



PENGELOLAAN LIMBAH DOMESTIK LIMBAH LUMPUR DI PULAU BATAM

DOMESTIC WASTE MANAGEMENT OF MUD WASTE IN BATAM ISLAND

Alpano Priyandes

Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Riau Kepulauan
Jln. Pahlawan No. 99 Batu Aji Kota Batam, Indonesia

E-mail: alpano@yahoo.com

Abstrak

Hasil olahan yang berupa lumpur padat menimbulkan timbunan yang memenuhi area Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di Batam sehingga perlu dilakukannya langkah untuk mengatasi hal ini. Menjadikan lumpur padat sebagai kompos dapat mengurangi pencemaran dan timbunan pada area IPAL Batam. Kompos dapat bermanfaat sebagai alternatif untuk mengurangi timbunan lumpur padat di IPAL Batam serta memberi nilai ekonomis karena dapat dijual sebagai pupuk organik untuk menyuburkan tanah. Oleh karena itu, diperlukan penelitian dan analisis teknis terkait kelayakan pemanfaatan limbah lumpur padat menjadi pupuk untuk memenuhi kebutuhan akan pupuk di Pulau Batam dan sekitarnya.

Kata Kunci: Pengelolaan Limbah; Limbah Domestik; Limbah Lumpur

Abstract

The processed product in the form of solid sludge causes piles that fill the Wastewater Treatment Plant (WWTP) area in Batam, so that it is necessary to take steps to overcome this problem. Making solid sludge as compost can reduce pollution and landfill in the Batam WWTP area. Compost can be useful as an alternative to reduce the solid sludge generation at the Batam WWTP and provide economic value because it can be sold as organic fertilizer to fertilize the soil. Therefore, this research with technical analysis method is needed regarding the feasibility of utilizing solid sludge waste into fertilizer to meet the demand for fertilizer on Batam Island and its surroundings.

Keywords: Waste Management; Domestic Waste; Sludge Waste

PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah penduduk, secara tidak langsung berpengaruh terhadap volume limbah yang dihasilkan akan semakin meningkat, begitu pula dengan volume lumpur tinja yang dihasilkan. Untuk mengolah lumpur tinja, perlu dilakukan 2 (dua) tahap pengelolaan yaitu tahap awal melalui penampungan lumpur tinja di septik tank dan tahap kedua melalui pengangkutan dan pengolahan di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL).

Kapasitas IPAL Domestik eksisting di Pulau Batam adalah 33 liter/detik dan jaringan pipa air limbah sepanjang 10.198 meter. Metode pengolahan yang digunakan Biological Treatment dan Chemical Treatment, dengan kemampuan

penurunan BOD 300 mg/liter ke 20 mg/liter. Hasil pengolahan air limbah dari IPAL akan diolah untuk memenuhi standar baku mutu sebelum disalurkan menuju badan air penerima.

Tabel 1
Perencanaan IPAL Batam

No	IPAL	Wilayah Layanan	Kapasitas Perencanaan (m ³ /hari)				Potensi Air Limbah ke IPAL (m ³ /hari)			
			2025	2030	2035	2040	2025	2030	2035	2040
1	IPAL Bengkong	Batam Kota	44.316	51.241	54.229	76.688	10.482	16.666	22.849	29.032
2	IPAL Tanjung Uma	Batu Ampar	9.926	13.016	13.256	13.688	842	1.288	1.734	2.180
		Bengkong	9.926	13.016	13.256	13.688	7.751	11.699	15.646	19.594
		Lubuk Baja	16.497	10.267	10.616	11.266	3.193	5.136	7.083	9.026
		Total	36.353	36.299	37.130	38.642	11.786	18.124	24.463	30.801
3	IPAL Tembesi	Batu Aji	29.707	31.104	36.841	44.712	3.148	4.985	6.821	8.658
4	IPAL Kabil	Nongsa	10.362	11.245	12.204	14.109	8.658	13.525	18.391	23.257
5	IPAL Sekupang	Sekupang	20.124	21.667	23.326	26.594	15.807	25.593	35.379	45.165

