

TESIS

**EFEKTIVITAS SEPTIK TANK APUNG DALAM MEREDUKSI
KADAR COD, TSS, SUHU DAN pH LIMBAH BLACK WATER
PULAU KODINGARENG KOTA MAKASSAR**

***EFFECTIVENESS OF FLOATING TANK SEPTICS IN
REDUCING COD, TSS, TEMPERATURE AND PH OF
BLACK WATER WASTE IN KODINGARENG ISLAND
MAKASSAR CITY***

MARHAMA



**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2020**

TESIS

**EFEKTIVITAS SEPTIK TANK APUNG DALAM MEREDUKSI KADAR COD,
TSS, SUHU DAN pH LIMBAH BLACK WATER PULAU KODINGARENG
KOTA MAKASSAR**

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar Magister

Program Studi

Kesehatan Masyarakat

Disusun dan diajukan oleh

MARHAMA

Kepada

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2020**

TESIS

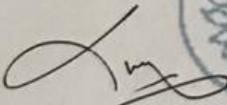
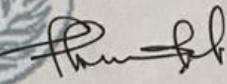
**EFEKTIVITAS SEPTIK TANK APUNG DALAM MEREDUKSI
KADAR COD, TSS, SUHU DAN pH LIMBAH BLACK WATER
PULAU KODINGARENG KOTA MAKASSAR**

Disusun dan diajukan oleh

MARHAMA
Nomor Pokok K012181025

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Tesis
pada tanggal 25 November 2020
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui
Komisi Penasihat,


Dr. Agus Bintara Birawida, S.Kel., M.Kes Ketua

Prof. Dr. Syamsuddin Toaha, M.Sc Anggota

Ketua Program Studi
Kesehatan Masyarakat


Dr. Masni Apt., MSPH

Pernyataan Keaslian Tesis

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : **Marhama**

Nomor Pokok : K012181025

Program Studi : Kesehatan Masyarakat

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pemikiran orang lain.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa tesis ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 25 November 2020

Yang Menyatakan



Marhama

PRAKATA

Puji Syukur kehadiran Allah Azza Wa Jalla, Berkat limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini. Sesuai dengan eksistensi penulis, maka apa yang tertuang dalam tulisan ini merupakan hasil dan upaya optimal yang penulis lakukan. Penelitian dengan judul Efektivitas Septik Tank Apung Dalam Mereduksi Kadar COD, TSS, Suhu dan pH Limbah Black Water Pulau Kodingareng Kota Makassar merupakan salah satu bentuk kepedulian terhadap lingkungan yang semakin hari semakin tercemar terutama di kawasan pesisir dan kepulauan. Penulis berharap bahwa hasil penelitian ini dapat memberikan informasi dalam pemanfaatan teknologi tepat dalam pengelolaan lingkungan.

Penulis dalam melakukan penyusunan tesis tidak terlepas dari berbagai kendala, namun berkat bantuan dari berbagai pihak maka penelitian dan penyusunan tesis ini dapat diselesaikan. Untuk itu penulis menghaturkan banyak terima kasih kepada semua pihak atas segala kontribusinya. Secara khusus penulis mengucapkan penghargaan dan penghormatan yang setulus-tulusnya kepada kedua orang tua saya, Ayahanda **Djassa** dan Ibunda **(almh) Munira**, serta semua keluarga tercinta yang selalu memberi semangat, kekuatan dan materi selama pendidikan.

Penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada bapak **Dr. Agus Bintara Birawida, S.Kel.,M.Kes**, sebagai ketua komisi penasehat

dan **Prof. Dr. Syamsuddin Toaha, M.Sc.** sebagai Anggota Komisi Penasehat atas bantuan dan bimbingan yang telah diberikan mulai dari pengembangan permasalahan penelitian ini, pelaksanaan penelitian, hingga penulisan tesis ini. Penghargaan dan terima kasih juga kepada **Bapak Prof. Dr. Anwar Daud, SKM., M.Kes., Ibu Dr. Erniwati Ibrahim, SKM., M.Kes. dan Dr. Atjo Wahyu, SKM., M.Kes.** selaku dosen penguji yang telah banyak memberikan masukan dan saran dalam perbaikan tesis ini.

Penulis juga menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada :

1. **Bapak Dr. Aminuddin Syam, SKM., M.Kes., M.Ked.Ed.** selaku dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin Makassar.
2. **Ibu Dr. Erniwati Ibrahim, SKM., M.Kes** selaku ketua Jurusan Kesehatan Lingkungan Universitas Hasanuddin Makassar.
3. **Bapak Kepala Dinas Kesehatan Kota Palopo** yang telah memberikan kesempatan kepada saya untuk melanjutkan pendidikan.
4. **Ibu Kepala Puskesmas Wara Utara** yang telah merekomendasikan saya untuk melanjutkan pendidikan.
5. **Kementrian Kesehatan Republik Indonesia** atas bantuan biaya selama melanjutkan pendidikan.
6. Teman-teman mahasiswa pascasarjana UNHAS konsentrasi Kesehatan Lingkungan angkatan 2018 atas dukungan, bantuan, kebersamaan dan canda tawanya selama ini.

7. Teman-teman mahasiswa pascasarjana UNHAS kelas A dan group Palopo Squad atas support dan kebersamaannya
8. Semua pihak yang tidak sempat disebutkan namanya satu persatu yang turut membantu dan menyumbangkan pemikiran kepada penulis dalam menyelesaikan tesis ini.

Semoga Allah Azza Wa Jalla, menilai semua sumbangsi tersebut sebagai amal ibadah yang tak pernah putus dan semoga Allah Azza Wa Jalla mengampuni atas segala kekhilafan yang mungkin terjadi selama proses studi. Akhirnya penulis berharap semoga tesis ini dapat memberikan manfaat dan masukan bagi semua pihak yang membacanya.

Makassar, Oktober 2020

Marhama

MARHAMA. *Efektivitas Septik Tank Apung Dalam Mereduksi Kadar Cod, Tss, Suhu Dan Ph Limbah Black Water Pulau Kodingareng Kota Makassar* (dibimbing oleh **Agus Bintara Birawida** dan **Syamsuddin Toaha**).

Sanitasi adalah suatu upaya yang dilakukan oleh manusia untuk mewujudkan dan menjamin kondisi lingkungan (terutama lingkungan fisik, tanah, air, dan udara) yang memenuhi syarat-syarat kesehatan. Salah satu sarana dari sanitasi adalah septik tank. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui efektivitas septik tank apung di wilayah pulau Kodingareng Kota Makassar, ditinjau dari parameter Chemical Oxygen Demand (COD), Total Suspended Solid (TSS), Suhu dan Power Hidrogen (pH).

Penelitian ini bersifat praeksperimen teknologi tepatguna. Penelitian ini dimulai dengan kajian literatur, survei lingkungan, studi pendahuluan, pembuatan model pengelolaan limbah sistem apung hingga pemeriksaan hasil efluent. Sistem septik tank apung ini diharapkan bisa menjadi salah satu teknologi yang tepatguna yang dapat digunakan oleh masyarakat di kawasan pesisir dan kepulauan.

Hasil penelitian menunjukkan setelah 45 hari pemasangan tangki septik, dilakukan pengambilan sampel efluent 3 kali dengan rentang waktu 2 hari pada titik efluent yang sama. Pengukuran kadar COD dan TSS pada efluent pengolahan limbah, dengan septik tank didapatkan hasil di atas baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 68 Tahun 2016 tentang persyaratan limbah domestik. Penurunan kadar COD dari sampel uji pertama hingga sampel uji ke tiga 0,37% (1.129,35 mg / l, 1.012,35 mg / l, 703,55 mg / l), kadar TSS 0,41% (180 mg / l, 139 mg / l, 207 mg / l), Suhu dan pH masih di bawah baku mutu. Hasil uji parameter dilakukan model ekstrapolasi atau estimasi, hasil data estimasi Waktu Tinggal Hidrolisis (WTH) limbah hingga efluent memenuhi syarat baku mutu dengan parameter COD memerlukan waktu 91 hari dan TSS memerlukan waktu 76 hari. Dengan metode ekstrapolasi data maka didapatkan model estimasi waktu tinggal air limbah dalam sistem pengolahan sehingga mencapai waktu estimasi efluent sesuai dengan baku mutu.

Kata Kunci : Sanitasi, Septik Tank Apung, COD, TSS, Pesisir



ABSTRACT

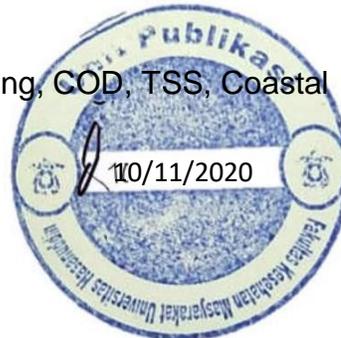
MARHAMA. Effectiveness of Septic Tank Floating in Reducing Levels of Cod, Tss, Temperature and Ph of Black Water Wastes in Kodingareng Island, Makassar City (supervised by **Agus Bintara Birawida** and **Syamsuddin Toaha**).

Sanitation is an effort made by humans to create and guarantee environmental conditions (especially the physical environment, land, water and air) that meet health requirements. One of the means of sanitation is a septic tank. The purpose of this study was to determine the effectiveness of floating septic tanks in Kodingareng Island, Makassar City, in terms the parameters of Chemical Oxygen Demand (COD), Total Suspended Solid (TSS), Temperature and Power of Hydrogen (pH).

This research is a pre-experiment of appropriate technology. This research begins with literature review, environmental survey, preliminary study, making a model of floating system waste management to checking the results of the effluent. It is hoped that this floating tank septic system can become one of the most effective technologies that can be used by people in coastal areas and islands.

