sampah (TPA) sumompo kian meningkat sehingga menghasilkan air limbah yang bisa mempengaruhi kualitas air permukaan tercemar dengan bahan organik dari air limbah cair TPA.

Dari hasil penelitian (Tabel 3) terhadap uji kualitas air permukaan, sungai pembuangan lindi menunjukkan bahwa kandungan BOD 110 mg/l, COD 323 mg/l, TDS 1830 mg/l dan

Nitrat 13,10 mg/l masing-masing melebihi baku mutu kelas II, sesuai dengan PP N0. 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air. Hal ini menunjukkan lindi (TPA) sampah Sumompo menyebabkan kualitas air permukaan disekitar area (TPA) saat ini dalam kondisi yang mengkhawatirkan. Diduga tingginya kandungan keenam parameter tersebut disebabkan karena pengaruh curah hujan, lebih banyak air yang masuk ke (TPA) sehingga lebih banyak lindi yang dihasilkan. Selain itu faktor topografi lokasi (TPA) yang mempengaruhi pola limpasan dan keseimbangan air dalam dan sekitar situs (TPA). Oleh karena itu air lindi harus diperlakukan dengan baik sebelum dibuang ke badan sungai lewat sistem pengelolaan kimia dan biologi.

Lindi

Hasil pengamatan untuk menunjukkan kondisi kualitas lindi dari

setiap sampel lindi yaitu: Bak lindi outlet, bak lindi inlet dan drainase lindi

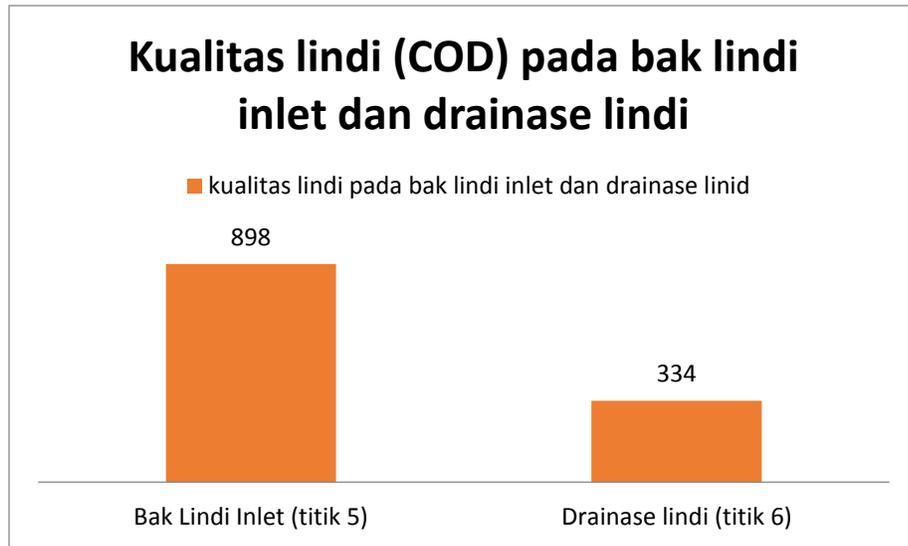
Bak Lindi Outlet

Hasil dari penelitian (Tabel 4) terhadap uji kualitas lindi, bak lindi outlet menunjukkan bahwa kandungan parameter yaitu pH, Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), Total Suspended Solid (TSS), Total Dissolved Solid (TDS) dan Nitrat masing-masing sebanyak 8,10, 120 mg/l, 164 mg/l, 20 mg/l, 3210 mg/l, 60,06 mg/l. Berdasarkan Pengoperasian dan Pemeliharaan TPA (NSPM) 2006, kandungan dari setiap parameter berada dalam batas baku mutu efluen lindi.