Sumber: BP Batam, 2018

Pada penelitian ini, IPAL yang menjadi sumber lumpur (sludge) adalah IPAL area Batam Center. Lumpur (sludge) yang akan digunakan sebagai bahan baku pupuk organik dalam penelitian ini merupakan produk samping dari kegiatan pengolahan air limbah pada IPAL BP Batam. Volume air limbah yang dikelola pada IPAL akan berpengaruh terhadap volume lumpur (sludge) yang dihasilkan. Volume air limbah eksisting yang dikelola pada IPAL sumber lumpur (sludge) disajikan pada tabel berikut ini.

Tabel 2
Volume Air Limbah IPAL Sumber Lumpur (Sludge)

No	Tahun	Vol. Air Limbah (m ³ /tahun)
1	2016	41.270
2	2017	21.555
3	2018	20.007
4	2019	22.702
5	2020	27.030
6	2021	24.563
	Jumlah	157.127
	Rata-rata	26.188

Sumber: Data Air Limbah BP Batam, 2016-2021

Dapat diketahui bahwa selama periode 2016- 2021 bahwa rata-rata volume timbulan air limbah sebesar 26.188 m³/tahun. Selama periode 2016-2021 terjadi penurunan signifikan volume timbulan air limbah dari tahun 2016 sebesar 41.270 m³/tahun ke tahun 2017 sebesar 21. 555 m³/tahun. Hal tersebut dapat dipengaruhi

adanya perubahan intensitas kegiatan produksi ataupun perubahan jumlah populasi yang merupakan sumber air limbah.

Pengolahan lumpur tinja akan menghasilkan lumpur kering dan air olahan yang terpisah dari lumpur. Hasil olahan yang berupa lumpur padat menimbulkan timbunan yang memenuhi area IPAL Batam sehingga perlu dilakukannya langkah untuk mengatasi hal ini. Menjadikan lumpur padat sebagai kompos dapat mengurangi pencemaran dan timbunan pada area IPAL Batam. Kompos dapat bermanfaat sebagai alternatif untuk mengurangi timbunan lumpur padat di IPAL Batam serta memberi nilai ekonomis karena dapat dijual sebagai pupuk organik untuk menyuburkan tanah.

KAJIAN PUSTAKA

Pengolahan Air Limbah

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 tahun 2001, air limbah adalah sisa dari suatu usaha dan atau kegiatan yang berwujud cair. Air limbah dapat berasal dari rumah tangga (domestik) maupun industri (industri). Menurut Sugiharto (2008), air limbah (waste water) adalah kotoran dari masyarakat dan rumah tangga dan juga yang berasal dari industri, air tanah, air permukaan serta buangan lainnya.

Sistem Pengolahan Air Limbah

Tujuan utama pengolahan air limbah adalah untuk mengurangi BOD, partikel tercampur, serta membunuh organisme patogen. Selain itu, diperlukan juga tambahan pengolahan untuk menghilangkan bahan nutrisi, komponen beracun, serta bahan yang tidak dapat didegradasi agar konsentrasi yang ada menjadi rendah. Berikut ini adalah beberapa kegiatan yang biasanya dipergunakan pada pengolahan air limbah, berikut tujuan dari kegiatan yang dilakukan:

- Penyaringan
- Perajangan
- Bak penangkap pasir
- Bak penangkap lemak
- Tangki ekualisasi
- Netralisasi
- Pengendapan/pengapungan

- Reaktor lumpur aktif/aerasi
- Karbon aktif
- Pengendapan kimiawi
- Nitrifikasi/denitrifikasi
- Air *stripping*
- Pertukaran ion
- Saringan pasir
- Osmosis/elektrodialisis
- Desinfeksi

Penanganan Limbah Lumpur (Sludge)

Limbah Lumpur

Dengan beroperasinya Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) menghasilkan limbah lumpur (sludge) sebagai produk. Timbulan sludge akan bertambah sejalan dengan pengoperasian IPAL, sehingga perlu dilakukan penanganan agar tidak mencemari lingkungan dan mengganggu kenyamanan lingkungan sekitar.