The results showed that after 45 days of installing septic tank, effluent sampled 3 times with a span of 2 days at the same effluent point. Measurement of COD and TSS levels effluent of waste treatment, with a septic tank, results above the quality standard Minister of Environment and Forestry Regulation No. 68 of 2016 concerning domestic waste requirements. Decrease in COD levels from the first test sample to the third test sample 0.37% (1.129.35 mg / l, 1.012.35 mg / l, 703.55 mg / l), TSS levels 0.41% (180 mg / l, 139 mg / l, 207 mg / l), the temperature and pH are still below the quality standard. The results of the parameter test are carried out by extrapolation or estimation models, the results of the estimation data the residual hydrolysis time (WTH) waste until the effluent meets the quality standard requirements with COD parameters requiring 91 days and TSS requiring 76 days. With the data extrapolation method, an estimation model for the residence time of wastewater in the treatment system is obtained so that the estimated time of effluent is in accordance with the quality standard.

Keywords: Sanitation, Septic Tank Floating, COD, TSS, Coastal



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGAJUAN	
LEMBAR PENGESAHAN	
LEMBAR KEASLIAN TESIS	
PRAKATA.....	ii
ABSTRAK.....	v
ABSTRACK.....	vii
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR SINGKATAN.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	9
C. Tujuan Penelitian.....	9
D. Manfaat Penelitian.....	10
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Tinjauan Umum Tentang Kawasan Pesisir.....	12
B. Tinjauan Umum Tentang Pengolahan Limbah.....	16
C. Tinjauan Umum Tentang Septik Tank Apung.....	23
D. Tinjauan Umum Tentang TSS.....	26
E. Tinjauan Umum Tentang COD.....	27
F. Tinjauan Umum Tentang pH.....	28
G. Tinjauan Umum Efektifitas Penambahan EM-4.....	29
H. Dampak Air Limbah.....	34
I. Tabel Sintesa.....	37
J. Kerangka Teori.....	40
K. Kerangka Konsep.....	41
L. Definisi Operasional.....	42
M. Kriteria Objektif.....	43
N. Hipotesis Penelitian.....	44
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
A. Rancangan Penelitian.....	46
B. Waktu dan Lokasi Penelitian.....	46
C. Alat dan Bahan.....	46
D. Perencanaan Prototipe Septik Tank Apung.....	48
E. Teknik Pengumpulan Data.....	51
F. Analisa Data.....	55

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil.....	56
B. Pembahasan.....	72
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan.....	82
B. Saran.....	82
Daftar Pustaka	84
Lampiran	88

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
Tabel 2.1	Komposisi Tinja Dan Air Seni	: 26
Tabel 2.2	Tabel Sintesa Penelitian Terkait Efektivitas Septik Tank Apung Dalam Mereduksi Kadar COD, TSS, Suhu dan pH Limbah Black Water	: 37
Tabel 2.3	Definisi Operasional	: 42
Tabel 4.2	Baku Mutu Air Limbah Domestik Tersendiri Menurut PPLH dan Kehutanan No. P.68/Menlkh/Setjen/Kum.I/8/2016	: 58

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Kerangka Teori	: 33
2.2 Kerangka Konsep	: 34
3.1 Desain Septik Tank Apung	: 40
4.2 Grafik Kadar COD Efluent Air Limbah Domestik Black Water dengan Septik Tank Apung Pada Daerah Pesisir dan Kepulauan Tahun 2020	: 61
4.3 Grafik Kadar TSS Efluent Air Limbah Domestik Black Water dengan Septik Tank Apung Pada Daerah Pesisir dan Kepulauan Tahun 2020	: 62
4.4 Grafik Kadar pH Efluent Air Limbah Domestik Black Water dengan Septik Tank Apung Pada Daerah Pesisir dan Kepulauan Tahun 2020	: 63
4.5 Grafik Kadar Suhu Efluent Air Limbah Domestik Black Water dengan Septik Tank Apung Pada Daerah Pesisir dan Kepulauan Tahun 2020	: 64
4.6 Grafik Nilai Estimasi COD Effluent Air Limbah Domestik Black Water dengan Septik Tank Apung Pada Daerah Pesisir dan Kepulauan Tahun 2020	: 67
4.7 Grafik Nilai Estimasi TSS Effluent Air Limbah Domestik Black Water dengan Septik Tank Apung Pada Daerah Pesisir dan Kepulauan Tahun 2020	: 69

DAFTAR SINGKATAN

TSS	Total Suspended Solid
BOD	Biological Oxygen Demand
COD	Chemical Oxygen Demand
pH	Power Hidrogen
Mg	Milligram
Ltr	Liter
WTH	Waktu Tinggal Hidrolisis

BAB I
PENDAHULUAN
A. Latar Belakang

Pulau kecil adalah pulau dengan luas lebih kecil atau sama dengan 2.000 km² beserta kesatuan ekosistem. Pengelolaan pulau-pulau kecil adalah suatu proses perencanaan, pemanfaatan, pengawasan, dan pengendalian sumberdaya pulau-pulau kecil antar sektor, antar pemerintah dan pemerintah daerah, antara ekosistem darat dan laut, serta antara ilmu pengetahuan dan manajemen untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat (Hukum, 2007).

Masyarakat yang hidup di pulau-pulau kecil dan terisolir, kehidupan sehari-hari yang terpapar dengan risiko kesehatan antara lain kurangnya ketersediaan air bersih yang berkualitas, minimnya ketersediaan makanan yang bergizi dan terbatasnya pelayanan kesehatan dari sektor publik terutama pada saat musim badai (Barnes, 1980). Kondisi perumahan yang padat dan kurang memenuhi syarat kesehatan sehingga mudah terinfeksi vektor dan agen penyakit (Massie, 2013). Perilaku manusia dalam menggunakan jamban dan beradaptasi dengan lingkungan adalah salah satu faktor dalam membentuk budaya masyarakat (Mardotillah, 2019). Air yang sehat menjadi kebutuhan bagi orang di planet ini. Ini termasuk untuk orang yang tinggal di pesisir dan pulau-pulau kecil. Orang-orang di pesisir dan pulau-pulau kecil, bagaimanapun menemukan air yang sehat sangat sulit ditemukan karena sumber daya air yang terbatas. Selain itu, air permukaan

yang tersedia tampaknya juga telah tercemar oleh limbah air rumah tangga (Birawida, 2019).

Pulau Kodingareng berada di wilayah administratif Kota Makassar Kecamatan Ujung Tanah Kelurahan Kodingareng. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kota Makassar tahun 2014, Pulau Kodingareng Lompo masuk ke dalam peringkat 5 terbesar pulau dengan penyakit diare tertinggi, yaitu sebesar 98 penderita pada tahun 2012. Pada tahun 2013 penderita diare meningkat menjadi 387 kasus, tahun 2014 meningkat menjadi 431 kasus dan sampai akhir tahun 2015 meningkat menjadi 478 kasus (Makassar, 2015).

Berdasarkan hasil tinjauan lapangan, kondisi sanitasi masyarakat di pulau Kodingareng masih sangat kurang, salah satunya adalah pembuangan air limbah yang belum dikelola dengan benar. Pembuangan limbah yang tidak dikelola dengan baik dapat memicu penyebaran penyakit, selain itu bau tidak sedap yang mengganggu pernapasan. Sebagian besar masyarakat yang ada di Pulau Kodingareng masih membuang sampah dan limbah langsung ke badan air tanpa di lakukan pengolahan terlebih dahulu. Salah satu perilaku yang amat penting untuk diperhatikan adalah sistem pembuangan limbah rumah tangga dalam hal ini adalah limbah yang berasal dari toilet (black water), karena sebagian besar limbah dari toilet masyarakat yang ada di pulau kodingareng langsung di buang atau dialirkan ke badan air tanpa di lakukan pengolahan terlebih dahulu, dan ini merupakan salah satu faktor resiko tingginya pencemaran lingkungan terutama pada air laut.

Dengan demikian maka diperlukan model sistem pengolahan limbah yang efisien dan efektif yang dapat di gunakan di daerah pesisir dan kepulauan (Masni Erika, 2012).

Limbah pembuangan langsung ke perairan menyumbang tingkat polutan utama yang dapat menimbulkan ancaman bagi lingkungan dan kesehatan manusia di sekitar kepulauan. Timbal adalah salah satu zat neurotoksin dan akumulatif di lingkungan dan tubuh manusia. Pada anak-anak muda timbal dapat menghasilkan penurunan ketidakmampuan otak untuk tumbuh maksimal, sedangkan pada orang dewasa dapat menyebabkan gangguan tekanan darah tinggi dan keracunan jaringan lainnya. Konsentrasi timbal dalam kolom air, sedimen, kerang dan kerang dari daerah pesisir Makassar bervariasi. Variasi yang cukup besar dalam tingkat timbal di antara spesies yang berbeda, menyoroti peran penting lingkungan dan perilaku manusia. Dari sudut pandang risiko ekologis, nilai Pb adalah (> 1). (Mallongi, 2017).

Dampak limbah rumah tangga yang dibuang secara sembarangan akan mengakibatkan penurunan kualitas air dan tidak dapat dipergunakan lagi. Dampak lain seperti pembuangan limbah sampai ke air laut akan terjadi perubahan terhadap air laut maka kehidupan air laut akan terancam punah/mati (Hasibuan, 2016).

Dampak dari pembuangan limbah tidak hanya bagi manusia tetapi juga bagi biota yang ada di perairan laut, seperti konsentrasi Hg pada ikan

kembung. konsentrasi Hg pada ikan kembung yaitu 1,346 mg/kg sedangkan pada kerang darah berkisar antara 0,772-3,111 mg/kg. Laju asupan rata-rata ikan kembung 234,62 gr/hari sedangkan untuk kerang darah 21,19 gr/hari, rata-rata *intake* ikan kembung sebesar 0,07 mg/kg/hari sedangkan *intake* kerang darah 0,06 mg/kg/hari dan rata-rata besar risiko (RQ) responden yang mengonsumsi ikan kembung adalah 685,43 sedangkan untuk kerang darah 568,39. Rata-rata $RQ > 1$, artinya masyarakat di wilayah pesisir Kota Makassar berisiko tinggi untuk terpapar Hg melalui konsumsi ikan kembung dan kerang darah (Mangampe, 2014).

