

**TUGAS AKHIR
PENGUNAAN SISA TAWAS DARI LIMBAH PDAM GOWA
UNTUK MEREDUKSI KANDUNGAN FOSFAT LIMBAH
LAUNDRY**



**M. YUSUFACH ANANDAPUTERA ZUBAYR MOEIN
D121 15 509**

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

2022



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
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.

Judul : **Penggunaan Sisa Tawas dari Limbah PDAM Gowa untuk Mereduksi Kandungan Fosfat Limbah Laundry.**

Disusun Oleh :

Nama : **M. Yusufach Anandaputera Zubayr Moein** D121 15 009

Telah diperiksa dan disetujui
Oleh Dosen Pembimbing

Gowa, 7 Juni 2022
Pembimbing II

Pembimbing I

Dr. Ir. Achmad Zubair, M.Sc.
NIP.195901161987021001

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

Menyetujui,
Ketua Departemen Teknik Lingkungan



Dr. Eng Muralja Hustim, S.T., M.T.
NIP.197204242000122001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini, nama Dewi Yunita Sari, dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **“Penggunaan Sisa Tawas Dari Limbah PDAM Gowa Untuk Mereduksi Kandungan Fosfat Limbah Laundry”**, adalah karya ilmiah penulis sendiri, dan belum pernah digunakan untuk mendapatkan gelar apapun dan dimanapun.

Karya ilmiah ini sepenuhnya milik penulis dan semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dan penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala risiko.

Makassar, 24 Januari 2022

Yang membuat pernyataan,



M. Yusufach Anandaputera

D121 15 009

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 : **Penggunaan Sisa Tawas Dari Limbah PDAM Gowa Untuk Mereduksi Kandungan Fosfat 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.

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

1. Orang tua kami yang senantiasa mendukung dan mendoakan kesuksesan kami hingga saat ini, Bapak Zubayr Moein dan Ibu Verach Nofivah
2. Allah SWT. Karena atas izin-Nya lah penulis berkesempatan untuk mendapat pengalaman dan pembelajaran pada penyusunan Tugas Akhir ini
3. Ibu Prof. Dr. Dwia Aries Tina Pulubuhu M., selaku Rektor Universitas Hasanuddin
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Arsyad Thaha, MT., Prof. Baharuddin Hamzah, ST., MT., M.Arch selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
5. Ibu Dr. Eng. Muralia Hustim, ST., MT., selaku Kepala Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
6. Bapak Dr. Ir. Achmad Zubair, MSc., selaku pembimbing I yang selalu membimbing dan memperhatikan perkembangan penulis selama penyelesaian tugas akhir.

7. Ibu Dr. Roslinda Ibrahim, SP., MT., selaku pembimbing II yang senantiasa meluangkan waktu, membimbing dan memperhatikan perkembangan penulis selama penyelesaian tugas akhir.
8. Seluruh Bapak/Ibu dosen Departemen Teknik Lingkungan dan Departemen Teknik Sipil yang telah memberikan ilmu dan masukan terhadap tugas akhir ini.
9. Pak Syarif selaku laboran Laboratorium Kualitas Air dan Kak Kautsar yang membantu penulis selama penelitian yang dilakukan di laboratorium.
10. Seluruh staff dan karyawan Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin terkhusus Bu Sumi dan Kak Olan yang telah banyak bersabar dan membantu penulis dalam proses administrasi.
11. Teman-teman Teknik Lingkungan 2015, yang sama-sama berjuang dari awal hingga akhir.
12. Syadzafitri Kamila yang selalu memberi support kepada penulis untuk menyelesaikan penyusunan tugas akhir.
13. Semua pihak yang telah mendukung dan membantu penulis yang tidak dapat disebutkan satu per satu. 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 memberi manfaat untuk perkembangan dalam bidang ilmu pengetahuan.

ABSTRAK

M. YUSUFACH ANANDAPUTERA. *Penggunaan Sisa Tawas Dari Limbah PDAM Gowa Untuk Mereduksi Kandungan Fosfat Limbah* (dibimbing oleh Achmad Zubair dan Roslinda Ibrahim).

Beberapa tahun terakhir ini, kualitas air sungai di Indonesia sebagian besar dalam kondisi tercemar, terutama setelah melewati daerah pemukiman, industri dan pertanian. Di negara-negara berkembang termasuk Indonesia, pencemaran domestik merupakan jumlah pencemar terbesar (85%) yang masuk ke badan air. Sedang dinegara-negara maju, pencemar domestik merupakan 15% dari seluruh pencemar yang memasuki badan air. Persentase kehadiran pencemar domestik di dalam badan air sering dijadikan indikator maju tidaknya suatu negara. Salah satu limbah yang banyak mencemari air sungai adalah limbah dari industri pencucian baju (*laundry*). Hal ini disebabkan karena limbah dari *laundry* mengandung deterjen yang mengandung beberapa potensi bahaya diantaranya adalah fosfat yang dapat mengganggu kesehatan manusia dengan serius.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat efektivitas dari massa Alum atau tawas yang ada dalam limbah PDAM untuk mereduksi kandungan fosfat dalam air limbah *laundry* dan lama waktu pengadukan. Variasi yang diteliti adalah variasi massa Alum atau tawas dengan melakukan pendekatan perhitungan pada perbandingan volume air limbah PDAM terhadap air limbah *laundry* yaitu 1:1, 1:2, 1:3, 1:4 dan 1:5. dan variasi waktu pengadukan dilakukan selama 60, 75, 90, 105, dan 120 detik. Pada uji pendahuluan didapatkan kandungan awal fosfat dalam limbah *laundry* sebesar 13,69 mg/l dan kandungan Alum atau tawas dalam limbah PDAM sebesar 0,526 mg/l.

Hasil penelitian diperoleh, efektivitas tertinggi massa Alum atau tawas adalah 2,633 mg yaitu sebesar 93,5% atau 12,80 mg/l fosfat yang berkurang hingga tersisa fosfat sebesar 0,896 ppm dari kondisi awal fosfat sebanyak 13,69 mg/l. Serta pada waktu pengadukan paling efektif adalah 105 detik dengan hasil penurunan fosfat sebesar 96% atau 13,14 mg/l hingga tersisa fosfat sebesar 0,554 mg/l dari kondisi awal fosfat sebanyak 13,69 mg/l

Kata kunci: tawas(alum), fosfat, koagulasi, limbah cair

ABSTRACT

M. YUSUFACH ANANDAPUTERA. *The Usage of Leftover Alum from Gowa Local Water Company to Reduces Waste Phosphate Content* (dibimbing oleh Achmad Zubair dan Roslinda Ibrahim).

In recent years, the quality of river water in Indonesia is mostly in a polluted condition, especially after passing through residential, industrial and agricultural areas. In developing countries including Indonesia, domestic pollution is the largest number of pollutants (85%) that enter water bodies. Meanwhile, in developed countries, domestic pollutants account for 15% of all pollutants entering water bodies. The percentage of the presence of domestic pollutants in water bodies is often used as an indicator of whether a country is progressing or not. One of the wastes that pollutes river water is waste from the laundry industry. This is because the waste from laundry contains detergents that contain several potential hazards including phosphate which can seriously interfere with human health.