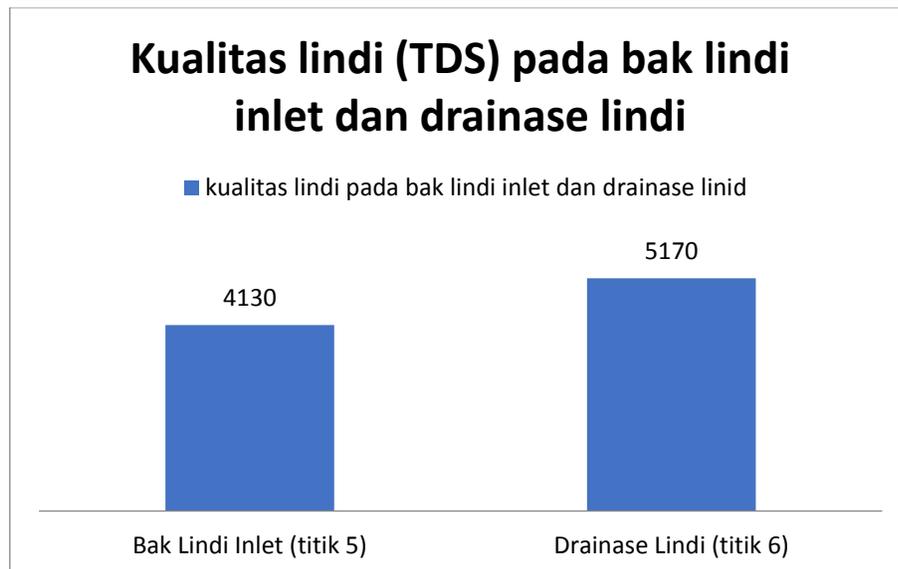
Bak Lindi Inlet dan Drainase Lindi

Hasil penelitian pada (Tabel 5) dan (Tabel 6) untuk uji kualitas lindi, bak lindi inlet dan drainase lindi menunjukkan tingginya kandungan *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Dissolved Solid* (TDS) dan Nitrat yang sama parameter namun memiliki nilai yang berbeda, masing-masing sebanyak 898 mg/l, 4130 mg/l, 111,01

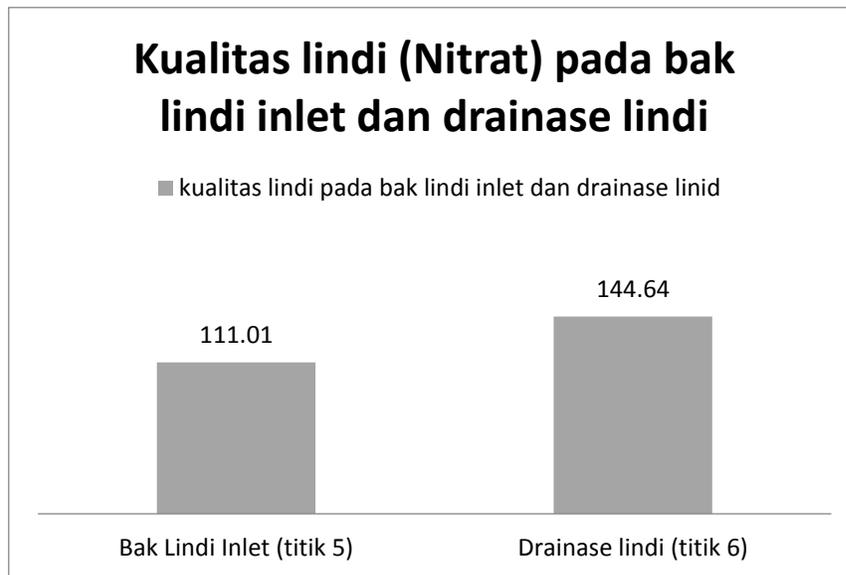
(bak lindi inlet), 334 mg/l, 5170 mg/l, dan 144,64 mg/l (drainase lindi) yang melebihi baku mutu efluen lindi berdasarkan Pengoperasian dan Pemeliharaan TPA (NSPM) 2006. Menurut Kettunen *et al.*, 1996 dalam Romli, *et al.*, (2004), karakteristik air lindi sangatlah bervariasi tergantung dari proses yang terjadi didalam *landfill* meliputi fisik, kimia, dan biologis. Dalam proses tersebut dipengaruhi oleh faktor-faktor tertentu seperti jenis sampah, lokasi *landfill*, hidrogeologi serta sistem pengoperasian. Dengan faktor-faktor tersebut maka akan mempengaruhi produk yang dihasilkan akibat proses dekomposisi seperti kualitas dan kuantitas air lindi. Selanjutnya dalam proses awal degradasi sampah dilahan (TPA) sampah menghasilkan air lindi yang mengandung bahan organik ammonium, sulfat dan klorida bahkan juga memiliki kandungan logam yang tinggi dan beberapa senyawa kimia organik yang berbahaya. Hal ini menunjukkan kualitas lindi TPA sumompo untuk bak lindi inlet dan drainase lindi di Situs TPA saat ini dalam kondisi yang kurang baik.