Pemanfaatan Limbah Lumpur (Sludge)

Sludge merupakan bahan yang mempunyai kandungan organik cukup tinggi berdasar tinjauan kandungan nutrisi yang terdapat di dalamnya. Sebagian besar unsur penyusunnya adalah berbagai jenis mikroorganisme. Berdasar jenis dan unsur penyusunnya, limbah sludge berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku pupuk organik cair dan pupuk organik padat.

Menurut Permentan 70/Permentan/SR.140/10/2011 pupuk organik adalah pupuk yang berasal dari tumbuhan mati, kotoran hewan dan/atau bagian hewan dan/atau limbah organik lainnya yang telah melalui proses rekayasa, berbentuk padat atau cair, dapat diperkaya dengan bahan mineral dan/atau mikroba, yang bermanfaat untuk meningkatkan kandungan hara dan bahan organik tanah serta memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Bahan dari sludge relevan sebagai bahan dasar pupuk organik menurut peraturan tersebut.

Pemanfaatan lumpur (sludge) sebagai pupuk kompos merupakan salah satu alternatif yang dapat dilakukan sebagai upaya untuk pengelolaan lingkungan. Kompos dapat bermanfaat sebagai alternatif untuk mengurangi timbulan lumpur tinja pada output IPAL, serta memberi nilai ekonomis karena kompos dapat dijual sebagai pengkondisi tanah atau sebagai pupuk organik.

Pupuk

Pupuk adalah bahan yang memiliki kandungan satu atau lebih unsur hara yang diberikan pada tanaman atau media tanam untuk mendukung proses pertumbuhannya agar bisa berkembang secara maksimal. Adapun manfaat yang diberikan yaitu mampu memperbaiki struktur tanah dari padat menjadi gembur dan membantu mencegah terjadinya kehilangan unsur hara seperti, N, P, K yang sifatnya sangat mudah hilang karena adanya penguapan.

Pupuk Organik

Bahan-bahan yang termasuk pupuk organik antara lain adalah pupuk kandang, kompos, gambut, rumput laut dan guano. Berdasarkan bentuknya pupuk organik dapat dikelompokkan menjadi pupuk organik padat dan pupuk organik cair.

Kelebihan Pupuk Organik Menurut Musnawar (2016):

- 1 Mengubah struktur tanah menjadi lebih baik sehingga pertumbuhan akar tanaman menjadi lebih baik.
- 2 Memperbaiki kondisi kimia, fisika dan biologi tanah.
- 3 Aman bagi manusia dan lingkungan pemakaian pupuk organik tidak menimbulkan residu pada hasil panen sehingga tidak membahayakan manusia dan lingkungan.
- 4 Memperbaiki kehidupan organisme tanah.

METODOLOGI

Pendekatan pelaksanaan pekerjaan ini, meliputi 1) Pendekatan Normatif; 2) Pendekatan Studi Literatur; dan 3) Pendekatan Studi Lapangan. Sedangkan metode penelitian yang digunakan penelitian deskriptif dengan pendekatan kuantitatif.

Metode pengumpulan data dengan cara wawancara, observasi lapangan dan dokumentasi. Sedangkan metode analisis data meliputi:

1) Analisa Aspek Teknis

Analisa aspek teknis merupakan penentuan teknologi pengomposan yang dapat diterapkan pada lumpur (*sludge*) IPAL BP Batam dengan mengacu pada analisa-analisa sebagai berikut:

a. Potensi Volume Lumpur (*Sludge*)

Analisa volume lumpur (*sludge*) sebagai bahan baku diperlukan untuk menentukan skala teknologi pengomposan yang sesuai. Dalam kajian ini, potensi volume lumpur (*sludge*) sebagai bahan baku pupuk organik padat diasumsikan 30% dari total volume air limbah yang masuk ke Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) BP Batam.

b. Sumber Bahan Baku

Analisa sumber bahan baku pupuk merupakan analisa potensi resiko bahan baku terhadap kesehatan lingkungan dan manusia.

c. Karakteristik Lumpur (*Sludge*)

Dalam studi ini dilakukan analisa terhadap karakteristik lumpur (*sludge*) eksiting sebagai bahan baku pupuk organik.

