

TUGAS AKHIR
PEMANFAATAN SISA PAC DARI LIMBAH PDAM UNTUK
MEREDUKSI KANDUNGAN FOSFAT DALAM LIMBAH *LAUNDRY*



AHMAD BURHANUDDIN

D121 15 308

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

2021



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN

JL. POROS MALINO, KM.6 BONTOMARANNU KAB. GOWA

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Gowa.

Judul : *Pemanfaatan Sisa PAC dari Limbah PDAM Untuk Mereduksi Kandungan Fosfat Limbah Laundry*

Disusun Oleh :

Nama : Ahmad Burhanudin

NIM : D12115308

Telah diperiksa dan disetujui
Oleh Dosen Pembimbing

Gowa, 28 Mei 2021

Pembimbing I

Prof. Dr. Ir. Mary Selintung, MSc.
NIP. NIDK : 194306122018016000

Pembimbing II

Dr. Roslinda Ibrahim, S.P., M.T.
NIP. 197506232015042001

Menyetujui,
Ketua Departemen Teknik Lingkungan



Dr. Eng. Murnia Hustim, S.T., M.T
NIP. 195204242000122000

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Burhanudin

NIM : D121 15 308

Program Studi : Teknik Lingkungan

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya yang berjudul:

“Pemanfaatan Sisa PAC Dari Limbah Pdam Untuk Mereduksi Kandungan
Fosfat Dalam Limbah *Laundry*”

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambil alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 31 Mei 2021



yang menyatakan,

(Ahmad Burhanuddin)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Subhanahu Wata'ala karena atas rahmat, hidayah dan izin-Nya lah sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul : **Pemanfaatan Sisa PAC Dari Limbah PDAM Untuk Mereduksi Kandungan Fosfat Dalam Limbah Laundry**. Shalawat serta salam penulis curahkan kepada junjungan kita, Rasulullah SAW, yang telah mengantar umat manusia menuju masa yang terang benderang.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan kelulusan pada jenjang Strata-I Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Penulis menyadari banyak kesulitan yang dihadapi selama penyusunan tugas akhir ini, namun berkat bantuan bimbingan, nasehat dan doa dari segala pihak, membuat penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini.

Ucapan terima kasih sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada kedua orang tua penulis yakni bapak Ahmad Juanedi dan ibu Darkimah Indrawati yang telah memberikan kasih sayang, dukungan dan sebagainya yang tidak bias penulis ungkapkan semuanya..

Pada kesempatan kali ini pula, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Prof. Dr. Dwia Aries Tina Pulubuhu M., selaku Rektor Universitas Hasanuddin
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Arsyad Thaha, MT., Prof. Baharuddin Hamzah, ST., MT., M.Arch selaku Dekan dan Wakil Dekan 1 Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Ibu Dr. Eng. Muralia Hustim, SP., MT., selaku Kepala Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
4. Ibu Prof. Dr. Ir Mary Selintung, MSc., selaku pembimbing I yang selalu membimbing dan memperhatikan perkembangan penulis selama penyelesaian tugas akhir.

5. Ibu Dr. Roslinda Ibrahim, S.P., MT., selaku pembimbing II yang senantiasa meluangkan waktu, membimbing dan memperhatikan perkembangan penulis selama penyelesaian tugas akhir.
6. Seluruh Bapak/Ibu dosen Departemen Teknik Lingkungan dan Departemen Teknik Sipil yang telah memberikan ilmu dan masukan terhadap tugas akhir ini.
7. Pak Syarif selaku laboran Laboratorium Kualitas Air yang membantu penulis selama penelitian yang dilakukan di laboratorium.
8. Seluruh staff dan karyawan Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin terkhusus Bu Sumi dan Kak Olan yang telah banyak bersabar dan membantu penulis dalam proses administrasi.
9. Teman-teman Teknik Lingkungan 2015, yang sama-sama berjuang dari awal hingga akhir.

Serta kepada seluruh pihak yang membantu selama penyelesaian tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Semoga Allah SWT berkenan membalas kebaikan kalian. Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan untuk memperbaiki kekurangan dari tugas akhir ini. Akhir kata semoga tugas akhir ini member manfaat untuk perkembangan dalam bidang ilmu pengetahuan.

ABSTRAK

AHMAD BURHANUDDIN. *Pemanfaatan Sisa PAC Dari Limbah PDAM Untuk Mereduksi Kandungan Fosfat Dalam Limbah Laundry*. (dibimbing oleh Mary Selintung dan Roslinda Ibrahim).

Masalah pencemaran lingkungan khususnya masalah pencemaran air di kota besar di Indonesia, sudah menunjukkan gejala yang cukup serius. Di Kota Makassar, bisnis pencucian pakaian (penatu) adalah bisnis yang cukup banyak menimbulkan masalah lingkungan karena limbah hasil cucian kotor langsung di buang ke badan air tanpa proses pengolahan sebelumnya. Kandungan dalam limbah penatu di antaranya adalah fosfat. Pembuangan limbah yang banyak mengandung fosfat ke dalam air dapat menyebabkan pertumbuhan lumut dan mikro *algae* yang berlebihan yang disebut juga dengan *eutrophication* sehingga air menjadi keruh dan berbau karena pembusukan lumut-lumut yang mati.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat efektivitas dari massa PAC yang ada dalam limbah PDAM untuk mereduksi kandungan fosfat dalam air limbah laundry dan lama waktu pengadukan. Variasi yang diteliti adalah variasi massa PAC dengan melakukan pendekatan perhitungan pada perbandingan volume air limbah PDAM terhadap air limbah laundry yaitu 1:1, 1:2, 1:3, dan 1:4. dan variasi waktu pengadukan dilakukan selama 60, 75, 90, 105, dan 120 detik. Pada uji pendahuluan didapatkan kandungan awal fosfat dalam limbah penatu sebesar 17,06 mg/l dan kandungan PAC dalam limbah PDAM sebesar 0,264 mg/l.