Gambar 3. Kualitas lindi (COD) pada bak lindi inlet dan drainase lindi



Gambar 4. Kualitas lindi (TDS) pada bak lindi inlet dan drainase lindi



Gambar 5. Kualitas lindi (Nitrat) pada bak lindi inlet dan drainase lindi

Gambar 4, 3, dan 5 diatas menunjukkan kualitas air lindi bervariasi untuk parameter COD, TDS dan Nitrat namun telah melebihi baku mutu berdasarkan norma standar pengoperasian dan pemeliharaan (TPA) sampah. Oleh sebab itu diperlukan penanganan terhadap air lindi untuk mencegah atau mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan sekitarnya. Menurut Biehler dan Hagele, (1995) air lindi sampah dapat ditangani dengan proses yang umum dalam penanganan limbah cair yaitu proses biologis (aerobik, anaerobik, organisme teramobilisasi), oksidasi kimiawi (*ozon* dan *hydrogen peroksida*), kimiawi/fisik (flokulasi,

proses membrane seperti ultrafiltrasi), dan panas (insenerasi, penguapan).

Air Tanah

Hasil penelitian dari (Tabel 7) sumur bor menunjukkan jumlah kandungan *coliform* cukup tinggi yaitu sebanyak 2 APM/100ml. Peningkatan kandungan *coliform* ini diduga disebabkan karena kegiatan aktivitas manusia yang menampung air tanah di dalam bak penampungan melalui pipa sebelum di distribusikan. Menurut Anonim (2007), *Total coliform* merupakan indikator bakteri pertama yang digunakan untuk menentukan aman tidaknya air untuk dikonsumsi. Bila *coliform* dalam air ditemukan

dalam jumlah yang tinggi maka kemungkinan adanya bakteri patogenik seperti *Giardia* dan *Cryptosporidium* di dalamnya. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan no. 492 tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, memberikan batas maksimum untuk coliform berada dalam batas 0 APM/100ml.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kualitas air tanah untuk mata air dan sumur kampung ternyata kandungan total coliform sebanyak 17 dan 27 APM/100ml dan sumur bor sebanyak 2 APM/100ml telah melebihi baku mutu sesuai Permenkes No. 492 tahun 2010

Kualitas Air Permukaan yaitu sungai pembuangan lindi dengan parameter yang melebihi standar baku mutu kelas II berdasarkan PP. No. 82 tahun 2001 tentang pengelolaan Kualitas dan Pengendalian Pencemaran Air yaitu BOD 110 mg/l, COD 323 mg/l, TDS 1830 dan Nitrat 13,10 mg/l

Kualitas Air lindi yaitu bak lindi inlet dan drainase lindi melebihi baku mutu efluen lindi dengan parameter COD, TDS dan Nitrat, masing-masing sebanyak 898 mg/l, 4130 mg/l, dan 111,01 mg/l (bak lindi inlet), dan 334 mg/l, 5170 mg/l dan 144,6 mg/l untuk TDS berkisar (drainase lindi), Sedangkan untuk bak lindi outlet untuk setiap parameter memenuhi baku mutu efluen. Berdasarkan Norma Standar Pengoperasian Manual (NSPM) tentang Pengoperasian dan Pemeliharaan TPA 2006.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini sangat diharapkan partisipasi dari pembaca kiranya penelitian ini dapat bermanfaat untuk membuka wawasan serta menjadi pedoman selanjutnya dalam perencanaan penelitian lebih lanjut khusus di tempat pemrosesan akhir (TPA) sampah untuk mengevaluasi kualitas air dan lindi secara berkesinambungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2008. *Planing For Municipal Solid Waste Management*.
www.Practicalaction.org.
diunduh 20 juni 2008
- 2007. *Total Coliform Bacteria Testing*.
<http://www.waterresearch.net/coliform.htm> diunduh 27 maret 2017
- Azwar. 1990. **Pengantar Ilmu Kesehatan Lingkungan**.
Jakarta: Mutiara Sumber widya Press.
- Biehler, M. J dan S. Hagele. 1995. Treatment Process of Sanitary Landfill
Leachaetes. Natural Resources and Development Vol. 41: 64-84
- Chandra, Budiman. 2006. **Pengantar Kesehatan Lingkungan**. EGC. Jakarta.
- 2007. **Pengantar Kesehatan Lingkungan**. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Darmono, 1995, "Logam Dalam Sistem Biologi Makhhluk Hidup", Penerbit UI- Press, Jakarta.
- Ehrig, H. J.,1993, *Quality and quantity of sanitary landfill Leachate*, Wastewater,managem ent research. Vol : 1. No. www. http ://eprints.upnjatim.ac.id/4880/1/Binder1.pdf (diakses 20 agustus 2016)
- Fardiaz ,Srikandi. 1992. *POLUSI AIR & UDARA*. Penerbit KANISIUS.Yogyakarta.
- Husin, Y.A. dan E. Kustaman. 1992. Metode dan Tehnik Analisis Kualitas Air.
PPLH – Lembaga Penelitian IPB, Bogor.
- Kementerian Lingkungan Hidup (KLH,2004).PeraturanPerundang an-undang.Jilid 2. Jakarta
- Mahardika. 2010. Mendeteksi Dampak Polutan Sampah Terhadap Air Tanah