Kejadian diare sangat berkaitan dengan perilaku manusia, sarana air bersih, sarana pembuangan air limbah dan kesehatan lingkungan pada musim kemarau (Setiyabudi, 2016). Timbulnya penyakit diare dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor risiko yang paling banyak terkait dengan diare yaitu faktor lingkungan, meliputi ketersediaan sarana sanitasi dasar seperti air bersih, air minum, pemanfaatan jamban, pembuangan air limbah rumah tangga, pembuangan sampah, rumah dan lingkungan yang sehat serta perilaku hidup bersih dan sehat dalam kehidupan sehari-hari juga menjadi faktor timbulnya penyakit diare (Tauso SA, 2013).

Dari data Riskesdas Nasional tahun 2018, di laporkan bahwa periode prevalensi penderita diare adalah sebanyak 7,0% menurut diagnosis oleh tenaga kesehatan (dokter, perawat atau bidan). 8,7 -9,7 % menurut diagnosis tenaga kesehatan (dokter, Perawat atau bidan) dengan nilai

tertimbang sebesar 33.693 jiwa (Riskesdas, 2018). Data yang bersumber dari Profil Devisi penyehatan lingkungan (P2PL) Dinas Kesehatan Kota Makassar menunjukkan bahwa, Kota Makassar merupakan salah satu kota dengan kasus diare tertinggi. Jumlah kasus pada tahun 2015 sebanyak 28.257 kasus. Tahun 2016-2017 mengalami penurunan yang signifikan dengan jumlah kasus yakni 22.052 dan 18.082 kasus. Tahun 2018 kasus diare mengalami peningkatan sebanyak 20.600 kasus, sedangkan berdasarkan golongan umur kasus diare pada tahun 2018, banyak diderita oleh umur 1-4 tahun dan diatas 20 tahun (Dinkes, 2018).

Sanitasi merupakan penyediaan dari sarana dan pelayanan pembuangan limbah kotoran manusia seperti urin dan *feces*. Istilah 'sanitasi' juga mengacu kepada pemeliharaan kondisi higienis melalui upaya pengelolaan sampah dan pengolahan limbah cair. Sanitasi juga dapat diartikan sebagai alat pengumpulan dan pembuangan tinja serta air buangan masyarakat secara higienis sehingga tidak membahayakan bagi kesehatan seseorang maupun masyarakat secara keseluruhan (Imroatus, 2016). Sanitasi juga merupakan sebuah proses untuk memelihara tempat agar bersih dan higienis terutama ketersediaan air bersih, sistem limbah baik padat maupun cair (Mardotillah, 2019).

Sanitasi merupakan perilaku yang disengaja untuk membudayakan hidup bersih untuk mencegah manusia bersentuh langsung dengan kotoran dan bahan buangan berbahaya lainnya, dengan harapan dapat menjaga dan

meningkatkan kesehatan manusia. Sanitasi lingkungan (*environmental sanitation*) adalah upaya pengendalian semua faktor lingkungan fisik manusia yang mungkin menimbulkan atau dapat menimbulkan hal-hal yang merugikan bagi perkembangan fisik, kesehatan dan daya tahan hidup manusia (Selomo, 2018).

Sarana jamban merupakan suatu hal yang mesti diperhatikan karena sarana jamban dapat mempengaruhi tingkat kejadian penyakit seperti peningkatan kasus diare. Apabila tinja yang sudah terinfeksi maka akan mengandung virus atau bakteri dalam jumlah besar. Apabila tinja tersebut dihindangi oleh binatang dan kemudian binatang tersebut hinggap di makanan, maka makanan itu dapat menjadi sumber penyakit bagi orang yang memakannya. Pembuangan tinja merupakan bagian yang penting dari kesehatan lingkungan. Pembuangan tinja yang tidak menurut aturan, memudahkan terjadinya penyebaran penyakit tertentu yang penularannya melalui tinja, antara lain penyakit diare (Notoatmodjo, 2003)

Dalam pengelolaan permukiman, penyediaan sarana pengolahan buangan air limbah domestik merupakan salah satu aspek yang diperhitungkan. Sistem pembuangan air limbah yang umum digunakan masyarakat yakni air limbah yang berasal dari toilet dialirkan ke dalam tangki septik dan air limpasan dari tangki septik diresapkan ke dalam tanah atau dibuang ke saluran umum. Sedangkan air limbah non toilet yakni yang

berasal dari mandi, cuci serta buangan dapur dibuang langsung ke saluran umum (Wardiha, 2015).

Septik tank yang umum digunakan di masyarakat adalah septik tank konvensional. Namun penggunaan septik tank ini masih belum optimal disebabkan karena efisiensi pengolahan baru mencapai 65% sehingga menyebabkan hanya 22,5% total polutan organik yang dapat diolah (Said, 2011). Selain itu efisiensi yang rendah menyebabkan terjadi penumpukan lumpur dengan cepat sehingga mengurangi masa layan dari septik tank tersebut. Sebagai langkah untuk memperpanjang masa layan septik tank konvensional seperti disebutkan sebelumnya, sudah banyak dikembangkan tangki septik biofilter yang menggunakan media kontak (*attached growth*) dimana bakteri pengolah air limbah organik dikembangbiakan pada media kontak tersebut sehingga air limbah yang masuk tidak hanya diendapkan namun juga didegradasi oleh mikroorganisme yang menempel pada media kontak (*biofilm*) (Mara, 2013). Pengolahan air limbah dengan sistem biofiltrasi mempunyai beberapa keunggulan antara lain (Said, 2018): a). pengoperasiannya mudah; b). lumpur yang dihasilkan sedikit; c). dapat digunakan untuk pengolahan air limbah dengan konsentrasi rendah maupun konsentrasi tinggi; d). tahan terhadap fluktuasi jumlah air limbah maupun fluktuasi konsentrasi; e). pengaruh penurunan suhu terhadap efisiensi pengolahan kecil.

Di dalam proses pengolahan air limbah secara on-site, dalam hal ini biofilter, biaya pembuatan instalasi pengolahan air limbah tergantung pada jenis media biofilter yang digunakan (Wardiha, 2015). Kualitas limbah cair yang penting untuk diketahui adalah Total Suspended Solid (TSS), Biological Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD) dan Power Hidrogen (pH). (a) Bahan padat terlarut (TSS), bahan padat terlarut penting diketahui terutama apabila limbah cair akan dipergunakan kembali setelah pengelolaan. (b) Kebutuhan oksigen biokimia (BOD), merupakan ukuran kandungan bahan organik dalam limbah cair dan ditentukan dengan mengukur jumlah oksigen yang diserap oleh akibat adanya mikroorganisme selama satu periode waktu tertentu. Juga merupakan petunjuk dari pengaruh yang diperkirakan terjadi pada badan air penerima berkaitan dengan pengurangan kandungan oksigennya. (c) Kebutuhan oksigen kimiawi (COD), merupakan ukuran persyaratan kebutuhan oksigen limbah cair yang berada dalam kondisi tertentu, yang ditentukan dengan menggunakan suatu oksidan kimiawi. (d) pH, merupakan ukuran keasaman (acidity) atau kebasaan (alkalinity) limbah cair, pH menunjukkan perlu atau tidaknya pengolahan pendahuluan untuk mencegah terjadinya gangguan pada proses pengolahan limbah cair, limbah black water bisa mengandung bermacam-macam mikroorganisme. Tingkat pengolahan yang dilakukan sebelum limbah dibuang ke perairan dapat mengandung bahan organik dan anorganik yang

umumnya diukur dengan parameter BOD, COD, TSS dan lain-lain (Sumalik, 2019).

B. Rumusan Masalah

Pengolahan limbah cair dengan memanfaatkan mikroorganisme yang secara alamiah berada dalam air limbah untuk mereduksi kandungan senyawa-senyawa, dan kimia pada air limbah tersebut. Keunggulan dari metode ini adalah pengelolaannya sangat mudah, biaya operasionalnya rendah, lumpur yang dihasilkan jauh lebih sedikit dibandingkan metode lumpur aktif, serta dapat menghilangkan COD dan TSS yang cukup besar. Berdasarkan dari uraian latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu bagaimana efektifitas septik tank apung dalam mereduksi kadar COD, TSS, Suhu dan pH di pulau Kodingareng Kota Makassar.

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas septik tank apung di wilayah pulau Kodingareng Kota Makassar, ditinjau dari parameter COD, TSS, suhu dan pH.

2. Tujuan Khusus

- a. Mengetahui bagaimana efektivitas dari septik tank apung ditinjau dari parameter COD, TSS, suhu dan pH.

- b. Mengetahui bagaimana efektivitas dari septik tank apung ditinjau dari parameter TSS, suhu dan pH.
- c. Mengetahui bagaimana efektivitas dari septik tank apung ditinjau dari parameter Suhu.
- d. Mengetahui bagaimana efektivitas dari septik tank apung ditinjau dari parameter pH.
- e. Mengetahui septik tank apung sebagai alternatif teknologi tepatguna dalam pengolahan limbah.
- f. Mengetahui model pengaruh efektivitas septik tank Apung dalam mereduksi kadar COD, TSS, Suhu dan pH di pulau Kodingareng Kota Makassar.

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Ilmiah

Hasil penelitian ini dapat meningkatkan ilmu pengetahuan bagi masyarakat.

2. Manfaat Institusi

Hasil penelitian ini diharapkan menjadi sumber informasi bagi instansi dan dinas terkait sehingga dapat menjadi pedoman dalam menentukan regulasi dan kebijakan.

3. Manfaat Praktis

Merupakan pengalaman bagi peneliti dalam mengembangkan dan meningkatkan informasi dan ilmu pengetahuan khususnya tentang sarana sanitasi di wilayah pesisir dan kepulauan.