Hasil penelitian diperoleh, efektivitas tertinggi massa PAC adalah 1,056 mg yaitu sebesar 60% atau 10,236 ppm fosfat yang berkurang hingga tersisa fosfat sebesar 6,824 ppm. Serta pada waktu pengadukan paling efektif adalah 105 detik dan 120 detik dengan hasil penuruna fosfat sebesar 60% hingga tersisa fosfat sebesar 6,824 ppm dari kondisi awal fosfat sebanyak 17,04 ppm.

Kata kunci: *Poly Aluminium Chloride* (PAC), fosfat, koagulasi, limbah cair.

ABSTRACT

AHMAD BURHANUDDIN. *Utilization of PAC Waste from PDAM Waste to Reduce Phosphate Content in Laundry Waste.* (supervised by Mary Selintung and Roslinda Ibrahim).

The problem of environmental pollution, especially the problem of water pollution in big cities in Indonesia, has shown quite serious symptoms. In Makassar City, the laundry (laundry) business is a business that causes quite a lot of environmental problems because the waste from dirty laundry is immediately disposed of into water bodies without any prior treatment. The contents of the laundry waste include phosphate. Disposal of waste that contains a lot of phosphate into the water can cause the growth of algae and micro algae which is also called eutrophication so that the water becomes cloudy and smells due to the decay of the dead moss.

This study aims to determine the effectiveness level of the PAC mass in the PDAM waste to reduce the phosphate content in laundry waste arising and the length of time for stirring. The variation studied was the PAC mass variation by using a calculation approach to the ratio of the volume of PDAM waste water to laundry wastewater, namely 1: 1, 1: 2, 1: 3, and 1: 4. and variations in the stirring time were carried out for 60, 75, 90, 105, and 120 seconds. In the preliminary test, the initial phosphate content in the laundry waste was 17.06 mg / l and the PAC content in the PDAM waste was 0.264 mg / l.

The results showed that the highest effectiveness of PAC mass was 1.056 mg, which was 60% or 10.236 ppm of phosphate, which decreased until the remaining phosphate was 6.824 ppm. And the most effective stirring time is 105 seconds and 120 seconds with a phosphate reduction of 60% until the remaining phosphate is 6.824 ppm from the initial phosphate condition of 17.04 ppm.

Keywords: Poly Aluminum Chloride (PAC), phosphate, coagulation, liquid waste.

DAFTAR ISI

	Halaman
SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat Penelitian	4
E. Ruang Lingkup	4
F. Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Air Limbah	6
1. Pengertian Air Limbah.	6
2. Parameter Air Limbah	6
B. Limbah Laundry.	8
C. Deterjen	8
1. Pengertian Deterjan	8
2. Kandungan Deterjen	9
D. Fosfat	11
E. Proses Pengolahan Limbah Cair	12
1. Pengolahan pendahuluan	12
2. Pengolahan tahap pertama	12
3. Pengolahan tahap kedua	13
4. Pengolahan tahap ketiga atau pengolahan lanjutan	16

F. Koagulan	17
G. <i>Poly Aluminium Chlorida</i> (PAC)	18

BAB III METODE PENELITIAN

A. Rancangan Penelitian	19
1. Jenis Penelitian	19
2. Variabel Penelitian	19
3. Variabel Perlakuan	19
B. Lokasi Dan Waktu Penelitian	21
1. Waktu Penelitian	21
2. Lokasi Penelitian	21
C. Bahan dan Alat	23
1. Bahan	23
2. Alat	23
D. Populasi dan Sampel	23
E. Pelaksanaan Penelitian	23
F. Teknik Pengumpulan Data	25
G. Teknik Analisis	25
H. Diagram Alir Penelitian	26

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Uji Pendahuluan	27
B. Analisis Pengaruh Massa PAC Terhadap Penurunan Konsentrasi Fosfat Dalam Air Limbah Penatu.	27
C. Analisis Pengaruh Lama Waktu Pengadukan Terhadap Penurunan Konsentrasi Fosfat Dalam Air Limbah Penatu.	30
Rekapitulasi Efektivitas Pengurangan fosfat	32

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	35
B. Saran	35

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Variasi Perlakuan	19
2. Hasil Uji Pendahuluan Kandungan Awal Limbah.	27
3. Hasil Pengukuran Konsentrasi Fosfat Dalam Larutan Limbah Berdasarkan Variasi Massa PAC Dalam Air Limbah PDAM.	28
4. Hasil Pengukuran Konsentrasi Fosfat Dalam Larutan Limbah Berdasarkan Variasi Lama Waktu Pengadukan.	30
5. Rekapitulasi Persentase Keefektifan Pengurangan fosfat.	33

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
6. Lokasi Penelitian, di Laboratorium Kualitas Air, Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin	22
7. Lokasi Pengambilan Sampel limbah Laundry As-Syifa di Tompobalang, Kabupaten Gowa	22
8. Lokasi Pengambilan Sampel limbah limbah PDAM, PDAM Tirta Je'ne Berang, Kabupaten Gowa.	22
9. Diagram Alir Proses Pelaksanaan Penelitian.	26
10. Grafik Hubungan Variasi Massa PAC Dengan Efektivitas Penurunan Konsentrasi Fosfat.	29
11. Grafik Hubungan Variasi Perbandingan Lama Waktu Pengadukan Dengan Efektivitas Penurunan Konsentrasi Fosfat.	31
12. Grafik Pengaruh Volume dan Waktu Pengadukan terhadap efektifitas penurunan fosfat	33