This study aims to determine the level of effectiveness from the amount of alum contained in Local Water Company waste to reduce the phosphate content in laundry wastewater and the duration of stirring time needed. The variation applied in this study are the variation in the mass of alum by approaching the calculation of the ratio of the volume of Local Water Company wastewater to laundry wastewater, namely 1:1, 1:2, 1:3, 1:4 and 1:5 and the variation of stirring time was carried out for 60, 75, 90, 105, and 120 seconds. In the preliminary test, it was found that the initial phosphate content in laundry waste was 13.69 mg/l and the alum content or alum in Local Water Company waste was 0.526 mg/l.

The results showed that the highest effectiveness of alum mass was 2,633 mg, which was 93.5% or 12.80 mg/l of phosphate, which has reduced the phosphate contained to 0.896 ppm from the initial condition of 13.69 mg/l of phosphate. And the most effective stirring time is 105 seconds with the result of a decrease in phosphate of 96% or 13.14 mg/l until the remaining phosphate is 0.554 mg/l from the initial condition of phosphate which is 13.69 mg/l.

Keywords : alum, phosphate, coagulation, liquid waste

DAFTAR ISI

	halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACK	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penulisan	4
D. Manfaat Penelitian	4
E. Ruang Lingkup	5
F. Sistematika Penulisan	5
BAB II. PENDAHULUAN	
A. Kualitas Air	7
B. Pencemaran Air Limbah	8
C. Detergen	16
D. Koagulasi-Flokulasi	24
E. Pemanfaatan Limbah PDAM sebagai Koagulan	27
F. Aluminium Sulfat	28
G. Fosfat	29
H. Jurnal terkait Penelitian Terdahulu	31
BAB III. METODE PENELITIAN	
A. Diagram Alir Penelitian	36
B. Rancangan Penelitian	37

C. Lokasi dan Waktu Penelitian	39
D. Bahan dan Alat	41
E. Populasi dan Sampel	41
F. Pelaksanaan Penelitian	41
G. Teknik Pengumpulan Data	43
H. Teknik Analisis	44
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Uji Pendahuluan	45
B. Analisis Pengaruh Massa Tawas Terhadap Penurunan Konsentrasi Fosfat Dalam Air Limbah Laundry	45
C. Analisis Pengaruh Lama Waktu Pengadukan Terhadap Penurunan Konsentrasi Fosfat Dalam Air Limbah Laundry	49
D. Rekapitulasi Efektivitas Pengurangan Fosfat	52
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	56
B. Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	halaman
Gambar 1. Struktur dari SDS	18
Gambar 2. Struktur dari <i>Dialkyldimethylammonium chlorides</i>	18
Gambar 3. Struktur dari Ethylated Alkohol	18
Gambar 4. Kondisi Gugus Surfaktan dalam Air	20
Gambar 5. Ilustrasi Koagulasi-Flokulasi	26
Gambar 6. Diagram Alir Proses Pelaksanaan Penelitian	36
Gambar 7. Lokasi Penelitian, di Laboratorium Kualitas Air, Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin	39
Gambar 8. Lokasi Pengambilan Sampel limbah Laundry As-Syifa di Tompobalang, Kabupaten Gowa	40
Gambar 9. Lokasi Pengambilan Sampel limbah limbah PDAM, PDAM Borong Loe, Kabupaten Gowa	40
Gambar 10. Grafik Hubungan Variasi Massa Tawas Dengan Efektivitas Penurunan Konsentrasi Fosfat	48
Gambar 11. Grafik Hubungan Variasi Perbandingan Lama Waktu Pengadukan dengan Efektivitas Penurunan Konsentrasi Fosfat	51
Gambar 12. Grafik Pengaruh Volume dan Waktu Pengadukan terhadap Efektivitas Penurunan Fosfat	53

DAFTAR TABEL

	halaman
Tabel 1. Karakteristik Air Limbah <i>Laundry</i>	23
Tabel 2. Kontribusi Air Limbah <i>Laundry</i> terhadap Air Buangan Perkotaan	24
Tabel 3. Studi Terdahulu yang Relevan dengan Penelitian	31
Tabel 4. Variasi Perlakuan	38
Tabel 5. Hasil Uji Pendahuluan Kandungan Awal Limbah	45
Tabel 6. Hasil Pengukuran Konsentrasi Fosfat Dalam Larutan Limbah Berdasarkan Variasi Massa Tawas Dalam Air Limbah PDAM	46
Tabel 7. Hasil Pengukuran Konsentrasi Fosfat Dalam Larutan Limbah Berdasarkan Variasi Lama Waktu Pengadukan	49
Tabel 8. Rekapitulasi Persentase Keefektifan Pengurangan Fosfat	52

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Air merupakan sumber daya alam yang krusial bagi kelangsungan hidup seluruh makhluk bumi. Kebutuhan air rata-rata umumnya adalah sebesar 60 liter/orang/hari untuk segala keperluannya. Pada tahun 2000, dengan jumlah penduduk dunia sebesar 6,121 milyar diperlukan air bersih sebanyak 367 km³, diperkirakan pada tahun 2025 diperlukan sebanyak 492 km³ dan pada tahun 2100 diperlukan 611 km³ air bersih per hari (Suripin, 2002).

Beberapa tahun terakhir ini, kualitas air sungai di Indonesia sebagian besar dalam kondisi tercemar, terutama setelah melewati daerah pemukiman, industri dan pertanian (Simon dan Hidayat, 2008). Di negara-negara berkembang termasuk Indonesia, pencemaran domestik merupakan jumlah pencemar terbesar (85%) yang masuk ke badan air. Sedang di negara-negara maju, pencemar domestik merupakan 15% dari seluruh pencemar yang memasuki badan air. Persentase kehadiran pencemar domestik di dalam badan air sering dijadikan indikator maju tidaknya suatu negara (Suriawiria, 1996).

Salah satu limbah yang banyak menemari air sungai adalah limbah dari industri pencucian baju (*laundry*). Hal ini disebabkan karena limbah dari *laundry* mengandung deterjen yang mengandung beberapa potensi bahaya antara lain terbentuknya lapisan film dalam air akan menyebabkan menurunnya tingkat transfer ke dalam air, gangguan kesehatan yang cukup serius pada manusia, serta kombinasi antara polifosfat dengan surfaktan dalam deterjen dapat meningkatkan kandungan fosfat dalam air (Santi, 2009).

Pemakaian deterjen semakin lama semakin meningkat sejalan dengan laju pertumbuhan penduduk setiap tahun, artinya semakin meningkat pendapatan masyarakat maka konsumsi deterjen juga meningkat. Dampak yang ditimbulkan bila air buangan yang mengandung deterjen berlebihan adalah terjadinya

pencemaran dan mengganggu ekosistem biota yang terdapat diperairan. Limbah *laundry* dominan berasal dari pelembut pakaian dan deterjen. Bahan aktif yang banyak terkandung pada pelembut pakaian dan deterjen adalah ammonium klorida, LAS, sodium dodecyl benzene sulfonate, natrium karbonat, natrium sulfat, alkilbenzena sulfonate (Kumiati,2008). Limbah laundry berpotensi mencemari badan air dan lingkungan sekitarnya. Saat ini hampir semua air limbah yang dihasilkan dari usaha laundry skala kecil langsung dibuang ke lingkungan dan atau badan air umum tanpa melalui proses pengolahan sebelumnya.