Tabel 3
Standar Kualitas Pupuk Organik Padat

No	Parameter	Satuan	Standar Mutu	
			Murni*	Diperkaya Mikroba
1	C-Organik	%	Minimum 5	Minimum 15
2	C/N	-	≤ 25	≤ 25
3	Kadar Air	% (w/w)	8-20	10-25
4	Hara makro (N+P ₂ O ₅ + K ₂ O)	%	Minimum 2	Minimum 2
5	Hara mikro Fe total Fe tersedia Zn	ppm ppm ppm	Maksimum 15.000 Maksimum 500 Maksimum 5.000	Maksimum 15.000 Maksimum 500 Maksimum 5.000
6	pH	-	4-9	4-9
7	E. Coli	Cfu/g atau MPN/g	< 1 × 10 ²	< 1 × 10 ²
8	Salmonella Mikroba fungsional**	Cfu/g atau MPN/g Cfu/g	< 1 × 10 ² -	< 1 × 10 ² < 1 × 10 ⁵
9	Logam berat: As Hg Pb Cd Cr Ni		Maksimum 10 Maksimum 1 Maksimum 50 Maksimum 2 Maksimum 180 Maksimum 50	Maksimum 10 Maksimum 1 Maksimum 50 Maksimum 2 Maksimum 180 Maksimum 50
10	Ukuran butir 2-4,75 mm***	%	Maksimum 75	Maksimum 75
11	Bahan ikutan (plastic, kaca, kerikil)	%	Maksimum 2	Maksimum 2
12	Unsur senyawa lain**** Na Cl	ppm ppm	Maksimum 2.000 Maksimum 2.000	Maksimum 2.000 Maksimum 2.000

Sumber: Kepmentan 261/KPTS/SR.310/M/4/2019

d. Penentuan Alternatif Pengomposan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Teknologi Pengomposan

Limbah yang dihasilkan dari aktivitas dan kegiatan sehari-hari di Pulau Batam akan dikelola pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Pengolahan air limbah pada IPAL akan menghasilkan produk samping berupa air limbah terolah dan lumpur (sludge). Timbulan lumpur (sludge) akan semakin bertambah dengan terus beroperasinya IPAL. Dengan semakin bertumpuknya sludge dikhawatirkan akan membahayakan kesehatan masyarakat dan lingkungan, karena menurut Hashimoto (2015) di dalam sludge tersebut pada umumnya terkandung jasad renik patogen baik berupa virus, bakteri, protozoa ataupun telur parasite. Oleh karena itu penanganan dan pengelolaan lumpur (sludge) yang tepat merupakan hal yang sangat penting agar timbulan sludge tidak menyebabkan degradasi kualitas lingkungan. Boonlualohr dan Chaisomphob (2018) mengemukakan bahwa pengomposan merupakan salah satu solusi untuk memanfaatkan limbah lumpur. Lumpur (sludge) merupakan material yang kaya nutrisi dan dapat digunakan kembali sebagai pupuk atau kondisioner tanah (Kosobucki et al., 2018).

Dalam penelitian ini, lingkup kajian teknis pengomposan merupakan tahapan penentuan teknologi pengomposan yang dapat direkomendasikan untuk mengolah lumpur (sludge) IPAL Batam. Adapun penentuan teknologi pengomposan dalam penelitian ini mangacu pada skala pengomposan yang diperlukan, sumber bahan baku, karakteristik bahan baku, dan kondisi lingkungan yang menjadi prioritas penanganan.