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Masalah pencemaran lingkungan khususnya masalah pencemaran air di kota besar di Indonesia, sudah menunjukkan gejala yang cukup serius. Penyebabnya tidak hanya berasal dari buangan industri pabrik- pabrik dan fasilitas kesehatan yang membuang air limbahnya tanpa pengolahan terlebih dahulu ke sungai atau ke laut. Tapi yang tidak kalah memegang andil, baik secara sengaja atau tidak sengaja adalah masyarakat sendiri, yakni air buangan rumah tangga yang jumlahnya semakin hari semakin bertambah besar sesuai dengan perkembangan penduduk maupun suatu kota (Asmadi dan Suharno, 2012).

Dampak terhadap kesehatan manusia memang tidak langsung dirasakan tapi akan menimbulkan dampak setelah beberapa tahun. Dengan demikian, pencemaran lingkungan sering kali mengandung berbagai risiko terhadap kesehatan manusia. Beberapa peristiwa pencemaran lingkungan telah memberikan dampak kesehatan bagi manusia di negara maju, seperti pencemaran merkuri di Teluk Minamata di Jepang serta pencemaran sungai di Kanada. Sedangkan di Indonesia pernah terjadi di Teluk Buyat, Sulawesi Utara akibat limbah merkuri yang diduga dari tambang emas (Rahmadi, 2011).

Di Indonesia, khususnya Kota Makassar ini bisnis pencucian pakaian (penatu) adalah bisnis yang cukup banyak karena memanfaatkan peluang atas orang yang tidak sempat mencuci pakaiannya sendiri karena tidak punya mesin cuci, terkendala kesibukannya hingga cuaca yang mendung atau hujan sehingga pakaian tidak bisa kering. Disisi lain bisnis penatu ini menimbulkan masalah lingkungan karena limbah hasil cucian kotor langsung di buang ke badan air tanpa proses pengolahan sebelumnya. Kandungan dalam limbah penatu di antaranya adalah fosfat.

Pembuangan limbah yang banyak mengandung fosfat ke dalam air dapat menyebabkan pertumbuhan lumut dan mikro *algae* yang berlebihan yang disebut juga dengan *eutrophication* sehingga air menjadi keruh dan berbau karena pembusukan lumut-lumut yang mati. Pada keadaan *eutrotop* tanaman dapat menghabiskan oksigen dalam sungai saat malam hari atau bila tanaman tersebut mati dan dalam keadaan sedang mencerna (*digest*) sedangkan pada siang hari pancaran sinar matahari ke dalam air akan berkurang, sehingga proses fotosintesis yang dapat menghasilkan oksigen juga berkurang (Budi, 2006).

Banyak metode yang telah digunakan dalam proses penurunan kadar fosfat di dalam air, antara lain metode fisika, kimia dan biologi. Namun metode yang paling efektif dalam penurunan kadar fosfat adalah metode kimia yakni dengan mengikat senyawa-senyawa fosfat melalui penambahan koagulan, misalnya alum dan kapur (Budi, 2006).

Pengolahan air secara kimia biasanya digunakan untuk menghilangkan partikel-partikel yang tidak mudah mengendap. Jenis partikel yang tidak mudah mengendap antara lain ada koloid, logam-logam berat, senyawa fosfor, dan senyawa organik beracun. Pengolahan kimia dapat dilakukan dengan cara membubuhkan bahan kimia tertentu untuk menghasilkan partikel yang lebih besar. Ketika koloid membentuk partikel yang lebih besar sehingga pengendapan dapat terjadi (Said, 2009).

Poly Alumunium Chloride (PAC) merupakan salah satu pengganti alum padat yang efektif karena menghasilkan koagulasi air dengan kekeruhan yang berbeda dengan cepat, menggenerasi lumpur lebih sedikit, dan juga meninggalkan lebih sedikit residu alumunium pada air yang diolah (Malhotra, 1994 dalam Kristijarti dkk, 2013). Menurut Echanpin (2005) dalam Said (2009), PAC memiliki kelebihan dengan tingkat adsorpsi yang kuat, mempunyai kekuatan lekat, tingkat pembentukan flok- flok tinggi meski dengan dosis kecil, memiliki tingkat sedimentasi yang cepat, cakupan penggunaannya luas, dan konsumsinya cukup pada konsentrasi rendah.

Limbah PAC yang akan digunakan adalah limbah hasil pengolahan air baku dari PDAM yang menggunakan PAC sebagai koagulan dalam proses pengolahannya.

Pada penelitian terdahulu oleh Sandy (2015), menggunakan PAC

untuk menurunkan kadar fosfat dalam limbah *laundry* dengan kadar fosfat paling efektif adalah 0,75 gram dengan efektivitas penurunan sebesar 89% dapat menurunkan fosfat dari kadar 9,56 mg/l menjadi 1,05 mg/l. Waktu pengadukan yang digunakan dalam penelitian tersebut adalah 60 detik pengadukan cepat 70 rpm dan 15 menit pengadukan lambat 50 rpm. Kemudian dilakukan uji pendahuluan untuk mengetahui besar kandungan fosfat dalam limbah penatu di dalam air limbah Laundry As-syifa maka didapatkan kandungan fosfat sebesar 17,06 ppm. Mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah yang menetapkan bahwa nilai ambang batas untuk parameter fosfat sebesar 2 mg/l maka limbah pinatu yang diteliti telah melewati ambang batas fosfat. Untuk penentuan kecepatan putaran pengadukan peneliti menggunakan alat yang ada di Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Hasanuddin yang hanya bisa konstan pada kecepatan 250 rpm sehingga waktu pengadukan akan menyesuaikan dengan menggunakan pengadukan cepat.