- Pemukiman Sekitar TPA Dengan Menggunakan Metode Geolistrik. Jurnal Universitas Negeri Malang. Malang
- Mandey L.C 2000. Polusi air terhadap kesehatan. Kerjasama UNFPA dan CARE, Manado.
- Manik, K.E.S., 2003. *Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Djambatan. Jakarta
- Maramis, A, 2008. Pengelolaan Sampah dan Turunannya di TPA, Alumni Program Pasca Sarjana Magister Biologi Terapan, Universitas Satyawacana, Salatiga.
- Martono D H, 1996, "Pengendalian Air Kotor (Leachate) dari Tempat Pembuangan akhir (TPA) Sampah", Analisis Sistem Badan Pengkajian Penerapan Teknologi, Jakarta
<http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/40014/3/Chapter%20II.pdf>
 (20 Agustus 2016)
- Muhammad Romli, Suprihatin, dan Dinna Sulinda, 2004. Penentuan nilai parameter Kinetika lumpur aktif untuk pengelolaan air lindi sampah (Leachate). J. Tek. Ind. Pert. Vol. 14 (2), 56-66
- Notoatmodjo, s. 2003. *Pendidikan dan perilaku kesehatan*, Jakarta : PT Rineka Cipta
- Nomal Standar Manual Pedoman Manual (NSPM), 2006. Tentang Pengoperasian dan Pemeliharaan TPA.
<https://www.slideshare.net/OswarMungkasa/pedoman-pengoperasian-pemeliharaan-tpa-sistem-controlled-landfill-sanitary-landfill>.
- Palar, H. 2008. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Peraturan Pemerintah (PP) No. 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan

- Pengendalian Pencemaran Air.
<http://www.sanitasi.net/peraturan-pemerintah-no-82-tahun-2001-pengelolaan-kualitas-air--pengendalian-pencemaran-air.html>. (diunduh 31 Maret 2017)
- Purwendro, S. dan Nurhidayat., 2006.
 Mengolah Sampah untuk Pupuk Pestisida Organik. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Republik Indonesia. 2010. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Jakarta. Pemerintah Republik Indonesia
- SNI06-2412-1991. Tentang Pengambilan Kualitas air.
<https://dwikusumadpu.files.wordpress.com/2013/03/sni-06-2412-1991-kualitas-air.pdf>
 (diakses 29 agustus 2016)
- Supanca, W.W. 2003. Dasar-dasar Pemantauan, Pengawasan dan Teknik Penilaian Pencemaran Limbah Padat. Short Course on Enviromental Pollution Control and Management. 25 Agustus – 19 September 2003. Denpasar.
- Sutrisno, T., 2008, Teknologi Penyediaan Air Bersih, Cetakan kelima, Jakarta: Rineka Cipta. Hal: 23 -70
- 1996, ”Teknologi Penyediaan Air Bersih”, Penerbit Rineka Cipta, Jakarta
- Suryono dan Budiman, 2010, Sistem 3R, Institut Teknologi Bandung
- Tamod, Z, E.2008. Kandungan Cu,Pb,Cr dan Ba pada Profil Tanah TPA Sampah Sumompo.
- Tchobanoglous., 1993. *Integrated Solid Waste Management Engineering Principles*

and Management Issues.
McGraw Hill International
Edition. New York.

Wardhana. 2001. Dampak Pencemaran
Lingkungan. Penerbit Andi
Offset. Yogyakarta.

Verhoef, P.N.W. 1994. **Geologi
Untuk Teknik Sipil.** PT.
Erlangga. Jakarta.(Hal.32)

*Undang-undang NO. 18 Tahun 2008.
Tentang pengelolaan sampah.*

[www.menlh.go.id/DATA/UU
8-2008.pdf](http://www.menlh.go.id/DATA/UU8-2008.pdf) (diakses 27 agustus
2016)

Undang-undang NO. 7 Tahun 2004.
Tentang sumber daya air.

[http://www.bkprn.org/peratura
n/the_file/UU_7-
2004_SDAir.pdf](http://www.bkprn.org/peraturan/the_file/UU_7-2004_SDAir.pdf)
(diakses 29 agustus 2016)

Undang- undang No. 32 Tahun 2009.
Tentang perlindungan dan pengelolaan
lingkungan hidup

[http://www.slideshare.net/infos
anitasi/uu-32-tahun-2009-
pengelolaan-lingkungan](http://www.slideshare.net/infosanitasi/uu-32-tahun-2009-pengelolaan-lingkungan)
(diakses 1 September 2016)