Limbah *laundry* yang dihasilkan oleh deterjen mengandung bahan-bahan aktif yang berbahaya bagi kesehatan makhluk hidup dan dapat merusak lingkungan. Deterjen yang digunakan saat ini sebagian besar menggunakan LAS atau Linier Alkyl Sulfonat yang merupakan anionik surfaktan yang berfungsi menurunkan tegangan permukaan air, selain itu di dalam deterjen juga mengandung kadar fosfat yang tinggi. Fosfat ini berasal dari Sodium Tripoly Fosfate (STPP) yang berfungsi sebagai *builder* yang merupakan unsur terpenting kedua setelah surfaktan karena kemampuannya menonaktifkan mineral kesadahan dalam air. Jika limbah *laundry* ini dibuang langsung ke perairan maka akan menimbulkan dampak negatif terhadap perairan itu sendiri, seperti eutrofikasi, kadar oksigen berkurang drastis dan menyebabkan biota air mengalami degradasi serta dapat membahayakan kesehatan manusia jika dikonsumsi atau dipakai secara langsung. Untuk mengatasi masalah tersebut diperlukan sistem pengolahan limbah yang mampu menurunkan bahan pencemar seperti kadar surfaktan dan fosfat. Banyak metode yang telah digunakan dalam proses penurunan kadar fosfat di dalam air, antara lain metode fisika, kimia, dan biologi.

Pembuangan limbah yang banyak mengandung fosfat ke dalam air dapat menyebabkan pertumbuhan lumut dan mikroalgae 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. Salah satu metode yang efektif dalam penurunan kadar fosfat adalah metode kimia yakni dengan mengikat senyawa-senyawa fosfat melalui penambahan koagulan, misalnya alum (tawas) dan kapur. Penambahan koagulan bertujuan untuk mempercepat proses pengendapan partikel yang tidak dapat mengendap dalam air dengan metode koagulasi. Salah satu bahan kimia yang digunakan sebagai koagulan adalah tawas atau aluminium sulfat (Budi, 2006).

Diperkotaan khususnya kota Makassar, air bersih disuplai oleh PDAM Gowa dengan sumber air baku dari sungai Jeneberang yang proses pengolahannya menggunakan koagulan seperti tawas dan poli aluminium klorida (PAC) sebagai media penggumpal partikel-partikel halus yang tersuspensi menjadi gumpalan-gumpalan yang lebih besar (flok). Kumpulan flok yang terbentuk selanjutnya dipisahkan dengan cara sedimentasi dan filtrasi sehingga didapatkan air yang bersih dan sisanya dibuang berupa limbah padat lumpur (LPL). LPL yang dibuang dan ditimbun dalam kolam-kolam penampung sebenarnya masih mengandung aluminium sulfat (alum) dalam bentuk lumpur cair.

Menurut Suherman (2003), LPL PDAM tersebut masih mengandung aluminium dalam bentuk $Al(OH)_3$ yang berpotensi sebagai pencemar jika langsung dibuang ke badan air seperti yang terjadi di PDAM Kota Pontianak. Beberapa penelitian telah membuktikan bahwa pengolahan pada LPL PDAM dapat digunakan kembali, diantaranya penelitian tentang pemanfaatan kembali LPL PDAM untuk penjernihan air dari Sungai Martapura dan pengambilan kembali alumina dari LPL PDAM Intan Banjar (Mirwan, 2012).

LPL PDAM Gowa yang belum melewati pengolahan maka sebaiknya dimanfaatkan sebagai adsorben atau koagulan untuk menurunkan kandungan fosfat yang ada di limbah laundry. Sesuai dengan limbah yang di hasilkan industri laundry merupakan limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) yang tidak boleh dibuang secara langsung tanpa pengolahan. Penelitian ini menggunakan LPL PDAM Gowa untuk mengetahui potensi tawas yang ada di dalam LPL sebagai media untuk penurunan kadar fosfat limbah *laundry*., LPL PDAM Gowa dapat di manfaatkan. Oleh karena itu peneliti berkeinginan untuk mencoba melakukan

penelitian, yaitu: “*Penggunaan Sisa Tawas Dari Limbah PDAM Gowa Untuk Mereduksi Kandungan Fosfat Limbah Laundry*”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah dikemukakan, maka pokok permasalahan pada penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

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

C. Tujuan Penulisan

Maksud dan tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah :

1. Mengidentifikasi besar kandungan fosfat dalam air limbah *laundry* dan besarnya kandungan tawas dalam air limbah PDAM yang diteliti.
2. Untuk menganalisis pengaruh massa tawas dalam air limbah PDAM terhadap efektivitas penurunan kadar fosfat dalam air limbah *laundry*.
3. Menganalisis pengaruh variasi konsentrasi dan waktu tinggal terhadap koagulan fosfat sebagai pencemar dalam limbah *laundry*.

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 kualitas air dalam pengerjaan tugas akhir.

3. Bagi Masyarakat:

Memberikan pengetahuan bagi masyarakat mengenai manfaat air limbah PDAM dan dampak dari pada air limbah *laundry* 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 tawas atau alum yang bersumber dari Unit Pengolahan Daerah Air Minum (PDAM) Borong Loe, Kab.Gowa dan Limbah Laundry Assyifa, Jl. Poros Malino, Kabupaten Gowa.
2. Sampel yang digunakan adalah larutan yang mengandung Tawas atau alum dan Limbah *laundry* yang mengandung senyawa fosfat.
3. Variabel yang digunakan adalah perbandingan volume dan waktu aduk antara air limbah PDAM dengan air limbah *laundry* yang telah ditentukan.
4. Percobaan penelitian dilaksanakan dalam skala laboratorium.
5. Pengukuran efektivitas dalam penelitian ini fokus pada pengukuran besarnya penurunan fosfat dalam limbah laundry pada pengadukan dengan kecepatan konstan 250rpm dan pengukuran konsentrasi fosfat limbah laundry yang dapat diturunkan oleh tawas atau alum.

F. Sistematika Penulisan

Untuk membantu mengetahui materi-materi yang dibahas dalam penelitian ini, maka uraian secara singkat bab demi bab adalah sebagai berikut :

BAB I Pendahuluan

Bab ini berisi tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah serta sistematika penulisan.

BAB II Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi tentang teori-teori dari berbagai literatur yang digunakan dalam menyelesaikan dan membahas permasalahan penelitian.

BAB III Metodologi Penelitian

Bab ini dikemukakan jenis penelitian, waktu dan lokasi, kerangka piker, alat dan bahan, pelaksanaan penelitian dan analisis data.

BAB IV Pembahasan

Bab ini berisi analisis penelitian yang akhirnya akan mengeluarkan suatu output yang merupakan arahan atau rencana yang direkomendasikan.

BAB V Penutup

Bab ini disimpulkan hasil analisis serta diberikan beberapa saran yang berhubungan dengan hasil penelitian itu sendiri.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kualitas Air

Air merupakan salah satu komponen yang sangat dibutuhkan untuk menjaga kestabilan alam. Semua makhluk hidup di bumi sangat membutuhkan air untuk kelangsungan hidup mereka. Apalagi untuk manusia, air adalah kebutuhan yang sangat penting untuk menjaga kesehatan dalam tubuh, dan untuk kebutuhan sehari-hari. Air menjadi sumber kehidupan bagi hampir semua makhluk hidup di muka bumi. Air juga merupakan sumber daya alam satu-satunya yang keberadaannya tidak dapat digantikan oleh sumber daya alam lainnya (Manik, 2003).