Berdasarkan latar belakang tersebut di atas maka peneliti akan melakukan penelitian tentang keefektifan massa *Poly Alumunium Chloride* (PAC) dalam penurunan kadar fosfat pada air limbah penatu dengan menggunakan limbah hasil olahan PDAM yang mengandung PAC. Besarnya kandungan PAC diketahui pada uji pendahuluan sebesar 0,246 ppm sehingga akan digunakan pendekatan dengan menghitung kandungan awal fosfat sesuai dengan volume air limbah PDAM.

B. Rumusan Penelitian

1. Seberapa besar kandungan fosfat dalam air limbah penatu dan kandungan PAC dalam air limbah PDAM yang diteliti?
2. Bagaimana pengaruh massa PAC dalam air limbah PDAM terhadap penurunan konsentrasi fosfat dalam air limbah penatu?
3. Bagaimana pengaruh lama waktu pengadukan terhadap penurunan konsentrasi fosfat dalam air limbah penatu?

C. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui besar kandungan fosfat dalam air limbah penatu dan besarnya kandungan PAC dalam air limbah PDAM yang diteliti.
2. Untuk menganalisis pengaruh massa PAC dalam air limbah PDAM terhadap efektivitas penurunan kadar fosfat dalam air limbah penatu.
3. Untuk menganalisis pengaruh lama waktu pengadukan terhadap efektivitas penurunan kadar fosfat dalam air limbah penatu.

D. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini dilakukan adalah:

1. Bagi Penulis:

Sebagai syarat untuk menyelesaikan studi dan mendapat gelar ST (Sarjana Teknik) di Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

2. Bagi Universitas:

Dapat dijadikan sebagai referensi bagi Mahasiswa-mahasiswi selanjutnya yang berada di Departemen Teknik Lingkungan khususnya yang mengambil konsentrasi keairan dalam pengerjaan tugas akhir.

3. Bagi Masyarakat:

Memberikan pengetahuan bagi masyarakat mengenai manfaat air limbah PDAM dan dampak dari pada air limbah penatu yang mengandung fosfat.

E. Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bahan utama yang digunakan dalam proses koagulasi adalah limbah air olahan PDAM yang mengandung PAC bersumber dari Unit Pengolahan Daerah Air Minum (PDAM) Tirta Je'neberang, Kab.Gowa dan Limbah Laundry Assyifa, Jl. Poros Malino, Kabupaten Gowa.
2. Sampel yang digunakan adalah larutan yang mengandung PAC dan Limbah Penatu yang mengandung senyawa fosfat.

3. Variabel yang digunakan adalah perbandingan volume dan waktu aduk antara air limbah PDAM dengan air limbah Penatu yang telah ditentukan.

F. Sistematika Penulisan Laporan

Penulisan tugas akhir ini terdiri dari beberapa bab, dimana masing-masing bab membahas masalah tersendiri, selanjutnya sistematika laporan ini sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang, identifikasi permasalahan objek, maksud dan tujuan penulisan, batasan masalah, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Dalam bab ini akan membahas teori-teori yang akan digunakan dalam penyelesaian masalah yang ada

BAB III METODE PENELITIAN

Dalam bab ini diuraikan kerangka fikir, ruang lingkup, metode pengumpulan data, dan analisis data pada permasalahan yang diteliti.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan data-data hasil penelitian yang telah dikumpulkan, analisis data, hasil analisis data dan pembahasannya.

BAB V PENUTUP

Bab ini mencakup hal-hal yang menjadi kesimpulan beserta saran-saran yang terkait dengan materi penyusunan laporan

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Air Limbah

1. Pengertian 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 PerMenLH No.5 Tahun 2014, limbah cair adalah semua bahan buangan yang berbentuk cair yang kemungkinan mengandung mikroorganisme patogen, bahan kimia beracun, dan radioaktivitas.

Menurut Soeparman, Soeparmin (2001), limbah cair merupakan gabungan atau campuran dari air dan bahan-bahan pencemar yang terbawa oleh air, baik dalam keadaan terlarut maupun tersuspensi yang terbuang dari sumber domestik (perkantoran, perumahan, dan perdagangan), sumber industri, dan pada saat tertentu tercampur dengan air tanah, air permukaan, atau air hujan. Sedangkan yang dimaksud dengan limbah cair industri adalah limbah cair yang sebagian besar terdiri dari buangan industri.