4. Manfaat Masyarakat

Diharapkan hasil penelitian ini dapat menjadi sumber informasi bagi masyarakat dalam pengambilan strategi pengadaan sarana sanitasi di wilayah pesisir kepulauan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum Tentang Kawasan Pesisir

1. Batasan dan Sifat-sifat Wilayah Pesisir

Wilayah pesisir merupakan wilayah sangat potensial dan memiliki sumberdaya laut yang terdapat di dalamnya, berada pada pertemuan antara wilayah darat dan laut. Indonesia merupakan salah satu negara kepulauan dengan 17.504 pulau dan panjang garis pantai kurang lebih 81.000 km. Wilayah pesisir merupakan salah satu daerah yang terletak di tepi laut sebatas antara surut terendah dan pasang tertinggi, yang terdiri dari perairan dan daratan, dimana daerahnya masih sangat dipengaruhi oleh aktivitas darat dan aktivitas marine yang artinya kedua daerah tersebut masih saling berkaitan (Kodoatie Sjarief, 2010).

Wilayah pesisir ditinjau dari garis pantai (*coastline*) memiliki dua batas (*boundaries*), yaitu batas sejajar garis pantai (*longshore*) dan batas tegak lurus terhadap garis pantai (*crossshore*). Batas wilayah pesisir kearah laut mencakup bagian atau batas terluar dari pada daerah paparan benua (*continental shelf*) dimana ciri-ciri perairan ini masih di pengaruhi oleh proses alami yang terjadi di darat seperti sedimentasi dan aliran air tawar, maupun proses yang disebabkan oleh kegiatan manusia dan darat seperti penggundulan dan pencemaran (Dahuri, 2003).

Budiharsono (2009) mengatakan bahwa wilayah pesisir merupakan wilayah belakang, sedangkan daerah perkotaan merupakan intinya. Wilayah pesisir juga dapat dikatakan sebagai wilayah dengan tingkat pendapatan penduduk dibawah garis kemiskinan. Kementerian Kelautan dan Perikanan Indonesia (2012), mengatakan bahwa kemiskinan pesisir merupakan kemiskinan yang disebabkan tingginya kerusakan sumberdaya pesisir, rendahnya kemandirian organisasi sosial dan lunturnya nilai-nilai budaya lokal, rendahnya infrastrukural serta kurangnya pengetahuan tentang kesehatan lingkungan permukiman.

2. Klasifikasi Wilayah Pesisir

Secara ekologis daratan pesisir sangat kompleks dan mempunyai nilai sumberdaya yang tinggi. Batasan wilayah pesisir terbagi menjadi dua sistem, yaitu daratan pesisir (*shoreland*), dan perairan pesisir (*coastal water*), keduanya berbeda tetapi saling berinteraksi. Dengan demikian yang perlu diperhatikan adalah sistem perairan pesisir dan pengaruhnya terhadap daya dukung (*carrying capacity*) ekosistem pesisir. Pengaruh daratan pesisir terhadap perairan pesisir terutama terjadi melalui aliran air (*runoff*) (Pagoray, 2003).

Perairan pesisir secara fungsional terdiri dari estauria (*estuaria regime*), pantai (*nearshore regime*), samudera (*oceanic regime*). Perairan estuaria adalah suatu perairan pesisir yang semi tertutup, yang

berhubungan bebas dengan laut, sehingga dengan demikian estuaria dipengaruhi oleh pasang surut, dan terjadi pula pencampuran yang dapat diukur antara air laut dengan air tawar yang berasal dari drainase. Perairan pantai meliputi laut mulai dari batas estuaria ke arah laut sampai batas paparan benua atau batas teritorial. Sedangkan perairan samudera, semua perairan ke arah laut terbuka dari batas paparan benua (Pagoray, 2003).

3. Karakteristik Masyarakat Pesisir

Masyarakat pesisir dapat diartikan sebagai kelompok orang yang tinggal di daerah pesisir dan sumber kehidupan perekonomiannya secara langsung bergantung pada penggunaan sumber daya laut dan pesisir (Begen, 2001). Karakteristik masyarakat pesisir adalah sebagai berikut :

a. Ketergantungan pada kondisi lingkungan

Ketergantungan lingkungan utamanya adalah air. Usaha perikanan sangat tergantung pada kondisi lingkungan perairan yang ideal. Keadaan ini mempunyai implikasi langsung dengan kondisi kehidupan sosial ekonomi masyarakat pesisir. Karena usaha perikanan sangat bergantung pada lingkungan air maka karakteristik hidup masyarakat pesisir bergantung pada lingkungan dan sangat rentan terhadap kerusakan lingkungan.

b. Ketergantungan pada musim

Ketergantungan pada musim erat kaitannya dengan musim tangkap ikan dan musim paceklik. Pada musim-musim tertentu masyarakat nelayan tidak bisa melakukan aktivitas melaut, oleh karena itu masyarakat ini relatif memiliki aktivitas yang rendah dibandingkan masyarakat agraris/daratan. Ketergantungan pada musim ini berimplikasi secara langsung terhadap kondisi sosial ekonomi masyarakat pesisir khususnya nelayan kecil, yang menggunakan alat tangkap sederhana/tradisional. Wajar bilamana banyak ditemui masyarakat miskin di wilayah pantai dan pesisir.

c. Ketergantungan pada pasar

Masyarakat nelayan sangat tergantung dengan pasar. Sedikit banyak pasar yang berperan dalam mewujudkan tingkat kesejahteraan hidup masyarakat ini, hasil tangkapan nelayan sangat fluktuatif begitu juga harga jualnya. Meskipun hasil jual ikan lebih rendah daripada biaya operasional penangkapan, tidak sedikit nelayan masih menjalankan usaha meskipun harus berhutang ke rentenir. Hal ini dipengaruhi oleh tuntutan dan kecintaan (*preferency*) akan kegiatan menangkap ikan serta anggapan jika tidak berangkat tidak ada yang bisa makan. Inilah yang membentuk cara hidup (*why off life*) masyarakat pesisir.

d. Kebutuhan hidup masyarakat pesisir

Kebutuhan hidup manusia relatif sama antara satu sama yang lain. Kebutuhan tak pernah terbatas pada identitas tertentu seperti golongan, ras, suku bangsa, dan lainnya. Sebagian besar masyarakat pesisir bekerja sebagai nelayan. Nelayan adalah perorangan warga negara Indonesia atau korporasi yang mata pencahariannya atau kegiatan usahanya melakukan penangkapan ikan.

B. Tinjauan Umum Tentang Pengolahan Limbah

Tujuan utama pengelolaan air limbah yaitu untuk mengurangi kelebihan unsur-unsur yang tidak diinginkan yang ada dalam air limbah, adapun secara umum tahap pengolahan limbah dapat dibagi beberapa tahap sebagai berikut :

1. Pengolahan pendahuluan (*Pre Treatment*)

Pengolahan pendahuluan bertujuan untuk menghilangkan zat padat, pasir, kerikil dan memisahkan lemak. Pada umumnya proses menghilangkan zat padat yang kasar yaitu dengan melewati air limbah melalui saringan kasar. Bak penangkap pasir untuk menghilangkan kerikil halus yang berupa pasir dan koral dengan cara pengendapan. Salah satu cara pengendapan pada aliran horizontal adalah dengan mengatur kecepatan aliran air limbah pada bak pengendap pasir. *Pre Treatment* ini berfungsi untuk mencegah terjadinya kerusakan alat akibat pengikisan dan terganggunya saluran (Hariwibowo, 2004)

2. Pengolahan pertama (*Primary Treatment*)

Pada pengolahan pertama ini biasanya dilakukan proses pengendapan/pengumpulan dan pengapungan untuk memisahkan zat-zat tercampur dalam air limbah serta penyamaan aliran untuk meningkatkan kualitas air limbah.

Tujuan dari pengolahan pertama adalah menghilangkan zat padat tercampur melalui pengendapan atau pengapungan. Pada tahap ini diharapkan akan mengurangi *Suspended solid* sekitar 60% dan BOD sekitar 35%. Proses pada *Primary Treatment* antara lain:

a. Pengendapan (*Sedimentation*)

Proses pengendapan yang dilakukan pada pengolahan pertama ini masih sederhana karena partikel dibiarkan mengendap secara gravitasi. Penambahan bahan kimia untuk koagulasi dilakukan untuk mempercepat proses pengendapan. Dengan adanya pengendapan tersebut diharapkan dapat mengurangi kebutuhan oksigen dalam pengolahan biologis berikutnya (Hariwibowo, 2004)

Pemisahan berdasarkan gravitasi yaitu dengan sedimentasi pada umumnya berupa teknik yang efektif untuk mengambil (*removal*) padatan tersuspensi (*Suspended Solid*) yang tidak stabil dari air dan air limbah. Walaupun demikian karakteristik perbedaan dalam pengendapan berhubungan dengan jenis suspensi dari zat padat yang berbeda-beda.

Menurut Weber Jr dalam Kusnoputranto H, 1997. Ada berbagai cara partikel mengendap dari suspensi, tergantung dari konsentrasi suspensi dan sifat partikel dengan tipe sedimentasi berdasarkan konsentrasi suspensi dan sifat flokulasi partikel, yaitu :

Class 1 clarification adalah pengendapan partikulat dalam suatu suspensi encer yang mempunyai sedikit atau tidak sama sekali kecenderungan untuk flokulasi (berkumpul sebagai awan).

- 1) Class 2 clarification adalah pengambilan (*removal*) dari partikulat yang dapat berflokulasi dari suatu suspensi encer.
- 2) Zone setting. Jika partikulat saling berdekatan, gaya tarik menarik antara partikel-partikel tersebut dan sebagai hasilnya partikel mengendap sebagai suatu massa yang besar, bukannya misalnya partikulat mengendap sebagai suatu massa yang besar, bukannya sebagai partikel yang berdiri sendiri.
- 3) Zone compression adalah keadaan di mana benar-benar terjadi kontak partikel satu sama lainnya, dan sebagai hasilnya adalah suatu massa yang kompak yang menghambat sedimentasi lebih lanjut.

b. Penyamaan Aliran (*Equalitation*)

Proses penyamaan aliran pada air limbah diharapkan dapat meningkatkan kualitas air limbah tersebut. Keuntungan utama yang dapat diperoleh dari equalitation, yaitu sebagai berikut :

- 1) Air limbah dapat diolah sesudah terjadi panyamaan.
- 2) Bahan-bahan tercampur dapat dilarutkan dan pH dapat menjadi stabil.
- 3) Kebutuhan luas permukaan penyaringan efluen menjadi berkurang sehingga kinerja saing dapat di tingkatkan.