Persediaan air di bumi relatif konstan, sehingga pemanfaatan air akan mengganggu kualitas air tersebut yang berimplikasi pada menurunnya kualitas air. Menurunnya kualitas air maka banyak sumber daya air yang tidak memenuhi baku mutu air. Standar baku mutu berbeda-beda bergantung pada tujuan penggunaan air tersebut (Akhadi, 2014).

Air merupakan sesuatu yang sangat pokok yang digunakan makhluk hidup untuk keberlangsungan hidupnya, hal tersebut juga harus sesuai dengan kadar yang kita butuhkan, artinya tidak berdampak negatif ketika dikonsumsi oleh makhluk hidup, karena dapat memberikan suatu ancaman dan berdampak buruk bagi kesehatan.

Dengan kata lain, pencemaran air merupakan penyimpangan sifat-sifat air dari keadaan normal, bukan dari kemurniannya. Air yang tersebar di alam semesta tidak pernah terdapat dalam bentuk murni, tetapi bukan berarti bahwa semua air sudah tercemar. Misalnya, walaupun di daerah pegunungan atau hutan yang terpencil dengan udara yang bersih dan bebas pencemaran, air hujan yang turun dari atas selalu mengandung bahan-bahan terlarut seperti CO_2 , O_2 dan N_2 , serta

bahan-bahan tersuspensi misalnya debu dan partikel-partikel lain yang terbawa oleh hujan dari atmosfer (Sontang manik pengelolaan lingkungan hidup).

Artinya tidak semua air yang belum tercampuri oleh partikel lain yang dihasilkan oleh perilaku manusia bersifat bersih, karena alam pun juga dapat memberikan ketidakstabilan terhadap kualitas air.

Berdasarkan kebutuhannya, air pada sumber air dapat dikategorikan menjadi empat golongan:

- a. Golongan A, yaitu air yang dapat digunakan sebagai air minum secara langsung tanpa diolah terlebih dahulu.
- b. Golongan B, yaitu air yang dapat digunakan sebagai air baku untuk diolah sebagai air minum dan rumah tangga.
- c. Golongan C, yaitu air yang dapat digunakan untuk keperluan perikanan dan peternakan.
- d. Golongan D, yaitu air yang dapat digunakan untuk pertanian dan dapat digunakan usaha perkotaan, industri, dan listrik tenaga air.

Secara kimia, air merupakan perpaduan dua atom H (hydrogen) dan satu atom O (oksigen) dengan formula atau rumus molekul H_2O (Manik, 2003).

B. Pencemaran Air Limbah

Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 112 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik disebutkan pada Pasal 1 ayat 1, bahwa air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari usaha dan atau kegiatan permukiman (*real estate*), rumah makan (restaurant), perkantoran, perniagaan, apartemen dan asrama.

Air limbah yang bersumber dari rumah tangga (*Domestic Wastes Water*), Menurut Notoatmodjo (2003:170) dalam Angreni 2009, yaitu buangan yang berasal dari pemukiman penduduk. Pada umumnya air limbah terdiri dari excreta (tinja dan air seni), air bekas cucian dapur dan kamar mandi dan umumnya terdiri dari bahan-bahan organik. Air dikatakan tercemar jika adanya penambahan makhluk hidup, energi atau komponen lainnya baik sengaja maupun tidak,

kedalam air baik oleh manusia ataupun proses alam yang menyebabkan kualitas air turun sampai tingkat yang menyebabkan air tidak sesuai peruntukannya.

Pencemaran air adalah masuknya bahan yang tidak diinginkan ke dalam air (oleh kegiatan manusia atau secara alami) yang mengaibatkan turunnya kualitas air tersebut sehingga tidak dapat digunakan sesuai dengan peruntukannya. Hal-hal yang perlu diperhatikan ketika terdapat partikel negatif yang tercampur pada air akan berdampak negatif terhadap kualitas air itu sendiri, sehingga tidak dapat dipergunakan berdasarkan tingkat golongan air dan kegunaannya (Manik, 2003).

Dari pengertian diatas, pencemaran air adalah masuknya bahan-bahan atau zat-zat yang dapat merubah keadaan dan fungsi air sebagai mestinya. Pencemaran air dapat disebabkan dari limbah sebagai pencemaran air berupa limbah cair, dan padat yang dihasilkan dari pabrik, industri maupun dari limbah rumah tangga. Limbah cair ini dapat dibagi 2 yaitu limbah cair kakus yang umumnya disebut *black water* dan limbah cair dari mandi-cuci yang disebut *gray water*. *Black water* oleh sebagian penduduk dibuang melalui septic tank, namun sebagian dibuang langsung ke sungai. Sedangkan *gray water* hampir seluruhnya dibuang ke sungai melalui saluran (Manik, 2003).

Perkembangan penduduk kota-kota besar tersebut semakin meningkat pesat, seiring dengan pesatnya laju pembangunan, sehingga jumlah limbah domestik yang dihasilkan juga semakin besar. Sedangkan daya dukung sungai atau badan air penerima limbah domestik yang ada justru cenderung menurun dilihat dari terus menurunnya debit sungai tersebut. Air limbah yang mengandung ekskreta, yakni tinja dan urin manusia jauh lebih berbahaya dibandingkan dengan air bekas cucian dapur, kamar mandi dan bahan-bahan organik karena banyak mengandung kuman patogen (Manik, 2003).

1. Sumber Air Limbah

Air buangan berasal dari berbagai sumber menurut Notoatmodjo 2003 dalam Angreni 2009, secara garis besar air buangan dapat dikelompokkan menjadi sebagai berikut:

- a) Air buangan yang bersumber dari rumah tangga (*Domestic Wastes Water*), yaitu air limbah yang berasal dari pemukiman penduduk. Pada umumnya air

limbah ini terdiri dari ekskreta (tinja dan air seni), air bekas cucian dapur dan kamar mandi, dan umumnya terdiri bahanbahan organik.

- b) Air buangan industri (*Industrial Wastes Water*), yang berasal dari berbagai jenis industri akibat proses produksi. Zat-zat yang terkandung di dalamnya sangat bervariasi sesuai dengan bahan baku yang dipakai oleh masing-masing industri.
- c) Air buangan kotapraja (*Municipal Wastes Water*), yaitu air buangan yang berasal dari daerah perkotaan, perdagangan, hotel, restoran, tempat-tempat umum, tempat-tempat ibadah dan sebagainya. Pada umumnya zat-zat yang terkandung dalam jenis air limbah ini sama dengan air limbah rumah tangga.