2. Parameter Air Limbah

Parameter Air Limbah Menurut Mulia (2005), dalam air limbah terdapat parameter-parameter yang perlu untuk diketahui. Parameter tersebut dapat menentukan kualitas dan karakteristik dari air limbah tersebut. Beberapa parameter tersebut diantaranya:

a. BOD (*Biological Oxygen Demand*)

BOD adalah banyaknya oksigen dalam ppm atau miligram/liter yang

diperlukan untuk menguraikan benda organik oleh bakteri pada suhu 20° C selama 5 hari. Biasanya dalam waktu 5 hari, sebanyak 60-70% kebutuhan terbaik karbon dapat tercapai. BOD hanya menggambarkan kebutuhan oksigen untuk penguraian bahan organik yang dapat didekomposisikan secara biologis (*biodegradable*).

b. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD menggambarkan jumlah total oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi, baik yang dapat didekomposisi secara biologis (*biodegradable*) maupun yang sukar didekomposisi secara biologis (*non biodegradable*). Oksigen yang dikonsumsi setara dengan jumlah dikromat yang diperlukan untuk mengoksidasi air sampel.

c. Oksigen Terlarut (*Dissolved Oxygen*)

Dissolved Oxygen adalah banyaknya oksigen yang terkandung di dalam air dan diukur dalam satuan milligram per liter. Oksigen terlarut ini digunakan sebagai tanda derajat pengotoran limbah yang ada. Semakin besar oksigen terlarut maka menunjukkan derajat pengotoran yang relatif kecil.

d. Kesadahan (*Hardness*)

Kesadahan adalah gambaran kation logam *divalent* (valensi 2) yang terdapat dalam air. Kation-kation ini dapat bereaksi dengan sabun membentuk endapan maupun dengan anion-anion yang terdapat dalam air membentuk endapan atau karat pada peralatan logam.

e. *Settleable Solid*

Settleable solid adalah lumpur yang mengendap dengan sendirinya pada kondisi yang tenang selama 1 jam secara gaya beratnya sendiri.

f. TSS (*Total Suspended Solid*)

TSS adalah jumlah berat dalam mg/l kering lumpur yang ada di dalam air limbah setelah mengalami penyaringan dengan *membrane* berukuran 0,45 mikron. Material tersuspensi dapat dibagi menjadi zat padat dan koloid.

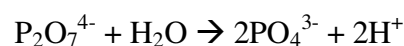
g. Kekeruhan (*Turbidity*)

Kekeruhan adalah ukuran yang menggunakan efek cahaya sebagai dasar untuk mengukur keadaan air sungai, kekeruhan ini disebabkan oleh adanya benda tercampur atau benda koloid dalam air.

B. Limbah Laundry.

Limbah *laundry* merupakan limbah hasil dari proses pencucian pakaian, kain ataupun bahan-bahan tekstil lainnya dengan menggunakan mesin cuci yang merupakan kegiatan utama dari usaha *laundry*. Sebagai pembersihnya *laundry* menggunakan deterjen untuk mengharumkan dan membuat pakaian menjadi bersih.

Limbah *laundry* yang dihasilkan oleh deterjen mengandung pospat yang tinggi. Pospat ini berasal dari Sodium Tripolyphosphate (STPP) yang merupakan salah satu bahan yang kadarnya besar dalam deterjen (HERA, 2003). Dalam deterjen, STPP ini berfungsi sebagai *builder* yang merupakan unsur terpenting kedua setelah surfaktan karena kemampuannya menonaktifkan mineral kesadahan dalam air sehingga deterjen dapat bekerja secara optimal. STPP ini akan terhidrolisa menjadi PO_4 dan P_2O_7 yang selanjutnya juga terhidrolisa menjadi PO_4 (HERA, 2003). Reaksinya adalah sebagai berikut:



C. Deterjen

1. Pengertian Deterjan

Deterjen dalam arti luas merupakan bahan yang digunakan sebagai pembersih termasuk deterjen cuci piring alkali dan cairan pembersih. Secara spesifik deterjen yaitu bahan pembersih yang mengandung petrokimia, surfaktan dan bahan sintetik lainnya. Surfaktan merupakan bahan pembersih utama yang

terdapat pada detergen. Detergen mempunyai efisiensi pembersihan yang baik, terutama jika digunakan di dalam air sadah atau pada kondisi lainnya yang tidak menguntungkan.

Komposisi kimia deterjen terdiri dari bermacam-macam komponen yang dapat dikelompokkan menjadi tiga grup, yaitu surfaktan, bahan pembentuk, dan bahan lain-lain. Surfaktan di dalam detergen berfungsi sebagai bahan pembasah yang menyebabkan menurunnya tegangan permukaan air sehingga air lebih mudah meresap ke dalam kain yang dicuci. (Fardiaz, 1992)

2. Kandungan Deterjen

a. Surfaktan berfungsi untuk meningkatkan daya pembasahan air sehingga kotoran yang berlemak dapat dibasahi, mengendorkan dan mengangkat kotoran dari kain dan mensuspensikan kotoran yang telah terlepas. Surfaktan yang biasa digunakan dalam deterjen adalah linear alkilbenzene sulfonat, etoksisulfat, alkil sulfat, etoksilat, senyawa amonium kuarterner, imidazolin dan betain. Linear alkilbenzene sulfonat, etoksisulfat, alkil sulfat bila dilarutkan dalam air akan berubah menjadi partikel bermuatan negatif, memiliki daya bersih yang sangat baik, dan biasanya berbusa banyak (biasanya digunakan untuk pencuci kain dan pencuci piring). Etoksilat, tidak berubah menjadi partikel yang bermuatan, busa yang dihasilkan sedikit, tapi dapat bekerja di air sadah (air yang kandungan mineralnya tinggi), dan dapat mencuci dengan baik hampir semua jenis kotoran.

b. Bahan Aktif (*Active Ingredient*) merupakan bahan inti dari deterjen sehingga bahan ini harus ada dalam proses pembuatan deterjen. Secara kimia bahan ini dapat berupa *sodium lauryl sulfonate* (SLS). Beberapa nama dagang dari bahan aktif ini diantaranya Luthensol, Emal, dan Neopelex (NP). Di pasar

beredar beberapa jenis Emal dan NP, yaitu Emal-10, Emal-20, Emal-30, NP-10, NP-20, dan NP-30. Secara fungsional bahan aktif ini mempunyai andil dalam meningkatkan daya bersih. Ciri dari bahan aktif adalah busanya sangat banyak.