3. Pengolahan Kedua (*Secondary Treatment*)

Pengolahan kedua umumnya mencakup proses biologi yang bertujuan untuk mengurangi bahan-bahan organik oleh mikroorganisme yang ada di dalamnya. Pengolahan ini diharapkan dapat menurunkan BOD sekitar 85% dan pada tahap ini mikroorganisme mengalami pertumbuhan.

Menurunnya kadar BOD ini karena memanfaatkan pertumbuhan dan perkembangan bakteri pengurai. Untuk hal tersebut dibutuhkan beberapa persyaratan yaitu tersedianya zat organik (nutrien), suhu (tergantung jenis organisme) pH optimum (6.5-7,5) dan beban zat beracun.

a. Pengolahan Air Limbah Secara Anaerob

1) Mekanisme Proses Anaerob

Pengolahan anaerobik adalah sistem yang pengolahannya dijalankan disebuah tempat yang kekurangan oksigen dan tidak mempunyai banyak variasi seperti pada sistem aerobik. Sistem ini efektif untuk pengolahan cairan limbah yang kental, dan ini sering

digunakan sebagai langkah awal untuk mengurangi zat organik yang kemudian diikuti dengan pengolahan aerobik (Sunu, 2001). Proses pengolahan anaerobik biasanya digunakan untuk mengolah air limbah yang konsentrasinya tinggi atau lumpur. Secara umum air limbah yang diproses dengan pengolahan anaerobik dilanjutkan dengan pengolahan aerobik (Sunu, 2001).

Polutan-polutan organik seperti lemak, protein dan karbohidrat pada kondisi anaerobik akan dihidrolisa oleh enzim hidrolase yang dihasilkan bakteri pada tahap pertama. Enzim hidrolisa seperti lipase, protease, dan sellulase. Hasil hidrolisa polimer-polimer diatas adalah monomer seperti monosakarida, asam amino, peptida, dan giserin. Selanjutnya monomer-monomer ini akan diuraikan menjadi asam-asam lemak dan gas hidrogen (Kusnoputranto, 1997)

Kumpulan mikroorganisme, umumnya bakteri terlibat dalam transformasi senyawa kompleks organik menjadi metan. Lebih jauh lagi, terdapat interaksi sinergis antara macam-macam kelompok bakteri yang berperan dalam penguraian limbah. Meskipun beberapa jamur (*fungi*) dan protozoa dapat ditemukan dalam penguraian anaerobik, bakteri-bakteri tetap merupakan mikroorganisme yang paling dominan bekerja didalam proses anaerobik. Sejumlah besar bakteri dan fakultatif, seperti :

bakteroides, bifidobacterium, hidrolisis dan fermentasi senyawa organik (N. I. Said, 2002)

2) Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Mekanisme Proses Anaerob

Beberapa faktor yang berpengaruh terhadap penguraian secara anaerobik seperti temperatur, keasaman (pH), konsentrasi substrat, dan zat toksik (Malina, 1992)

a). Temperatur

Gas dapat dihasilkan jika suhu antara 4-60°C dan suhu dijaga konstan. Bakteri akan menghasilkan enzim yang lebih banyak pada temperatur optimum. Semakin tinggi temperatur reaksi juga akan semakin cepat tetapi bakteri akan semakin berkurang. Beberapa jenis bakteri dapat bertahan pada rentang temperatur tertentu.

Proses pembentukan metana bekerja pada rentang temperatur 30-40°C, tetapi dapat juga terjadi pada temperatur rendah 4°C. Laju produksi gas akan naik 100-400% untuk setiap kenaikan temperatur 12°C pada rentang temperatur 4-65°C. Mikroorganisme yang berjenis thermofilik lebih sensitif terhadap perubahan temperatur daripada jenis mesofilik. Pada temperatur 38°C, jenis mesofilik dapat bertahan pada perubahan temperatur $\pm 28^\circ\text{C}$. Untuk jenis thermofilik pada

suhu 49°C, perubahan suhu yang diizinkan $\pm 0,8^\circ\text{C}$ dan pada temperatur 52°C perubahan temperatur yang diizinkan $\pm 0,3^\circ\text{C}$.

b. pH (Derajat Keasaman)

Bakteri yang menghasilkan zat metana sangat sensitif terhadap perubahan pH, nilai optimum pH untuk jenis bakteri penghasil metana antara 6,7 – 7,5. Bakteri yang tidak menghasilkan metana tidak begitu sensitif terhadap perubahan pH, dan dapat bekerja pada pH antara 5 hingga 8,5.

Proses anaerobik terdiri dari dua tahap yaitu tahap pembentukan asam dan tahap pembentukan metana, maka pengaturan pH awal proses sangat penting. Tahap pembentukan asam akan menurunkan pH awal. Jika penurunan ini cukup besar akan sangat menghambat aktivitas mikroorganisme penghasil metana. Untuk meningkatkan pH dapat dilakukan dengan penambahan kapur.

c. Zat Toksik

Zat organik maupun anorganik, baik yang terlarut maupun yang tersuspensi dapat menjadi penghambat bagi pertumbuhan mikroorganisme jika terdapat pada nilai yang tinggi. Untuk logam *Pads* umumnya sifat toksik akan semakin bertambah dengan tingginya valensi dan berat atomnya.

Zat toksik kadang-kadang dapat menyebabkan kegagalan pada proses penguraian limbah dalam proses anaerobik. Terhambatnya pertumbuhan bakteri metanogen pada dasarnya ditandai dengan penurunan produksi metana dan meningkatnya nilai asam-asam volatile (I. Said, 2002).

C. Tinjauan Umum Tentang Septik Tank Apung

Septik tank yang umum digunakan di masyarakat adalah septik tank konvensional. Namun penggunaan septik tank ini masih belum optimal disebabkan karena efisiensi pengolahan baru mencapai 65% sehingga menyebabkan hanya 22,5% total polutan organik yang dapat diolah (Said, 2011). Selain itu efisiensi yang rendah menyebabkan terjadi penumpukan lumpur dengan cepat sehingga mengurangi masa layan dari tangki septik tersebut. Sebagai langkah untuk memperpanjang masa layan tangki septik konvensional seperti disebutkan sebelumnya, sudah banyak dikembangkan tangki septik biofilter yang menggunakan media kontak (*attached growth*) dimana bakteri pengolah air limbah organik dikembangkan pada media kontak tersebut sehingga air limbah yang masuk tidak hanya diendapkan namun juga didegradasi oleh mikroorganisme yang menempel pada media kontak (*biofilm*) (Mara, 2013).

Semakin banyak kasus pencemaran air tanah dilaporkan, masyarakat menjadi semakin sadar akan pentingnya menjaga kualitas sumber daya yang terbatas ini, terutama di daerah yang sepenuhnya bergantung pada sumber

air tanah. Meskipun sebagian besar perhatian difokuskan pada polusi oleh bahan kimia organik, senyawa ini bertanggung jawab untuk persentase yang relatif kecil dari wabah penyakit yang terkait dengan air tanah. Mayoritas wabah penyakit yang ditularkan melalui air disebabkan oleh bakteri dan virus yang ada di saluran pembuangan domestik. Septik tank berkontribusi volume terbesar air limbah, 800 miliar galon per tahun ke permukaan bawah tanah, dan merupakan penyebab kontaminasi air tanah yang paling sering dikaitkan dengan wabah penyakit. Badan Perlindungan Lingkungan A.S. telah menetapkan area dengan kepadatan septik tank lebih besar dari 40 sistem per mi^2 (1 sistem per 16 hektar) sebagai daerah yang berpotensi kontaminasi air tanah. Banyak kasus kontaminasi air tanah telah dilaporkan di daerah dengan kepadatan tangki septik yang tinggi; ukuran lot di area ini berkisar dari kurang dari seperempat acre hingga tiga acre. Satu-satunya cara paling penting untuk membatasi kontaminasi air tanah oleh tangki septik adalah untuk membatasi kepadatan sistem ini di suatu daerah (Yates, 1985).

Dalam pernyataan (Notoatmodjo, 1997) mengatakan bahwa (1) tinja yang tidak dikelola dengan baik dan benar dapat mempengaruhi kesehatan manusia, (2) tinja menimbulkan bau busuk yang menyebabkan datangnya lalat yang merupakan vektor penyakit, (3) tinja sebagai sumber beberapa penyakit menular seperti tifus, kolera dan disentri; dan (4) tinja dapat mencemari air tanah. Selanjutnya dikatakan bahwa untuk mengurangi kontaminasi kotoran manusia terhadap lingkungan diperlukan pengelolaan

pembuangan kotoran manusia secara benar, yakni membangun jamban keluarga dengan konstruksi septik tank. Selanjutnya Fachri (2013) menyatakan bahwa sanitasi lingkungan adalah bagian dari kesehatan masyarakat yang meliputi prinsip - prinsip usaha untuk meniadakan atau menguasai faktor lingkungan yang dapat menimbulkan penyakit melalui kegiatan yang ditujukan; (1) sanitasi air; (2) sanitasi makanan; (3) sistem pembuangan tinja; (4) sanitasi udara; (5) pengendalian vektor dan rodent penyakit; (6) higienitas.