2. **Komponen Air Limbah**

Komponen-komponen bahan pencemar yang diperoleh dari sumber-sumber bahan pencemara tersebut di atas antara lain berupa:

- a) Senyawa organik yang dapat membusuk karena diuraikan oleh mikroorganisme, seperti sisa-sisa makanan, daun, tumbuhan-tumbuhan dan hewan yang mati.
- b) Senyawa anorganik yang tidak dapat dimusnahkan/diuraikan oleh mikroorganisme seperti plastik, serat, keramik, kaleng-kaleng dan bekas bahan bangunan, menyebabkan tanah menjadi kurang subur.
- c) Pencemaran udara berupa gas yang larut dalam air hujan seperti oksida nitrogen (NO dan NO₂), oksida belerang (SO₂ dan SO₃), oksida karbon (CO dan CO₂), menghasilkan hujan asam yang akan menyebabkan tanah bersifat asam dan merusak kesuburan tanah/tanaman.
- d) Pencemaran berupa logam-logam berat yang dihasilkan dari limbah industri seperti Hg, Zn, Pb, Cd dapat mencemari tanah.
- e) Zat radioaktif yang dihasilkan dari PLTN, reaktor atom atau dari percobaan lain yang menggunakan atau menghasilkan zat radioaktif.

3. Karakteristik Air Limbah

Karakteristik air limbah perlu dikenalkan, karena hal ini akan menentukan cara pengolahan yang tepat, sehingga tidak mencemari lingkungan hidup. Secara garis besar karakteristik air buangan ini digolongkan sebagai berikut:

a. Karakteristik fisik

Sebagian besar terdiri dari air dan sebagian kecil terdiri dari bahan-bahan padat dan suspensi. Terutama air buangan rumah tangga, biasanya berwarna suram seperti larutan sabun, sedikit berbau, kadang-kadang mengandung sisa-sisa kertas, berwarna bekas cucian beras dan sayur, bagian-bagian tinja, dan sebagainya.

b. Karakteristik kimiawi

Biasanya air buangan ini mengandung campuran zat-zat kimia anorganik yang berasal dari penguraian tinja, urin dan sampah-sampah lainnya. Oleh sebab itu, pada umumnya bersifat basah pada waktu masih baru, dan cenderung ke asam apabila sudah mulai membusuk.

c. Karakteristik bakteriologis

Kandungan bakteri patogen serta organisme golongan coli terdapat juga dalam air limbah tergantung dari mana sumbernya, namun keduanya tidak berperan dalam proses pengolahan air buangan (Angreni, 2009).

4. Indikator Pencemaran Air

Air merupakan kebutuhan pokok dan konvensional bagi kehidupan, air juga dibutuhkan guna untuk meningkatkan kualitas hidup, yakni untuk menunjang kegiatan industri dan teknologi. Air sangat berperan demi berlangsungnya kegiatan tersebut, maka yang harus dipikirkan adalah pengambilan dan pembuangan air yang dibutuhkan industri tersebut. Faktor keseimbangan air lingkungan tidak hanya berkaitan dengan jumlah volume debit air yang dipergunakan saja, namun yang lebih penting ialah bagaimana agar air yang ada di lingkungan tidak menyimpang dari keadaan normal.

Limbah cair tapioka yang dibiarkan di perairan terbuka yang menimbulkan pencemaran. Pencemaran tersebut antara lain:

- a. Peningkatan zat padat berupa senyawa organik. Sehingga timbul kenaikan limbah padat, tersuspensi maupun terlarut.
- b. Peningkatan kebutuhan mikroba pembusuk senyawa organik akan oksigen, dinyatakan dengan BOD dalam air.
- c. Peningkatan kebutuhan proses kimia dalam air akan oksigen air dinyatakan dengan COD.
- d. Peningkatan senyawa-senyawa beracun dalam air dan pembawa bau busuk yang menyebar keluar dari ekosistem akuatik itu sendiri.
- e. Peningkatan derajat keasaman yang dinyatakan dengan pH yang rendah dari air tercemar, sehingga dapat merusak keseimbangan ekosistem perairan terbuka. BOD (*Biology Oxygen Demand*) didefinisikan sebagai jumlah oksigen yang diperlukan oleh populasi mikro organisme yang berada dalam kondisi aerob untuk menstabilkan materi organik.

Semakin besar angka BOD (*Biology Oxygen Demand*) menunjukkan bahwa derajat pencemaran air limbah semakin besar. COD (*Chemical Oxygen Demand*) merupakan indikator yang digunakan untuk mengetahui zat organik dengan oksidasi secara kimia. Semakin tinggi nilai COD (*Chemical Oxygen Demand*) menunjukkan bahwa derajat pencemaran air limbah semakin besar (Asmadi,2012).

Nilai COD dalam air limbah biasanya lebih tinggi daripada nilai BOD karena lebih banyak senyawa kimia yang dapat dioksidasi secara kimia dibanding oksidasi biologi. Adapun baku mutu ditentukan oleh Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 dengan besaran batas maksimal BOD 50 dan COD 1000.

Apabila para pelaku industri memperhatikan dan mengimplementasikan pengolahan air limbah industri dengan prosedur yang sesuai dengan undang undang maka masalah pencemaran air tidak perlu dikhawatirkan.

Namun pada kenyataannya masih banyak industri yang masih beroperasi dengan membuang limbahnya tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu. Indikator bahwa air lingkungan telah tercemar adalah adanya perubahan atau tanda yang dapat diamati melalui:

a. Perubahan suhu air

Dengan kegiatan industri terdapat suatu reaksi atau panas dari suatu gerakan mesin. Agar proses industri terus berjalan dengan baik maka panas yang terjadi harus dihilangkan. Penghilangan panas dilakukan dengan proses pendinginan air. Air pendingin akan mengambil panas yang terjadi. Air yang menjadi panas dibuang di lingkungan. Apabila air tersebut dibuang ke sungai akan mengakibatkan menurunnya kadar oksigen disertai dengan naiknya suhu air sungai yang berimplikasi pada punahnya organisme sungai. Jadi semakin tinggi kenaikan suhu maka semakin sedikit oksigen didalamnya (Wardhana, Wisnu, 1995).

b. Perubahan pH atau Ion

Konsentrasi Hidrogen Air normal mempunyai kadar pH 6,5-7,5. Air dapat bersifat asam apabila mempunyai pH yang kecil, sedangkan air dapat bersifat basa apabila memiliki pH yang tinggi. Apabila limbah pabrik dibuang ke sungai akan merubah kadar pH yang pada akhirnya dapat mengganggu kehidupan organisme dalam air.

c. Perubahan Warna, Bau, Rasa air

Bahan buangan limbah baik organik maupun anorganik yang larut ke dalam air akan merubah warna air. Air dalam keadaan bersih dan normal tidak akan berwarna sehingga tampak bening dan jernih. Bau yang berasal dari dalam air dapat langsung berasal dari bahan buangan atau air limbah dari kegiatan industri, atau dapat pula berasal dari hasil degradasi bahan buangan oleh mikroba yang hidup didalam air (Wardhana, Wisnu, 1995).

d. Timbulnya Endapan, Koloidal dan Bahan Terlarut

Endapan dan koloidal serta bahan terlarut berasal dari adanya bahan buangan industri yang berbentuk padat, bahan tersebut tidak dapat larut dengan sempurna akan mengendap di dasar sungai dan yang dapat larut sebagian akan menjadi koloidal. Endapan atau koloidal yang melayang di dalam air akan menutupi sinar matahari ke lapisan air, Padahal sinar matahari sangat diperlukan oleh mikro organisme untuk melakukan fotosintesis.

e. Mikroorganisme

Mikroorganisme sangat berperan dalam proses degradasi bahan buangan dari industri. Kalau bahan buangan banyak berarti mikro organisme ikut berkembang biak. Pada perkembangbiakan mikro organisme ini tidak tertutup kemungkinan bahwa mikroba patogen ikut berkembang pula. Mikroba Patogen adalah penyebab timbulnya berbagai macam penyakit.

f. Meningkatnya Radioaktivitas Air Lingkungan

Mengingat bahwa radioaktif dapat menyebabkan berbagai macam kerusakan biologis apabila tidak ditangani dengan benar. Walaupun secara alamiah radioaktif sudah ada sejak terbentuknya bumi, namun kita tidak boleh menambah radioaktivitas lingkungan dengan membuang limbah sembarangan bahan sisa radioaktif ke lingkungan (Wardhana, 1995).