Potensi Volume Lumpur (Sludge)

Dalam perencanaan fasilitas pengomposan, identifikasi volume lumpur (sludge) yang berpotensi digunakan sebagai bahan baku diperlukan untuk menentukan skala teknologi pengomposan yang sesuai. Dalam penelitian ini, volume lumpur (sludge) yang potensial sebagai bahan baku pupuk organik padat diasumsikan 30% dari total volume air limbah yang masuk ke Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di Pulau Batam, dimana 70% dari volume air limbah yang masuk IPAL diasumsikan merupakan output air limbah terolah yang akan disalurkan menuju badan penerima.

Potensi volume lumpur (sludge) eksisting dianalisa menggunakan data eksisting volume air limbah Kawasan BP Batam periode 2016-2021. Berdasarkan data eksisting, pada tahun berlangsungnya pandemic Covid-19 (tahun 2020-2021) dapat diketahui pada tahun 2020 tidak mengalami penurunan volume air limbah domestik dari tahun 2019. Namun pada tahun 2021 terjadi penurunan volume air limbah domestik dari tahun 2020 walaupun tidak signifikan. Dapat disimpulkan, kegiatan operasional produksi tiap tenant di Pulau Batam (dalam Kawasan BP Batam) dapat dipengaruhi faktor eksternal seperti kondisi pandemic Covid 19 yang dapat menyebabkan terjadi penurunan volume air limbah domestik yang akan berbanding lurus dengan penurunan potensi volume bahan baku pupuk dari lumpur (sludge). Berdasarkan data eksisting volume air limbah periode tahun 2016-2021, dilakukan juga analisa proyeksi potensi volume lumpur (sludge) selama 10 tahun ke depan yaitu 2021-2031. Hasil analisa proyeksi potensi volume lumpur (sludge) disajikan pada tabel berikut.

Tabel 4
Proyeksi Potensi Volume Lumpur (Sludge) Tahun 2021-2031

Tahun	Vol. Air Limbah	Potensi Vol. Lumpur Untuk Bahan Baku Pupuk *30% dari air limbah			
	(m ³ /tahun)	(m ³ /tahun)	(m ³ /bulan)	ton/tahun	ton/bulan
2021	24.563	7.369	614	10.235	853
2022	32.628	9.788	816	13.595	1.133
2023	33.548	10.064	839	13.978	1.165
2024	34.468	10.340	862	14.362	1.197
2025	35.388	10.616	885	14.745	1.229
2026	36.308	10.892	908	15.128	1.261
2027	37.228	11.168	931	15.512	1.293
2028	38.148	11.444	954	15.895	1.325
2029	39.068	11.720	977	16.278	1.357
2030	39.988	11.996	1.000	16.662	1.388
2031	40.908	12.272	1.023	17.045	1.420
Jumlah		117.672	9.806	163.434	13.619

Sumber: BP Batam dan Analisa, 2021

Dapat diketahui bahwa total potensi volume lumpur (sludge) yang dapat dijadikan bahan baku pupuk organik padat dalam periode 10 tahun mendatang 2021-2031 adalah sebesar 9.806 m³/bulan atau 13.619 ton/bulan. Rata-rata potensi volume lumpur (sludge) yang dapat dijadikan sebagai bahan baku pupuk organik padat dalam periode 2021-2031 adalah 981 m³/bulan atau 1.362 ton/bulan.

Berdasarkan potensi volume lumpur (sludge) yang dapat dikelola dari IPAL Batam, maka dapat disimpulkan teknologi pengomposan yang dibutuhkan dan sesuai untuk diterapkan adalah teknologi pengomposan skala pengelolaan volume besar yang terpusat. Berdasarkan kajian Food and Agriculture Organization of The United Nations, 2003 dalam On-Farm Composting Methods, pengomposan skala pengelolaan volume besar antara lain: 1) Windrow Composting; 2) Aerated Static Pile; 3) In Vessel Composting.