- c. Bahan Pengisi (*Filler*) adalah bahan tambahan deterjen yang tidak mempunyai kemampuan meningkatkan daya cuci, tetapi menambah kuantitas, contoh : Sodium sulfate. Bahan ini berfungsi sebagai pengisi dari seluruh campuran bahan baku. Pemberian bahan ini berguna untuk memperbanyak atau memperbesar volume. Keberadaan bahan ini dalam campuran bahan baku deterjen semat-mata ditinjau dari aspek ekonomis. Pada umumnya, sebagai bahan pengisi deterjen digunakan sodium sulfat. Bahan lain yang sering digunakan sebagai bahan pengisi, yaitu tetra sodium pyrophosphate dan sodium sitrat. Bahan pengisi ini berwarna putih, berbentuk bubuk, dan mudah larut dalam air.
- d. Bahan Penunjang (*Builder*) adalah soda ash atau sering disebut soda abu yang berbentuk bubuk putih. Bahan penunjang ini berfungsi meningkatkan daya bersih. Keberadaan bahan ini dalam campuran tidak boleh terlalu banyak karena menimbulkan efek samping, yaitu dapat mengakibatkan rasa panas di tangan pada saat mencuci pakaian. Bahan penunjang lain adalah STTP (*sodium tripoly phosphate*) yang mempunyai efek samping yang positif, yaitu dapat menyuburkan tanaman. Hal ini disebabkan oleh kandungan fosfat yang merupakan salah satu unsur dalam jenis pupuk tertentu.
- e. Bahan Tambahan (Aditif) sebenarnya tidak harus ada dalam proses pembuatan deterjen bubuk. Namun demikian, beberapa produsen justru selalu mencari hal-hal baru akan bahan ini karena justru bahan ini dapat memberi

kekhususan dan nilai lebih pada produk deterjen tersebut. *Additives* adalah bahan suplemen / tambahan untuk membuat produk lebih menarik, misalnya pewangi, pelarut, pemutih, pewarna, dst, tidak berhubungan langsung dengan daya cuci deterjen. *Additives* ditambahkan lebih untuk maksud komersialisasi produk. Contoh : *Enzyme, Borax, Sodium chloride, Carboxy Methyl Cellulose* (CMC). Dengan demikian, keberadaan bahan aditif dapat mengangkat nilai jual produk deterjen bubuk tersebut. (Setiawan,2020)

D. Fosfat

Fosfat terdapat dalam air alam atau air limbah sebagai senyawa ortofosfat, polifosfat dan fosfat organik. Setiap senyawa fosfat tersebut terdapat dalam bentuk terlarut, tersuspensi atau terikat di dalam sel organisme air. Di daerah pertanian ortofosfat berasal dari bahan pupuk yang masuk ke dalam sungai atau danau melalui drainase dan aliran air hujan. Polifosfat dapat memasuki sungai melalui air buangan penduduk dan industri yang menggunakan bahan detergen yang mengandung fosfat, seperti industri logam dan sebagainya. Fosfat organik terdapat dalam air buangan penduduk (tinja) dan sisa makanan. Fosfat organik dapat pula terjadi dari ortofosfat yang terlarut melalui proses biologis karena baik bakteri maupun tanaman menyerap fosfat bagi pertumbuhannya (Alaerts, 1987).

Keberadaan senyawa fosfat dalam air sangat berpengaruh terhadap keseimbangan ekosistem perairan. Bila kadar fosfat dalam air rendah (< 0,01 mg P/L), pertumbuhan ganggang akan terhalang, keadaan ini dinamakan oligotrop. Sebaliknya bila kadar fosfat dalam air tinggi, pertumbuhan tanaman dan ganggang tidak terbatas lagi (keadaan eutrop), sehingga dapat mengurangi jumlah oksigen terlarut air. Hal ini tentu sangat berbahaya bagi kelestarian ekosistem perairan.

E. Proses Pengolahan Limbah Cair

Tujuan utama pengolahan limbah cair adalah mengurangi kandungan *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Suspended Solids* (SS), dan organisme patogen (Klei & Sundstorm dalam Soeparman, Soeparmin, 2001). Selain tujuan di atas, pengolahan limbah cair dibutuhkan untuk menghilangkan kandungan nutrisi, bahan kimia beracun, senyawa yang tidak dapat diuraikan secara biologis (*non biodegradable*), dan padatan terlarut.

Menurut Soeparman, Soeparmin (2001), proses pengolahan limbah cair umumnya dibagi menjadi 4 kelompok yaitu :

1. Pengolahan pendahuluan

Pengolahan pendahuluan digunakan untuk memisahkan padatan kasar, mengurangi ukuran padatan, memisahkan minyak atau lemak, dan proses menyetarakan fluktuasi aliran limbah pada bak penampung. Unit yang terdapat dalam pengolahan pendahuluan adalah :

- a. Saringan (*bar Screen /bar racks*) untuk menghilangkan padatan kasar
- b. Pencacah (*comminutor*) untuk memotong padatan tersaring.
- c. Bak penangkap pasir (*grit chamber*) untuk mengendapkan partikel padat yang terkandung dalam air buangan.
- d. Penangkap lemak dan minyak (*skimmer and grease trap*) untuk mengapungkan cairan dan mengurangi padatan.
- e. Bak penyetaraan (*equalization basin*) untuk meredam fluktuasi sehingga menjadi stabil.