5. Efek Buruk Air Limbah

Sesuai dengan batasan dari air buangan yang merupakan benda sisa, maka sudah barang tentu bahwa air buangan merupakan benda yang sudah tidak dipergunakan lagi. Akan tetapi, tidak berarti bahwa air buangan tersebut tidak perlu dilakukan pengelolaan, karena apabila air buangan ini tidak dikelola secara baik akan dapat menimbulkan gangguan, baik terhadap lingkungan maupun terhadap lingkungan maupun terhadap kehidupan yang ada (Sugiharto, 2008).

Air buangan sangat berbahaya terhadap kesehatan manusia mengingat bahwa banyak penyakit yang dapat ditularkan melalui air buangan, air buangan ini ada yang hanya berfungsi sebagai media pembawa saja seperti penyakit kolera, radang usus, hepatitis infektios serta skhistosomiasis, selain sebagai pembawa penyakit di dalam air buangan itu sendiri banyak terdapat bakteri patogen penyebab penyakit. Dengan banyaknya zat pencemar yang ada di dalam air buangan, maka akan menyebabkan menurunnya kadar oksigen yang terlarut di dalam air buangan dengan demikian akan menyebabkan kehidupan di dalam air yang membutuhkan oksigen akan terganggu, dalam hal ini akan mengurangi perkembangannya. Selain kematian kehidupan di dalam air disebabkan karena kurangnya oksigen di dalam air dapat juga disebabkan karena adanya zat yang beracun yang berada di dalam air buangan tersebut. Selain matinya ikan dari

bakteri-bakteri di dalam air juga dapat menimbulkan kerusakan pada tanaman atau tumbuhan air. Sebagai akibat matinya bakteri-bakteri, maka proses penjernihan sendiri yang seharusnya bisa terjadi pada air buangan menjadi terhambat.

Sebagai akibat selanjutnya adalah air limbah akan sulit diuraikan. Penampakan ampas yang dibuang ke air buangan dapat mengganggu keindahan tempat disekitarnya dan dapat menimbulkan bau tidak sedap. Selain bau dan tumpukan ampas yang mengganggu, maka warna air buangan yang kotor juga dapat menimbulkan gangguan pandangan.

Apabila air buangan mengandung kadar pH rendah atau bersifat asam maupun pH tinggi yang bersifat basa dapat mengakibatkan timbulnya kerusakan pada benda-benda yang dilaluinya. Lemak yang merupakan sebagian dari komponen air buangan yang dapat menggumpal pada suhu udara normal, dan akan berubah menjadi cairan apabila berada pada suhu yang lebih panas.

Lemak yang berupa benda cair pada saat dibuang ke saluran air buangan akan menumpuk secara kumulatif pada saluran air buangan karena mengalami pendinginan dan lemak ini akan menempel pada dinding saluran air buangan yang pada akhirnya akan dapat menyumbat aliran air buangan. Selain penyumbatan akan dapat juga terjadi kerusakan pada tempat dimana lemak tersebut menempel yang bisa berakibat timbulnya kebocoran (Sugiharto, 2008).

Fosfat memegang peranan penting dalam produk deterjen, sebagai softener air dan Builders. Bahan ini mampu menurunkan kesadahan air dengan cara mengikat ion kalsium dan magnesium. Berkat aksi softenernya, efektivitas dari daya cuci deterjen meningkat. Fosfat pada umumnya berbentuk Sodium Tri Poly Phosphate (STPP). Fosfat tidak memiliki daya racun, bahkan sebaliknya merupakan salah satu nutrisi penting yang dibutuhkan makhluk hidup. Tetapi dalam jumlah yang terlalu banyak, fosfat dapat menyebabkan pengkayaan unsur hara (eutrofikasi) yang berlebihan di badan air sungai/danau, yang ditandai oleh ledakan 21 pertumbuhan algae dan eceng gondok yang secara tidak langsung dapat membahayakan biota air dan lingkungan (Widiyanti, 2011).

Salah satu permasalahan yang ada dalam air limbah domestik yaitu adanya kandungan amonia (NH_3) yang cukup tinggi. Adanya amoniak dalam air limbah

ini berpotensi mencemari badan air bila langsung dibuang tanpa melalui proses pengolahan. Amonia secara alami ada pada air permukaan dan air tanah serta air limbah. Sebagian besar terjadi dari peruraian zat organik yang mengandung nitrogen oleh mikroorganisme dan dari hidrolisa urea. Secara alami merupakan hasil reduksi nitrat pada kondisi anaerob. Maka adanya ammonia merupakan satu petunjuk adanya pencemaran zat organik pada badan air (Kurniawan 2010).

Ammonia merupakan produk utama dari penguraian (pembusukan) limbah nitrogen organik yang keberadaannya menunjukkan bahwa sudah pasti terjadi pencemaran oleh senyawa tersebut. Amonia merupakan suatu zat yang menimbulkan bau yang sangat tajam dan menusuk hidung. Bahan ini dalam air akan menyangkut perubahan fisik dari pada air tersebut yang akan menimbulkan warna kuning. Selain itu terdapatnya zat organik dalam air akan menyebabkan air berbau tidak sedap dan dapat menyebabkan sakit perut, serta korosifitas pada pipa-pipa logam (Sutrisno, Totok, dkk, 2004 dalam Kurniawan, 2010).

C. Detergen

Secara umum istilah dari deterjen digunakan untuk bahan atau produk yang mempunyai fungsi meningkatkan kemampuan pemisahan suatu materi dari permukaan benda, misalnya kotoran dari pakaian, sisa makanan dari piring atau buih sabun dari permukaan benda serta mendispersi dan menstabilisasi dalam matriks seperti suspensi butiran minyak dalam fase seperti air (Showell, 2006). Kemampuan deterjen tersebut tergantung kepada komposisi dari formulanya, persyaratan penggunaan, sifat alami dari permukaan yang akan dibersihkan, sifat dari bahan yang akan dipisahkan. Oleh karena itu, penentuan formula deterjen merupakan proses yang rumit karena harus memperhitungkan beberapa hal, seperti kebutuhan pengguna, nilai ekonomi, pertimbangan lingkungan dan kemampuan spesifik yang dibutuhkan supaya fungsi deterjen menjadi efektif.