Sumber Bahan Baku

Berdasarkan identifikasi teknologi berdasarkan kategori potensi resiko bahan baku terhadap kesehatan lingkungan dan manusia, seperti disajikan pada tabel berikut ini.

Tabel 5
Rekomendasi Teknologi Penanganan berdasarkan Potensi Resiko Bahan Baku Terhadap Kesehatan Lingkungan dan Manusia

Kategori Potensi Resiko Bahan Baku Pupuk	Rekomendasi Teknologi yang Dibutuhkan		
	Lingkungan Terbuka	Lingkungan tertutup atau dilengkapi tudung (cover)	Tertutup dengan kontrol bau sekunder
1. Potensi resiko rendah terhadap kesehatan lingkungan dan manusia	Ya	Ya	Ya
2. Potensi resiko medium terhadap kesehatan lingkungan dan manusia	Ya	Ya	Ya
3. Potensi resiko medium ke tinggi terhadap kesehatan lingkungan dan manusia	Tidak	Ya	Ya
4. Potensi resiko tinggi terhadap kesehatan lingkungan dan manusia	No	No	Yes

Sumber: Designing, Constructing and operating Composting Facilities, EPA Victoria 2017

Dapat disimpulkan proses pengomposan lumpur (sludge) IPAL Batam memerlukan proses pengomposan pada lingkungan tertutup ataupun dilengkapi dengan tudung (cover) dan apabila dibutuhkan dapat dilengkapi dengan perangkat pengendali bau.

Karakteristik Bahan Baku

Lumpur (sludge) yang digunakan sebagai bahan baku adalah lumpur (sludge) yang masuk ke unit Sludge Drying Bed. Identifikasi karakteristik kualitas lumpur (sludge) dilakukan untuk mengetahui kondisi eksisting kandungan lumpur (sludge) sebagai bahan baku pupuk organik, sehingga dapat ditentukan kegiatan pengolahan lebih lanjut yang diperlukan dalam tahap pengomposan.

Identifikasi karakteristik lumpur (sludge) dilakukan dengan membanding hasil uji laboratorium kualitas lumpur (sludge) dengan standar baku mutu kualitas pupuk organik padat. Standar baku mutu pupuk organik padat yang digunakan mengacu pada Kepmentan 261/KPTS/SR.310/M/4/2019 tentang Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik, Pupuk Hayati, Pembenh Tanah. Rincian hasil identifikasi karakteristik lumpur (sludge) sebagai bahan baku pupuk organik padat disajikan pada tabel berikut.

Tabel 6
Karakteristik Lumpur (Sludge) sebagai Bahan Baku Pupuk Organik Padat, 2021

No	Parameter	Satuan	Standar Mutu	Nilai Hasil Uji Lab
1	C-Organik	%	Minimum 15	14,82
2	C/N	-	≤ 25	11,32
3	Kadar Air	% (w/w)	10-25	39,18
4	Hara makro (N+P ₂ O ₅ + K ₂ O)	%	Minimum 2	3,73
5	Hara mikro:			
	Fe total	ppm	Maksimum 15.000	4.220,30
	Fe tersedia	ppm	Maksimum 500	213,20
	Zn	ppm	Maksimum 5.000	180,40
6	pH 10% at 23,20 °C	-	4-9	6,14
7	Mikroba Kontaminan:			
	E. Coll	MPN/g	< 1 x 10 ²	2,4 x 10 ²
	Salmonella	MPN/g	< 1 x 10 ²	0
8	Mikroba fungsional**			
	Fastening N	Cfu/g	< 1 x 10 ⁵	-
	Solvent P	Cfu/g	< 1 x 10 ⁵	-
9	Logam berat:			
	Arsenik (As)	ppm	Maksimum 10	0,001
	Merkuri (Hg)	ppm	Maksimum 1	< 0,0020
	Timbal (Pb)	ppm	Maksimum 50	0,0983
	Cadmium (Cd)	ppm	Maksimum 2	0,0111
	Chromium (Cr)	ppm	Maksimum 180	0,0225
	Nikel (N)	ppm	Maksimum 50	0,032
10	Ukuran butir 2-4,75 mm***	%	Maksimum 75	-
11	Bahan ikutan (plastic, kaca, kerikil)	%	Maksimum 2	1,30
12	Unsur senyawa lain****			
	Na	ppm	Maksimum 2.000	340,20
	Cl	ppm	Maksimum 2.000	180,40