Karakteristik Limbah Domestik Black Water

Air limbah dalam penelitian ini adalah air limbah domestik (rumah tangga) black water, yang berasal dari toilet rumah tangga masyarakat yang berada di wilayah Pulau Kodingareng. Dalam penelitian ini limbah black water yang dimaksudkan merupakan limbah yang dilepaskan dari tubuh manusia melalui anus dan merupakan sisa dari proses pencernaan manusia di sepanjang sistem saluran pencernaan. Komposisi dari lumpur tinja sangat bervariasi dalam konsistensi, kuantitas, dan konsentrasi (Bassan et al., 2014). Perkiraan komposisi tinja dan air seni dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Komposisi Tinja dan Air Seni

Komponen	Kandungan dalam Tinja (%)	Kandungan dalam Air Seni (%)
Air	66-80	93-96
Bahan Organik	88-97	65-85
Nitrogen (dari berat kering)	5-7	15-19
Fosfor (P_2O_5) (dari berat kering)	3-5,4	2,5-5
Potassium (sebagai K_2O) (dari berat kering)	1-2,5	3-4,5
Karbon (dari berat kering)	40-55	11-17
Kalsium (sebagai CaO) (dari berat kering)	4-5	4,5-6
C/N (dari berat kering)	5-10	-

Sumber : (Gotaas, 1956)

Berdasarkan hasil efluent dari septik tank apung limbah yang di hasilkan dalam bentuk cairan yang berwarna coklat kekuningan, ini menandakan bahwa telah terjadi dekomposisi limbah dari padatan dan berubah menjadi limbah cair, yang ditandai dari perubahan fisik limbah. Perubahan bentuk fisik dari limbah disebabkan oleh adanya proses dekomposisi dari bakteri yang terdegradasi secara alami dalam septik tank apung.

D. Tinjauan Umum Tentang TSS

Total Suspended Solid (TSS) merupakan padatan yang menyebabkan kekeruhan pada air, tidak dapat terlarut dan mengendap secara langsung.

Padatan tersuspensi yang terdiri dari partikel-partikel yang ukurannya maupun beratnya lebih kecil dari sedimen, misalnya tanah liat dan bahan-bahan tertentu, sel mikroorganisme dan sebagainya.

TSS adalah zat padat yang berada dalam suspensi, dapat dibedakan menurut ukurannya sebagai partikel tersuspensi koloid (partikel koloid) dan partikel tersuspensi biasa (partikel tersuspensi). Bahan-bahan tersuspensi dan terlarut pada perairan alami tidak bersifat toksik, akan tetapi jika berlebihan, dapat meningkatkan nilai kekeruhan yang akan menghambat penetrasi cahaya matahari dan akhirnya mempengaruhi fotosintesis di perairan.

E. Tinjauan Umum Tentang COD

COD dapat menggambarkan jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi, baik yang dapat didegradasi secara biologis (biodegradable) maupun yang sukar didegradasi secara biologis (non biodegradable) menjadi CO_2 dan H_2O (Noor, 2016).

Analisis dari COD adalah menentukan banyaknya oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi senyawa organik secara kimiawi. Hasil analisis COD menunjukkan kandungan senyawa organik yang terdapat dalam limbah. COD yang dapat terurai secara perlahan cukup rendah, menghasilkan karakteristik dan dampak bahan organik yang mengendap (Murat Hocaoglu, 2010). COD atau kebutuhan oksigen kimia adalah jumlah oksigen yang diperlukan agar limbah organik yang ada di dalam air dapat

teroksidasi melalui reaksi kimia. Limbah organik akan teroksidasi oleh kalium bichromat ($K_2Cr_2O_4$) sebagai sumber oksigen menjadi gas CO_2 dan H_2O serta sejumlah ion Chrom. Nilai COD merupakan ukuran bagi tingkat pencemaran oleh bahan organik. Kadar COD dalam limbah berkurang seiring dengan berkurangnya konsentrasi bahan organik yang terdapat dalam air limbah, konsentrasi bahan organik yang rendah tidak selalu dapat direduksi dengan metode pengolahan yang konvensional (Akbar, 2015).

F. Tinjauan Umum Tentang pH

pH berpengaruh terhadap kelangsungan hidup bakteri. Bakteri tidak dapat tumbuh pada pH yang tidak sesuai dengan persyaratan. pH merupakan kunci pertumbuhan bakteri. Kebanyakan bakteri tidak dapat hidup pada pH di atas 9,5 atau di bawah 4,0. Umumnya pH optimum untuk pertumbuhan bakteri berkisar 6,5 - 7,5.

pH yang bersifat asam biasanya mempengaruhi toksisitas suatu senyawa kimia, dimana senyawa ammonium yang dapat terionisasi banyak ditemukan pada perairan yang memiliki pH rendah dan ammonium sendiri memiliki sifat toksik. Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai nilai pH sekitar 7-8,5. Nilai pH sangat mempengaruhi proses biokimiawi perairan, misalnya proses nitrifikasi akan berakhir jika pH rendah. Toksisitas logam memperlihatkan peningkatan pada pH rendah (Noor, 2016).

G. Tinjauan Umum Efektivitas Penambahan Em4 (5%)

Effectif mikroorganisme awalnya merupakan kultur campuran mikroorganisme bermanfaat terdiri dari lima atau lebih jenis yang dapat dibagi menjadi tiga kelompok yaitu : mikroorganisme positif yang berperan dalam proses regenerasi, mikroorganisme negative yang berperan dalam proses dekomposisi dan mikroorganisme oportunistis yang berperan dalam kedua proses tersebut. EM merupakan mikroorganisme alami, sehingga pada dasarnya dapat ditemukan pada setiap media baik tanah, air dan udara (Renzetti, 2008).

Air limbah domestik ini berasal dari air limbah black water yang berasal dari rumah tangga (kakus), yang di alirkan melalui pipa ke bak septik. Mula-mula air limbah masuk ke bak pertama dan mengendap secara gravitasi. Selain sebagai bak pengendapan, juga sebagai bak kontrol aliran, serta bak pengurai senyawa organik yang berbentuk padatan dan penampungan lumpur. Pada bak ini juga di berikan tambahan sebagai starter yakni penambahan EM4 (5%). Penambahan EM4 (5%) di harapkan dapat meningkatkan kualitas bakteri dalam mendekomposisi dari limbah, dan juga dapat mempercepat proses degradasi bahan organik pada air limbah.

Efektif mikroorganisme 4 (EM4) sendiri merupakan kultur campuran inoculum beberapa mikroba utama yaitu (Alfiah, 2012) :

1. Bakteri fotosintetik (*Rhodospseudomonas* sp) yang umumnya akan berfungsi sebagai substrat bagi mikroorganisme lainnya.

2. Bakteri asam laktat (*Lactobacillus* sp) yang dapat menyebabkan kemandulan (sterilizer), sehingga dapat menekan pertumbuhan mikroorganisme merugikan; meningkatkan percepatan perombakan bahan organik; menghancurkan bahan seperti lignin dan selulosa serta memfermentasikan tanpa menimbulkan senyawa beracun yang ditimbulkan dari pembusukan bahan organik.
3. Yeast/Ragi (*Saccromyces* sp) yang dapat menghasilkan substrat bermanfaat bagi mikroorganisme lainnya terutama mikroorganisme asam laktat dan *Antinomycetes*. Substrat diperoleh dengan memecahkan asam amino dan gula yang dikeluarkan oleh bakteri fotosintetik.
4. *Antinomycetes* menghasilkan zat-zat anti mikroba dari asam amino yang dihasilkan bakteri fotosintetik. Zat-zat anti mikroba ini dapat menekan khususnya pertumbuhan jamur dan bakteri.
5. Jamur Fermentasi (*Aspergillus* dan *Penicilin*) yang mampu menguraikan bahan organik secara cepat menjadi alkohol, ester dan zat-zat anti mikroba, pertumbuhan jamur ini juga dapat membantu menghilangkan bau.

Tiap spesies organisme ini memiliki peranannya masing-masing, saling mendukung satu sama lainnya membentuk konsorsium mikroorganisme (Santosa, 2012). EM jenis yang paling utama adalah bakteri fotosintetik yang menjadi pelaksana kegiatan efektif mikroorganisme terpenting. Bakteri ini disamping mendukung kegiatan mikroorganisme

lainnya, juga memanfaatkan zat-zat yang dihasilkan mikroorganisme lain (Renzetti, 2008).

Pemanfaatan EM-4 sudah dikenal sejak lama dalam bidang pertanian dan pengolahan pupuk kompos. Dewasa ini pemanfaatan EM-4 juga sudah mulai dilakukan dalam pengolahan limbah cair. Penelitian (Munawaroh, 2013), menemukan bahwa EM-4 memiliki potensi besar untuk mereduksi kadar BOD₅, COD dan TSS dalam limbah cair air tahu. Penelitian ini menggunakan prinsip reaktor batch dengan cara mencampurkan reaktan dalam suatu reaktor selama waktu tertentu, dengan waktu kontak 20 hari (EM=300 ml) mampu menurunkan kadar BOD 97% dan COD 96% serta meningkatkan pH dari 4,2 menjadi 7,4 pada 8 liter sampel.

Pengolahan limbah cair dapat memberikan pemulihan pada fosfor dan menghilangkan sisa COD dan nitrogen (Zeeman et al., 2008). Pemanfaatan EM4 juga dapat dilakukan untuk menurunkan kadar BOD, COD dan TSS pada produksi biogas seperti limbah cair tahu. Di mana pada proses ini digunakan starter feses sapi dicampur dengan EM4. Pada awal proses limbah tahu belum dicampur dengan feses, air maupun EM4, BOD/COD sebesar 1354 mg/L; 985 mg/L. setelah limbah dicampur feses dan EM4 siap untuk difermentasi nilai BOD;COD meningkat menjadi 38550 mg/L; 29220 mg/L. Setelah proses fermentasi 14 hari BOD;COD turun menjadi 29040 mg/L ; 14880 311 mg/L. Penurunan nilai BOD;COD disebabkan karena adanya peran aktif mikroba EM4 dalam merombak substrat. Selain itu juga

penambahan EM4 mereduksi bau yang ditimbulkan proses fermentasi (Iswanto, 2018).

Pemanfaatan konsorsium bakteri juga telah dilakukan pada pengolahan air limbah industri pencelupan tekstil dengan menggunakan reactor semianaerob aerob. Bakteri pada reaktor semianaerob terdiri dari *Aeromonas* sp. *Pseudomonas* sp, dan *Flavobacterium* sp. Sedangkan pada reaktor aerob terdiri dari *Vibrio* sp. *Plesiomonas* sp. dan *Enterobacter* sp. Proses diawali dengan menumbuhkan konsorsium bakteri pada masing-masing reaktor selama 10 hari menggunakan batu vulkanik merah sebagai media pelekatan bakteri. Kemudian air limbah dipompakan kedalam alat, setelah waktu tinggal 2 hari diketahui teknologi biofilm cukup efektif untuk perombakan TSS, BOD dan COD.