1. Kandungan Deterjen

Deterjen yang digunakan untuk keperluan rumah tangga dan industri menggunakan formula yang sangat kompleks yaitu lebih dari 25 bahan. Namun

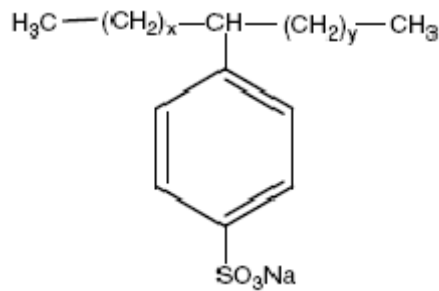
secara umum penyusun deterjen dikelompokkan menjadi empat, yaitu surfaktan, builders, bleaching agent dan bahan aditif (Smulders, 2002). Surfaktan berfungsi untuk mengangkat kotoran pada pakaian baik yang larut dalam air maupun yang tak larut dalam air. Setelah surfaktan, kandungan lain yang penting adalah penguat (*builders*) yang meningkatkan efisiensi surfaktan. *Builders* digunakan untuk melunakkan air sadah dengan cara mengikat mineral-mineral yang terlarut, sehingga surfaktan dapat berfungsi dengan lebih baik. Selain itu, *builders* juga membantu menciptakan kondisi keasaman yang tepat agar proses pembersihan dapat berlangsung dengan lebih baik serta membantu mendispersikan dan mensuspensikan kotoran yang telah lepas. Senyawa kompleks fosfat, natrium sitrat, natrium karbonat, natrium silikat atau zeolit dan fluorescent sering digunakan dalam *builders*.

Senyawa fosfat dapat mencegah menempelnya kembali kotoran pada bahan yang sedang dicuci. Senyawa fosfat yang digunakan oleh semua merk deterjen memberikan andil yang cukup besar terhadap terjadinya proses eutrofikasi yang menyebabkan alga blooming (meledaknya populasi tanaman air). Formulasi yang tepat antara kompleks fosfat dengan surfaktan menjadi kunci utama keberhasilan daya cuci deterjen.

Menurut Connell (1995) berdasarkan sifat ionisasi senyawa aktifnya, surfaktan diklasifikasikan ke dalam 3 kelompok, yaitu :

a. Surfaktan anionik

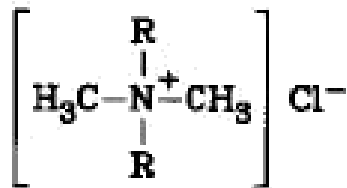
Jenis ini memiliki sisi permukaan aktif negatif. Secara umum gugusnya adalah sulfat dan sulfonat yang dapat larut dalam air. Surfaktan yang tergolong ke dalam kelompok ini adalah sodium dodecylbenzene sulphonate (SDS). Surfaktan anionik banyak digunakan dalam produk pembersih pakaian dan peralatan rumah tangga, serta produk pembersih pribadi. Surfaktan jenis ini merupakan produk terbesar hingga saat ini.



Gambar 1. Struktur dari SDS

b. Surfaktan kationik

Jenis ini memiliki sisi permukaan positif. Senyawa utamanya yaitu alkil dengan gugus utama ammonium. Surfaktan yang tergolong jenis ini adalah dialkyldimethylammonium chlorides



Gambar 2. Struktur dari *Dialkyldimethylammonium chlorides*

c. Surfaktan *nonionic*

Jenis ini merupakan produk kondensasi alkilfenol atau alkohol lemak dengan etilenoksida. Surfaktan jenis nonionik banyak pula digunakan sebagai pembersih pakaian



Gambar3. Struktur dari Ethylated Alkohol

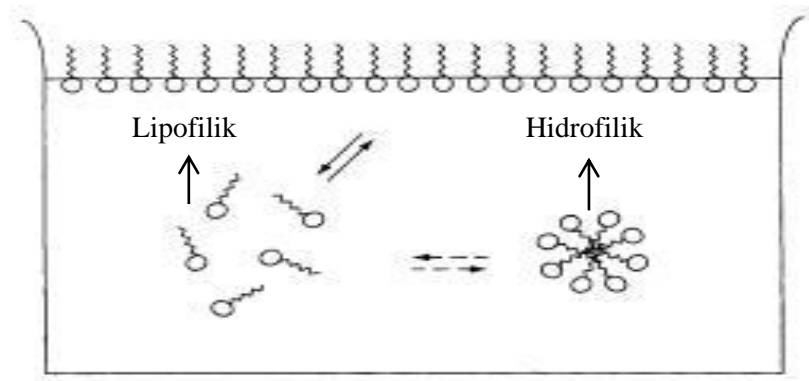
Pada awalnya surfaktan (senyawa aktif) yang digunakan dalam komposisi deterjen yaitu dari jenis BAS (Branched Alkylbenzene Sulphonate) yang memiliki rantai karbon bercabang. BAS ini dikenal sebagai sebagai hard detergent karena sifatnya yang tahan penguraian biologis. Rantai cabang BAS inilah yang membuat BAS tidak terurai sehingga peningkatan konsentrasinya berjalan cepat. Oleh karena itu BAS

dikenal sebagai senyawa pencemar yang toksik terhadap biota perairan (Connell, 1995).

Para ahli terus berusaha menemukan bahan aktif deterjen sintesis baru yang mudah terurai, akhirnya pada tahun 1965 mulai dikenal LAS (Linear Alkylbenzene Sulphonate). Seperti halnya BAS, senyawa ini pun dibuat dari senyawa hidrokarbon minyak bumi. Senyawa aktif LAS termasuk ke dalam kriteria surfaktan anionik yang memiliki rantai alkil lurus. Dengan struktur demikian LAS ini bila tidak segera terurai seluruhnya akibat akumulasi yang terus-menerus maka akan bersifat lebih toksik dibandingkan BAS. Struktur rantai alkilnya yang lurus membuat senyawa LAS ini lebih bersifat lipofilik sehingga menyebabkan kerusakan yang lebih besar pada membran sel. Sebagai surfaktan, LAS dapat menurunkan tegangan permukaan dan mengemulsi lemak sehingga dimanfaatkan sebagai pelarut lemak dan denaturasi protein. Dengan sifat ini LAS berpotensi merusak membran sel organisme dan mematikan bakteri-bakteri yang berguna di perairan.

2. Mekanisme Deterjen sebagai Pembersih

Sebagai bahan aktif deterjen, surfaktan yang juga disebut zat aktif permukaan (*surface active agent*) memiliki kemampuan menurunkan tegangan permukaan cairan khususnya air dari sekitar 73 dyne/cm menjadi 30 dyne/cm. Selain itu kemampuan surfaktan membentuk gelembung serta pengaruh permukaan lainnya membuat surfaktan bertindak sebagai zat pembersih dan pengemulsi dalam industri dan rumah tangga. Secara struktur, surfaktan memiliki polaritas lipofilik dan hidofilik. Kutub lipofilik terletak pada rantai alkil yang bersifat larut dalam minyak atau lemak, sedangkan kutub hidofilik terletak pada gugus aril (yang mengandung garam) yang larut dalam air.