Sumber: Hasil Penelitian, 2021

Standar baku mutu: Kepmentan 261/KPTS/SR.310/M/4/2019 tentang Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik, Pupuk Hayati, Pembenh Tanah

Berdasarkan identifikasi karakteristik lumpur (sludge), dapat diketahui bahwa lumpur (sludge) yang akan digunakan sebagai bahan baku pupuk organik padat masih belum memenuhi standar baku mutu pada parameter C-Organik, Kadar Air dan E. Coli.

a. C-Organik

Unsur C-organik merupakan sumber energi di dalam proses metabolisme dan perbanyakan sel oleh bakteri. Kandungan C-organik pada kompos akan dimanfaatkan mikroorganisme selama hidupnya.

Kandungan C organik yang tidak memenuhi baku mutu dapat mempengaruhi rasio C/N dari sludge. Dimana, umumnya limbah lumpur memiliki rasio C/N yang rendah (10 - 20) dan kadar air yang tinggi (> 90%) (Bazrafshan et al., 2006). Oleh karena itu, perlu dilakukan penambahan material lain sebagai sumber karbon dan nitrogen, dan sebagai bulking agent yang mengandung karbon (C-Organik) tinggi. Kandungan karbon (C) yang tinggi bisa didapatkan pada sampah organik sayur sayuran sehingga dapat digunakan sebagai campuran (bulking agent) pada proses pengomposan. Selain memiliki nilai karbon yang tinggi, sampah organik juga mudah membusuk yang dapat membantu proses pengomposan.

b. Kadar Air

Kadar air mempengaruhi proses pengomposan bahan-bahan organik dalam kompos. Kadar air berhubungan dengan ketersediaan oksigen untuk aktivitas mikroorganisme aerobik. Namun apabila kadar air terlalu tinggi proses pengomposan tidak akan berjalan optimum.

c. Escherichia coli (E. Coli)

Secara umum bakteri di dalam limbah domestik berasal dari bakteri yang habitat sebenarnya di dalam tubuh manusia dan hewan di dalam intestinum, sehingga akan ikut dikeluarkan dari tubuh bersama dengan feses. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan Hashimoto (2015) yang menyatakan bahwa bakteri patogen yang terdapat di dalam sludge 90 % adalah Salmonella sp dan sebagian lagi jenis lainnya seperti Escherichia coli. E Coli merupakan bakteri

indikator pencemaran dari feses, yang menjadi petunjuk keberadaan mikroba enterik patogen.

Berdasarkan identifikasi karakteristik air limbah dapat dirumuskan penanganan yang dibutuhkan dalam tahap pengomposan lumpur (*sludge*) IPAL Batam. Penanganan lumpur (*sludge*) yang akan menjadi acuan dalam penentuan teknologi pengomposan disajikan pada tabel berikut.