2. Pengolahan tahap pertama

Pengolahan tahap pertama bertujuan untuk mengendapkan partikel yang

terdapat dalam efluen pengolahan pendahuluan, sehingga pengolahan tahap pertama sering disebut proses sedimentasi. Pada proses ini limbah cair mengalir ke dalam tangki ataupun ke bak pengendap dengan kecepatan aliran sekitar 0,9 cm/detik sehingga padatan akan mengendap di dasar tangki secara gravitasi. Akibatnya, limbah cair menjadi lebih jernih.

Oleh karena proses ini menyebabkan limbah cair menjadi jernih, maka tangki pengendapan ini disebut *Clarifier*. Karena hal ini terjadi pada bak pengendap awal, maka disebut dengan "*Primary Clarifier*". Dibagian dasar tangki atau bak pengendap ini akan dihasilkan lumpur proses sedimentasi. Tahap selanjutnya, lumpur yang terkumpul dipompa atau dipindahkan secara manual ke unit pengolahan lumpur. Efisiensi tangki sedimentasi dalam pengurangan kandungan BOD maupun SS bergantung pada beban permukaan maupun waktu penahanan yang dilakukan. Dalam tangki dengan waktu penahanan 2 jam, diperkirakan 60% padatan tersuspensi (SS) dari limbah cair yang masuk mengendap dalam tangki. Pengendapan ini mengakibatkan berkurangnya kandungan BOD sebesar $\pm 30\%$. Jumlah BOD yang dapat dikurangi sangat bergantung pada jumlah BOD yang terkandung dalam zat yang terendap. Bagian air yang jernih di permukaan tangki selanjutnya mengalir keluar melewati alat ukur debit menuju pengolahan tahap kedua.

3. Pengolahan tahap kedua

Pengolahan tahap kedua disebut juga pengolahan secara biologis (*Biological Treatment*) karena pada tahap ini memanfaatkan mikroorganisme untuk menguraikan limbah cair dalam bentuk bahan organik terlarut menjadi produk yang lebih sederhana dan partikel yang dapat mengendap. Produk yang dihasilkan disebut lumpur aktif.

Proses pengolahan ini merupakan tahapan penting dalam rangkaian proses pengolahan limbah cair. Hal ini disebabkan pada tahap inilah terjadi reduksi zat organik yang sesungguhnya. Efluen dari tahap ini seharusnya dibuang ke badan air penerima sesuai dengan kelas badan air tersebut. Jika efluen dari pengolahan tahap kedua akan dimanfaatkan kembali atau badan air penerima menuntut persyaratan yang ketat, maka diperlukan pengolahan tahap ketiga. Selain itu, pada pengolahan tahap kedua ini, proses desinfeksi diperlukan jika kandungan mikroorganisme dalam efluen tidak memenuhi standar.

Agar diperoleh hasil yang memuaskan dalam proses pengolahan secara biologis, perlu diperhatikan beberapa faktor sebagai berikut :

- a. Konsentrasi mikroorganisme yang tinggi dalam reaktor.
- b. Kontak yang cukup antara influen dengan mikroorganisme.
- c. Kondisi lingkungan yang sesuai bagi mikroorganisme saat reaksi berlangsung.
- d. Pemisahan mikroorganisme dari efluen mudah dilakukan

Berdasarkan teknik pengendalian (immobilisasi) mikroorganisme dalam media yang digunakan, pengolahan limbah cair secara biologis dapat dikelompokkan menjadi *suspended growth processes* dan *attached growth processes*.

a. *Suspended growth processes*

Suspended growth processes adalah proses pengolahan dengan memanfaatkan mikroorganisme pengurai zat organik yang tersuspensi dalam limbah cair yang diolah. Yang termasuk dalam kelompok ini antara lain proses lumpur aktif (*activated sludge processes*) dan kolam stabilisasi /oksidasi (*waste stabilization ponds*).

1. Pengolahan dengan proses lumpur aktif (*activated sludge processes*)

Sistem pengolahan lumpur aktif adalah pengolahan dengan cara membiakkan bakteri aerobik dalam tangki aerasi yang bertujuan untuk menurunkan organik karbon atau organik nitrogen. Dalam penurunan organik karbon, bakteri yang berperan adalah bakteri heterotropik. Sumber energi berasal dari oksidasi senyawa organik dan sumber karbon yang berasal dari organik karbon. BOD atau COD dipakai sebagai ukuran atau satuan yang menyatakan konsentrasi organik karbon, yang selanjutnya disebut substrat.

2. Kolam stabilisasi/oksidasi (*waste stabilization ponds = oxydation ponds*)

Kolam oksidasi mirip kolam dangkal yang luas, biasanya berbentuk empat persegi panjang dengan kedalaman hanya 1 – 1,5 m. Pada proses ini, seluruh limbah cair diolah secara alamiah dengan melibatkan ganggang hijau, bakteri, dan sinar matahari. Kolam oksidasi ini dapat digunakan untuk mengolah limbah cair yang berasal dari rumah tangga ataupun kotoran dari kakus.

Kolam ini merupakan cara yang paling ekonomis untuk pengolahan limbah cair selama luas tanah memungkinkan dan harganya relatif murah. Keuntungan yang diperoleh dari sistem ini antara lain pemeliharanya mudah dan murah.