Dari hasil penelitian (Anita, 2012) pada skala laboratorium menggunakan limbah air tahu, dapat disimpulkan bahwa pemberian Efektif mikroorganisme (EM4) pada limbah cair tahu dapat menurunkan konsentrasi BOD dan COD. Pemberian Efektif mikroorganisme (EM4) pada limbah cair tahu 1:20 (5%), BOD dan COD nya dapat memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan bagi kegiatan industri golongan II, KEP-51/MENLH/10/1995, limbah tersebut dibolehkan di buang ke lingkungan. Pemberian Efektif mikroorganisme (EM4) pada limbah cair tahu 1:10 (10 %), BOD dan COD nya tidak memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan bagi kegiatan

industri golongan II, KEP-51/MENLH/10/1995, sehingga limbah tersebut tidak boleh dibuang langsung ke lingkungan.

Pemanfaatan EM-4 dalam pengolahan air limbah rumah sakit, didasarkan fakta bahwa kandungan BOD, COD dan polutan lainnya dalam air limbah rumah sakit masih sangat tinggi. Penambahan EM-4 diharapkan mampu mempercepat proses pembentukan biofilm pada media sarang tawon. Perbandingan antara volume EM4 dan air limbah adalah 1:20 (5 %) didasarkan pada penelitian sebelumnya yang mendapatkan hasil yang lebih efektif dengan perbandingan tersebut. Pada tahap pelekatan, bakteri mendekati permukaan melalui gaya elektrostatik maupun gaya fisika (Renzetti, 2008). Pada umumnya, ketersediaan nutrisi, suhu air dan laju alir cairan yang memadai serta karakteristik bakteri seperti adanya flagela dan permukaan sel yang terasosiasi dengan polisakarida atau protein mempercepat proses pelekatan. Setelah bakteri berasosiasi satu sama lainnya membentuk mikrokoloni.

Beberapa dari sel bakteri terikat secara permanen pada permukaan material melalui pembentukan *Extracellular polymeric substance* (EPS). EPS berfungsi sebagai penghubung antar permukaan sel dan menjadi inisiasi pada pembentukan biofilm. Terbentuknya biofilm sebagai strategi bagi mikroorganisme untuk mempertahankan populasinya karena adanya EPS mencegah difusi senyawa-senyawa toksik yang membahayakan serta mengatur pertumbuhan sel (Feng et al., 2013).

H. Dampak Air Limbah

1. Dampak terhadap kesehatan

Kualitas air berpengaruh langsung terhadap kesehatan, mengingat sifat air yang mudah sekali terkontaminasi oleh berbagai mikroorganisme dan mudah sekali melarutkan berbagai materi. Dengan kondisi sifat yang demikian air mudah sekali berfungsi sebagai media penyalur ataupun penyebar penyakit. Ada beberapa penyakit yang masuk kedalam kategori *water borne disease*, atau penyakit yang dibawa oleh air. Penyakit-penyakit ini hanya dapat menyebar apabila mikroba penyebabnya dapat masuk kedalam sumber air yang dipakai oleh masyarakat untuk kebutuhan sehari-hari. Sedangkan jenis mikroba yang dapat menyebar lewat air cukup banyak antara lain bakteri, protozoa dan metazoa (Kementrian, 2005).

2. Dampak terhadap estetika

Dengan semakin banyaknya limbah yang masuk kedalam lingkungan seharusnya diolah terlebih dahulu, untuk mengurangi beban lingkungan dalam melakukan degradasi secara alami. Air limbah yang masuk kedalam lingkungan tanpa dilakukan pengolahan terlebih dahulu akan mempengaruhi degradasi alami yang semakin berat. Jika kemampuan daya dukung lingkungan penerima limbah sudah terlampaui, maka akan mengakibatkan pencemaran dan akumulasi materi di lingkungan. Penumpukan materi yang tak terkendali akan menimbulkan

berbagai dampak seperti bau menyengat, pemandangan yang kotor dan menimbulkan masalah estetika yang tidak diharapkan (Kementrian, 2005).

3. Dampak Terhadap Kehidupan Biota Air

Dengan banyaknya zat pencemar yang ada di dalam air limbah, maka akan menyebabkan menurunnya kadar oksigen yang terlarut di dalam air limbah tersebut. Dengan demikian akan menyebabkan kehidupan di dalam air yang membutuhkan oksigen akan terganggu, dan mengurangi perkembangannya. Selain disebabkan karena kurangnya oksigen, kematian kehidupan di dalam air dapat juga disebabkan oleh adanya zat beracun. Selain kematian ikan-ikan, dampak lainnya adalah kerusakan pada tanaman/tumbuhan air.

Akibat matinya bakteri-bakteri, maka proses penjernihan air secara alamiah yang seharusnya terjadi pada air limbah juga terhambat. Dengan demikian air limbah menjadi sulit teruraikan. Diberbagai saluran pembuangan air limbah domestik dan laut sudah tidak mampu lagi untuk menerima beban tersebut, sehingga kualitas airnya sudah tidak layak lagi untuk dimanfaatkan (Kementrian, 2005).

I. Tabel Sintesa

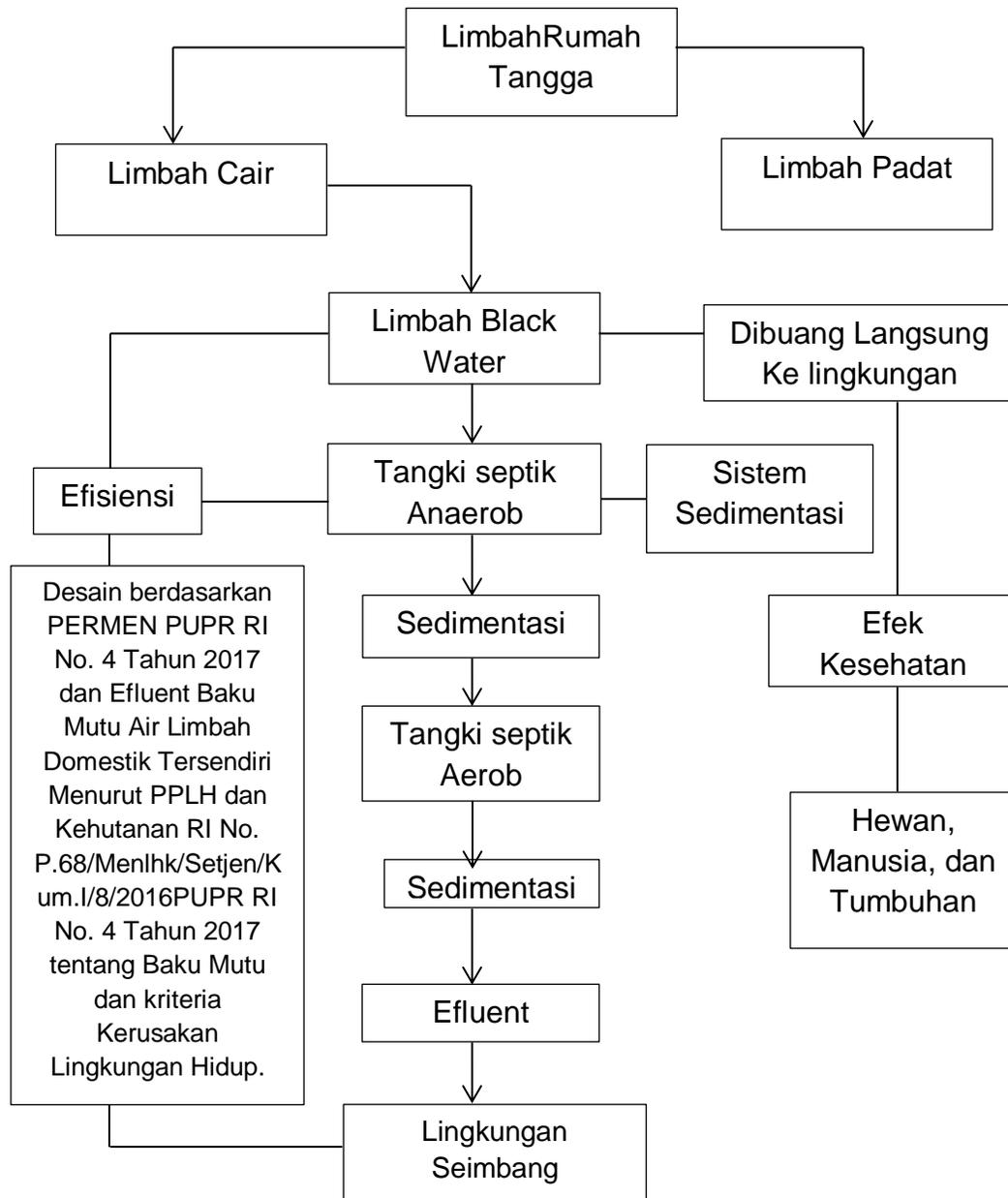
Tabel 1.1 Tabel Sintesa Penelitian Terkait Efektivitas Septik Tank Apung Dalam Mereduksi Kadar COD, TSS, Suhu dan pH Limbah Black Water

No	Penelitian dan Lokasi	Desain	Tujuan	Hasil	Keterangan
1	Rijali Noor, 2011 Daerah spesifik rawa, Desa penggalaman	Eksperimen	Mengetahui keefektifan penggunaan kakus T-Pikon-H sebagai septik-tank yang diterapkan di daerah spesifik rawa air tawar Desa Penggalaman di tinjau dari parameter pH, BOD, COD dan colitinja.	Dari 4 kali pengambilan sampel hanya pada pengambilan sampel pertama yang mengalami penurunan jumlah colitinja sampel ke-1 influent > 1.600.000 MPN/100ml effluent 210.000 MPN/100ml. 3 sampel lainnya tidak mengalami penurunan jumlah colitinja. Sehingga keefektifan alat ditinjau dari parameter pH, BOD, COD dan colitinja alat T-Pikon-H belum cukup efektif dalam penurunan parameter tersebut.	
2	(Gurdani Yogisutanti, 2017)	Analisi	Mengkaji secara teknis sistem septik secara komunal berdasarkan standar	Mendapatkan stimulan bagi warga lain yang tidak memiliki septik tank, dan berharap	Adanya hambatan dan ketidaksepakatan dari pemilik tanah