Tabel 7
Rekomendasi Penanganan Pada Proses Pengomposan berdasarkan Karakteristik Lumpur (Sludge)

No	Pertimbangan	Rekomendasi Penanganan
1	Kadar C-Organik yang perlu ditingkatkan Pada <i>sludge</i> rasio C/N yang dihasilkan cenderung rendah, sehingga untuk pemanfaatannya ke tanah perlu dicampurkan dengan bahan organik yang memiliki kandungan C tinggi. Peningkatan C-Organik yang memadai diperlukan agar rasio C/N juga dapat meningkat.	Penambahan <i>bulking agent</i> yang mengandung karbon tinggi pada <i>sludge</i> seperti serbuk gergaji, sampah sisa sayuran dan sejenisnya
2	Kadar air yang melebihi standar baku menyebabkan kelembaban yang berlebihan sehingga aktivitas mikroorganisme pada proses pengomposan tidak optimal.	Penjemuran lumpur (<i>sludge</i>) sebelum masuk pada proses pengomposan. Proses pengomposan secara aerobik akan memaksimalkan terjadinya proses penguapan air pada <i>sludge</i> saat kondisi termofilik dimana suhu mencapai 60-70°C
3	Konsentrasi E. Coli yang melebihi standar baku mengindikasikan adanya mikroba pencemar patogen	Proses pengomposan pada tahap termofilik akan menghasilkan suhu mencapai 60-70°C dimana pada suhu tersebut akan menurunkan konsentrasi bakteri E. Coli yang akan mati pada suhu >55° C

Sumber: Hasil penelitian, 2021

Berdasarkan identifikasi karakteristik lumpur (*sludge*), maka penanganan lumpur (*sludge*) yang dibutuhkan pada tahap pengomposan sebagai berikut:

- 1) Penambahan *bulking agent* pada lumpur (*sludge*) berupa serbuk gergaji ataupun sampah organik sisa sayuran hijau.
- 2) Penjemuran lumpur (*sludge*) sebelum masuk pada tahap pengomposan misalnya 1 x 24 jam sebelum pengomposan.
- 3) Proses aerasi yang cukup sehingga tahap aerobik pada pengomposan berlangsung optimal untuk menghasilkan suhu >55 °C.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Potensi lumpur (*sludge*) IPAL Batam menjadi pupuk organik padat periode 2021-2031 adalah rata-rata sebesar 9.806 m³/bulan atau 13.619 ton/bulan sehingga teknologi pengomposan yang sesuai untuk lumpur (*sludge*) IPAL Batam adalah teknologi pengomposan skala besar.
2. Lumpur (*sludge*) IPAL Batam termasuk pada bahan baku pupuk yang memiliki potensi resiko terhadap kesehatan lingkungan dan manusia pada

kategori Medium ke Tinggi, dimana penanganan pada proses pengomposan memerlukan lingkungan tertutup atau menggunakan tudung (*cover*).

3. Berdasarkan uji karakteristik lumpur (*sludge*) IPAL Batam terdapat parameter yang belum memenuhi standar baku mutu pupuk organik padat yaitu pada parameter C-Organik, Kadar Air dan Escherichia coli (*E. Coli*), sehingga pada proses pengomposan memerlukan sistem pengomposan aerobik dan melakukan penambahan *bulking agent* yang mengandung karbon tinggi seperti serbuk kayu dan sisa sampah tanaman hijau.

DAFTAR PUSTAKA

- Boonlualohr, W. and T. Chaisomphob. (2012). Application of Serial Self-Turning reactor system (STR) to sewage sludge composting. *Suranaree Journal of Science & Technology* Vol.(3): 143-153.
- Griinekle, C. E. (2018). Comparing Open Versus In-Vessel Composting. *Proceedings of Asian-North American Conference on Solid Waste Management, Los Angeles*, pp 68-79.
- Keputusan Menteri Pertanian Nomor 261 /KPTS/SR.310/M/4/2019* tentang Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenah Tanah
- Musnamar. (2016). *Pembuatan dan Aplikasi Pupuk Organik Padat*. Bogor. Penebar Swadaya.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia 82 tahun 2001* tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 70 Tahun 2011* tentang Pupuk Organik, Pupuk Hayati dan Pembenah Tanah.
- Sugiarto. (2018). *Dasar-Dasar Pengolahan Air Limbah*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.
- Susangka, A., & Chaerul, M. (2020). Analisis Multi Kriteria Pemilihan Teknologi Pengomposan Sampah. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 16 (1), 1-9.