Bakteri fekal dan bakteri patogen hilang karena kekurangan makanan atau efek-efek lainnya yang tidak menguntungkan. Dengan demikian, periode tinggal limbah cair dalam kolam merupakan faktor yang menentukan walaupun faktor-faktor lainnya, seperti temperatur, radiasi sinar ultra violet, dan konsentrasi algae juga memegang peranan. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa kecepatan pengurangan bakteri terutama bergantung

pada temperatur dan algae. Menaikkan kedua hal ini akan meningkatkan kecepatan pengurangan bakteri fekal. Dengan demikian, kolam oksidasi merupakan cara yang dianjurkan untuk pengolahan limbah cair di negara-negara yang sedang berkembang yang beriklim tropis, dimana tanah masih cukup memungkinkan.

b. *Attached growth processes*

Attached growth processes adalah pengolahan yang memanfaatkan mikroorganisme yang menempel pada media yang membentuk lapisan film untuk menguraikan zat organik. Proses ini sering disebut juga dengan *fix-bed*. Influen akan melakukan kontak dengan media ini sehingga terjadi proses biokimia. Akibatnya, bahan organik yang ada pada limbah cair tersebut dapat diturunkan kandungannya.

4. Pengolahan tahap ketiga atau pengolahan lanjutan

Pengolahan tahap ketiga disebut juga pengolahan lanjutan. Proses ini disebut pengolahan tahap ketiga karena mengolah efluen dari pengolahan tahap kedua. Apabila proses ini mengacu pada metode dan proses pengolahan kontaminan tertentu yang tidak tertangani pada tahap pengolahan konvensional sebelumnya, maka proses ini disebut pengolahan lanjutan (*Advanced Treatment*). Kontaminan tersebut misalnya senyawa fosfat, senyawa nitrogen, dan sebagian berupa padatan tersuspensi (SS).

Menurut Okun dan Ponghis yang dikutip dari Soeparman, Soeparmin (2001), proses pengolahan tahap ketiga yang dapat mengurangi kontaminan tertentu dalam limbah cair antara lain meliputi :

- a. Koagulasi dan sedimentasi
- b. Absorpsi

- c. Elektrodialisis
- d. Nitrifikasi dan denitrifikasi
- e. Osmosis balik
- f. Pertukaran ion

F. Koagulan.

Koagulan adalah zat kimia yang digunakan untuk pembentukan flok pada proses pencampuran (koagulasi-flokulasi). Koagulan menyebabkan destabilisasi muatan negatif partikel di dalam suspensi. Secara umum koagulan berfungsi untuk:

- a. Mengurangi kekeruhan akibat adanya partikel koloid anorganik maupun organik.
- b. Mengurangi warna yang diakibatkan oleh partikel koloid di dalam air.
- c. Mengurangi rasa dan bau yang diakibatkan oleh partikel koloid di dalam air menurun atau menaikkan pH (Rifai, 2007).

G. *Poly Aluminium Chlorida* (PAC)

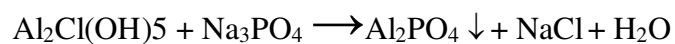
PAC adalah garam yang dibentuk oleh aluminium-aluminium chlorida khusus ditentukan guna memberi daya koagulasi dan flokulasi (penggumpalan dan pemadatan penggumpalan) yang lebih besar dibanding garam-garam aluminium dan besi lainnya. Segi positif penggunaan PAC adalah rentang pH untuk PAC adalah 6 – 9. Daya koagulasi PAC lebih baik dan flok yang dihasilkan relatif lebih besar. Konsumsi PAC lebih sedikit sehingga biaya penjernihan air persatuan waktu lebih kecil. Akibat langsung dari proses penjernihan keseluruhan yang lebih singkat adalah kapasitas penjernihan air (dari instalasi yang sudah ada) akan meningkat. Sedangkan segi negatif penggunaan PAC adalah penyimpanan PAC cair memerlukan kondisi temperatur maksimal 40° C. PAC tidak keruh bila pemakaiannya berlebih, sedangkan koagulan utama (seperti aluminium sulfat, besi klorida dan ferro sulfat) bila dosis berlebihan bagi air akan keruh, akibat dari flok

yang berlebihan, maka penggunaan PAC dibidang penjernihan air lebih praktis. PAC lebih cepat membentuk flok daripada koagulan biasa. PAC merupakan kelas dari Aluminium Chloride, yang telah dikenal dalam persenyawaan kimia organik kompleks dengan ion hidroksil (-OH) serta ion - ion aluminium bertaraf chlorinasi yang berlainan sebagai bentuk polynuclear. Rumus umum PAC adalah $(Al_2(OH)_nCl_{6-n})_m$ (Firra, 2013).

PAC memiliki muatan listrik positif yang tinggi sehingga PAC dapat dengan mudah menetralkan muatan listrik pada permukaan koloid dan dapat mengatasi serta mengurangi gaya tolak menolak elektrostatis antar partikel sampai sekecil mungkin, sehingga memungkinkan partikel –partikel koloid tersebut saling mendekat (gaya tarik menarik kovalen) dan membentuk gumpalan lebih besar (Raharjo dalam Hutomo, 2015).

Didalam air PAC akan terdisosiasi melepaskan Al^{3+} yang menurunkan zeta potensial dari partikel. Sehingga gaya tolak menolak antar partikel menjadi berkurang akibatnya terjadi penggabungan partikel-partikel membentuk flok yang berukuran lebih besar (Rumapea, 2009)

Reaksi penetralan fosfat dengan menggunakan PAC dalah sebagai berikut:



Penambahan kogulan PAC ke dalam limbah akan menetralisasi partikel bermuatan negatif. Hal tersebut karena PAC memiliki muatan positif yang tinggi dan dapat mengikat koloid secara kuat untuk membentuk agregat (Rohaeti, 2010).