	Desa Pasundaan, Bandung		SNI untuk digunakan di daerah perkotaan padat penduduk.	semuanya orang memiliki septik tank di rumah mereka, karena sanitasi baik sangat penting bagi kesehatan kita.	untuk membangun septik tank.
3	Prayitno	Meta Analisis	Mengkaji secara teknis, ekonomis dan keberlanjutan dari system pengolahan limbah, Yaitu Aerasi kontak, RBC, Lumpua aktif, boifilter "up Flow", biofilter Anaerob-aerob dan horizontal	Ditinjau secara teknis, ekonomi dan berkelanjutannya teknologi biofilter anaerob-aerob adalah pilihan yang tepat. Hal ini disebabkan teknologi biofilter anaerob-aerob memiliki pengolahan yang tinggi dan efisien.	
4	(Rachman, 2018) Septik tank Daerah tepian Sungai dan Rawa	Eksperimen	Menganalisis instalasi pengolahan feses atau tinja yang dapat digunakan pada daerah penggir sungai dan sebagainya.	Teknologi Konstruksi Tripikon-S dipilih berdasarkan kondisi eksisting rumah-rumah masyarakat yang berada di tepian sungai dan berbentuk panggung, daerah pasang surut/banjir, lahan yang terbatas, mudah dikerjakan oleh masyarakat dan dapat	

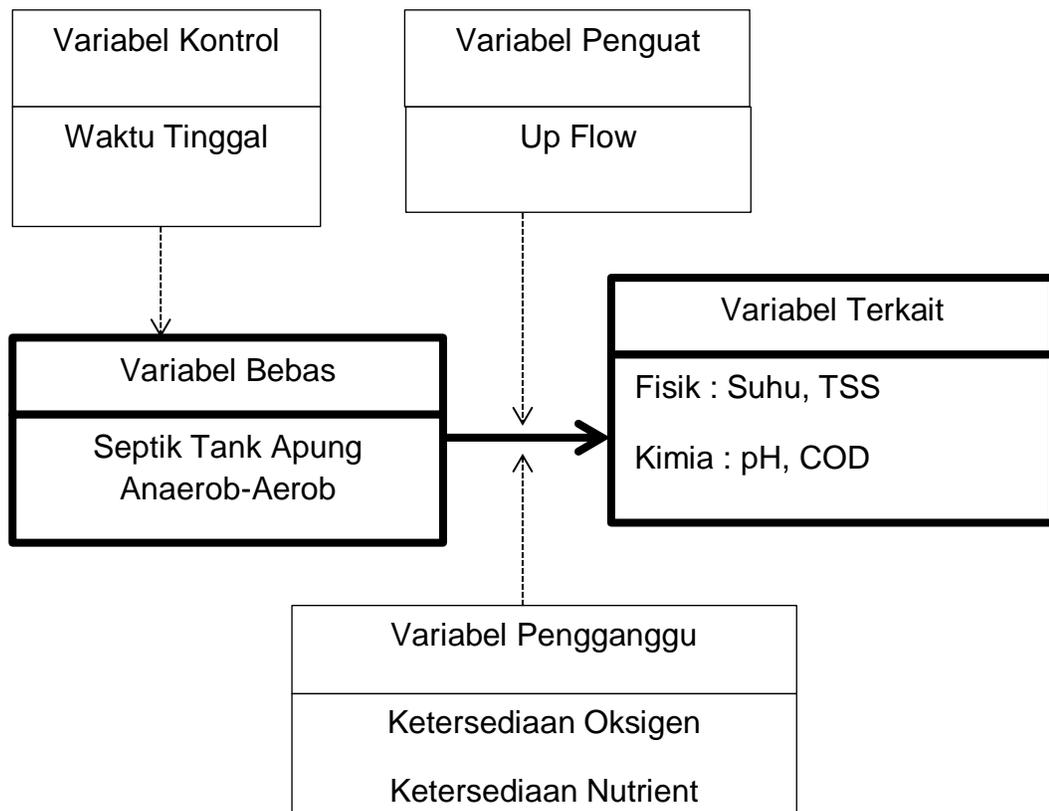
				mengoptimalkan material lokal dengan biaya yang murah.	
5	(Munawar & Suparmi, 2016) Septik Tank Daerah Pasang Surut	Eksperimen	Meningkatkan akses jamban sehat, sesuai dengan Permenkes No 3 Tahun 2014 tentang Sanitasi Total berbasis Masyarakat (STBM)	Pemanfaatan drum ke dalam septik tank dapat menyebabkan pencapaian akses ke toilet untuk mencapai pilar pertama STMB. Drum bekas yang didesain sebagai kompartemen A dapat berfungsi sebagai Tangki Septik dan Kompartemen B sebagai IPAL sehingga mampu merubah bentuk fisik tinja serta menurunkan kualitas air limbah.	

J. Kerangka Teori

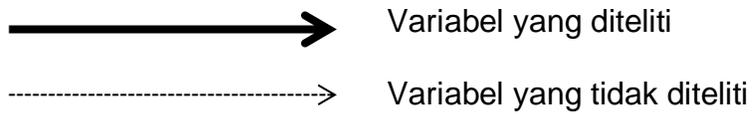


Sumber: Modifikasi dari Pedoman Teknik Pengolahan Air Limbah, Kemenkes RI 2011 dan PERMEN PUPR RI No. 4 Tahun 2017 dan PPLH dan Kehutanan RI No. P.68/Menlhk/Setjen/Kum.I/8/2016PUPR RI No. 4 Tahun 2017 tentang Baku Mutu dan kriteria Kerusakan Lingkungan Hidup.

K. Kerangka Konsep



Keterangan :



L. Definisi Operasional

No	Variabel	Definisi Operasional	Satuan
1	Waktu tinggal	Waktu yang dibutuhkan air limbah dari inlet melalui setiap bagian alat pengolahan sampai outlet	Liter/menit
2	Septik tank Apung	Proses pengolahan limbah secara biologis dengan memanfaatkan pertumbuhan mikroorganisme/bakteri pengurai	Ltr
3	COD	Analisa yang menggunakan suatu oksida kimia	mg/ltr
4	pH	Derajat keasaman suatu zat	
5	TSS	Residu dari padatan total yang tertahan oleh saringan	mg/ltr

M. Kriteria Objektif

Untuk menganalisis efektifitas septik tank Apung, maka hasil pemeriksaan parameter fisik dan kimia didasarkan pada baku mutu Baku Mutu Air Limbah Domestik Tersendiri Menurut PPLH dan Kehutanan RI No. P.68/Menlhk/Setjen/Kum.I/8/2016, dengan desain berdasarkan PERMEN PUPR RI No. 4 Tahun 2017 tentang Baku Mutu dan kriteria Kerusakan Lingkungan Hidup yakni:

- a. Efektif apabila hasil setelah melalui pengolahan hasil pemeriksaan parameter septik tank sesuai dengan baku mutu Baku Mutu Air Limbah Domestik Tersendiri Menurut PPLH dan Kehutanan RI No. P.68/Menlhk/Setjen/Kum.I/8/2016, dengan desain berdasarkan PERMEN PUPR RI No. 4 Tahun 2017 tentang Baku Mutu dan kriteria Kerusakan Lingkungan Hidup
- b. Tidak efektif apabila hasil setelah melalui pengolahan hasil pemeriksaan parameter septik tank apung tidak sesuai dengan baku mutu Baku Mutu Air Limbah Domestik Tersendiri Menurut PPLH dan Kehutanan RI No. P.68/Menlhk/Setjen/Kum.I/8/2016, dengan desain berdasarkan PERMEN PUPR RI No. 4 Tahun 2017 tentang Baku Mutu dan kriteria Kerusakan Lingkungan Hidup.

N. HIPOTESIS PENELITIAN

Hipotesis yang digunakan dalam penelitian ini adalah hipotesis deskriptif yaitu:

1. Septik tank apung efektif dalam menstabilisasikan kadar pH setelah pengolahan sesuai Baku Mutu Air Limbah Domestik Tersendiri Menurut PPLH dan Kehutanan RI No. P.68/Menlhk/Setjen/Kum.I/8/2016, dengan desain berdasarkan PERMEN PUPR RI No. 4 Tahun 2017 tentang Baku Mutu dan kriteria Kerusakan Lingkungan Hidup.
2. Septik tank apung efektif terhadap kondisi temperatur suhu celcius pengolahan berdasarkan Baku Mutu Air Limbah Domestik Tersendiri Menurut PPLH dan Kehutanan RI No. P.68/Menlhk/Setjen/Kum.I/8/2016, dengan desain berdasarkan PERMEN PUPR RI No. 4 Tahun 2017 tentang Baku Mutu dan kriteria Kerusakan Lingkungan Hidup.
3. Septik tank apung efektif menurunkan kadar COD (Chemical Oxygen Demand) limbah setelah melalui pengolahan sesuai dengan Baku Mutu Air Limbah Domestik Tersendiri Menurut PPLH dan Kehutanan RI No. P.68/Menlhk/Setjen/Kum.I/8/2016, dengan desain berdasarkan PERMEN PUPR RI No. 4 Tahun 2017 tentang Baku Mutu dan kriteria Kerusakan Lingkungan Hidup.

4. Septik tank apung efektif menurunkan kadar TSS (Total Suspended Solid) limbah sesuai dengan Baku Mutu Air Limbah Domestik Tersendiri Menurut PPLH dan Kehutanan RI No. P.68/Menlhk/Setjen/Kum.I/8/2016, dengan desain berdasarkan PERMEN PUPR RI No. 4 Tahun 2017 tentang Baku Mutu dan kriteria Kerusakan Lingkungan Hidup.