Gambar 4. Kondisi gugus surfaktan dalam air

Kutub lipofilik cenderung muncul keluar dari fase air menghadap ke udara, sedangkan kutub hidrofilik menghadap ke fase air, yaitu tempat ion-ion bermigrasi menuju batas antara air-udara yang bekerja mengurangi energi bebas permukaan sehingga tegangan permukaan berkurang. Pada konsentrasi surfaktan yang cukup tinggi di air, gugus lipofilik saling tarik menarik dan membentuk agregat atau *micelle*, sedangkan gugus hidrofilik terdapat disebelah luar *micelle*. Dengan demikian zat yang lipofil dapat tertimbun dalam inti lipofilik dari *micelle* dan dengan cara inilah kotoran dilarutkan (disolubilisasi). Mekanisme tersebut di atas memungkinkan surfaktan bertindak sebagai pembersih kotoran. Proses pembersihan oleh surfaktan terdiri atas tiga tahap, yaitu:

- a. Pembahasan (*wetting*) kotoran oleh larutan deterjen
- b. Lepasnya kotoran dari permukaan bahan
- c. Pembentukan suspensi kotoran yang stabil.

Menurut Showell, 2006 mekanisme pembersihan kotoran (umumnya berupa tanah) terdiri beberapa tahapan, yaitu:

- a. Perpindahan surfaktan ke interfase. Hal ini terjadi pada kondisi surfaktan dalam bentuk monomer, dimana kinetika perpindahannya sangat cepat (10^{-5} cm²/detik) atau juga terjadi pada kondisi surfaktan berbetuk agregat atau *micelle* dimana kinetika perpindahannya relatif lambat (10^{-7} cm²/detik). Kinetika perpindahan surfaktan dan adsorpsi pada permukaan dapat diukur dengan tegangan permukaan dinamik.

- b. Adsorpsi surfaktan pada interfase air-tanah, interfase air-udara, dan interfase permukaan-air. Tahapan ini terjadi dengan menurunkan tegangan permukaan pada masing-masing interfase tersebut.
- c. Membentuk kompleks surfaktan-tanah. Hal ini menunjukkan bahwa surfaktan akan menyelimuti tanah yang akan dipisahkan dalam satu lapisan atau pada konsentrasi surfaktan yang tinggi akan menghasilkan dua lapisan. Pada tahapan ini surfaktan dapat mendorong padatan tanah menjadi lunak dan berbentuk cairan. Tahapan ini merupakan tahapan yang kritis untuk menuju proses emulsi yang dapat terjadi jika tanah berbentuk cairan.
- d. Desorpsi kompleks surfaktan-tanah. Untuk tanah yang berminyak, proses ini dapat terjadi melalui mekanisme penggulungan atau melalui pelarutan minyak menjadi agregat micelle dari surfaktan.
- e. Perpindahan kompleks surfaktan-tanah menjauh dari permukaan. Pada tahapan ini tanah yang mengandung minyak dengan massa jenis yang lebih rendah dari air akan mengapung di permukaan. Padahal dibutuhkan energi mekanik atau pengadukan untuk menjauhkan kompleks surfaktan-tanah dari permukaan.
- f. Stabilisasi tanah yang terdispersi untuk mencegah terjadinya redeposisi.

3. Proses Laundry

Laundry merupakan proses kompleks yang melibatkan interaksi antara beberapafaktor fisik dan kimiawi. Pada proses ini kotoran yang melekat pada pakaian dibersihkan dengan mempergunakan air dan deterjen. Tahapan yang terjadi pada proses ini adalah kotoran yang melekat pada pakaian akan dilepaskan oleh larutan deterjen dan dilanjutkan dengan stabilisasi air yang berisi kotoran supaya kotoran tersebut tidak menempel kembali pada permukaan pakaian. Kemampuan membersihkan pakaian dalam proses *laundry* sangatlah tergantung pada beberapa faktor seperti jenis bahan pakaian, jenis kotoran, kualitas air, peralatan mencuci, dan komposisi deterjen (Smulders, 2002). Diantara faktor tersebut yang memegang peranan penting adalah komposisi deterjen.

Air pada proses *laundry* berfungsi sebagai pelarut bagi deterjen dan kotoran yang menempel di pakaian. Air juga berfungsi sebagai media perpindahan untuk

komponen tanah yang terlarut maupun terdispersi. Proses *laundry* dimulai dengan membasahi dan penetrasi larutan deterjen pada pakaian yang kotor. Air mempunyai tegangan permukaan yang sangat tinggi yaitu 72 mN/m padahal proses pembasahan pakaian dapat berjalan lebih cepat dan efektif jika tegangan permukaannya berkurang sampai 30 mN/m. Pada proses inilah peranan dari surfaktan sebagai bahan baku deterjen untuk menurunkan tegangan permukaan.

Kualitas air yang jelek dapat mempengaruhi proses pencucian dan menimbulkan masalah pada mesin cuci. Ion kalsium dan magnesium yang bertanggung jawab terhadap kesadahan air dapat menimbulkan terbentuknya endapan. Endapan ini disebabkan oleh terbentuknya residu pada proses *laundry* dan dapat membentuk kerak pada mesin cuci sehingga berakibat pada terganggunya fungsi dari elemen pemanas dan komponen mesin cuci yang lain. Kandungan kalsium yang tinggi dalam air dapat menghalangi proses menghilangkan partikel tanah pada kotoran yang melekat pada pakaian. Selain itu, keberadaan ion logam seperti besi, tembaga dan mangan dapat merugikan proses *laundry*. Ion-ion tersebut dapat menjadi katalis dari dekomposisi agen pemutih (*bleaching agents*) sehingga fungsinya menjadi terganggu.

Kotoran yang melekat pada pakaian dapat digolongkan menjadi tiga, yaitu : debu dari udara, kotoran yang dihasilkan badan (misalnya keringat), pengotor yang berasal dari aktifitas domestik, komersial dan industri. Menurut Smulders, 2002, jenis kotoran tersebut dapat digolongkan menjadi:

- a. Bahan yang mudah larut, seperti: garam, gula, urea, dan keringat
- b. Partikel, seperti: oksida logam, karbonat, silika, humus, dan arang
- c. Minyak dan lemak, seperti: minyak hewani, minyak nabati, pelembab, minyak dan logam mineral, dan lemak yang berasal dari serangga
- d. Protein yang berasal dari: darah, telur, susu dan keratin dari kulit
- e. Karbohidrat, seperti: kanji
- f. Zat pewarna dari: buah-buahan, sayuran, anggur, kopi dan teh.

4. Air Limbah *Laundry*

Air limbah yang dihasilkan dari proses *laundry* mempunyai komposisi dan kandungan yang bervariasi. Hal ini disebabkan variasi kandungan kotoran di pakaian, komposisi dan jumlah deterjen yang digunakan serta teknologi yang dipakai. Selain itu terdapat perbedaan konsentrasi antara air limbah *laundry* yang dihasilkan dari rumah tangga dengan jasa *laundry*. Untuk jasa *laundry*, kandungan air limbahnya mengandung deterjen dengan jumlah yang lebih sedikit, dikarenakan pemakaian yang lebih ekonomis dan juga penggunaan peralatan pelunakan air.

Sedangkan karakteristik dari air limbah *laundry* yang diperoleh dari beberapa penelitian dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Karakteristik Air Limbah *Laundry*

Parameter	Eriksson et.al	Hoinkis	Ge et.al.	Savitri
	(2002)	(2008)	(2004)	(2007)
Suhu (°C)	28-32	15-30	-	27
Konduktivitas (µS/cm)	190-1400	1900	786-1904	1256-1335
pH	9.3-10	9-11	7.83-9.56	8.29-8.87
Kekeruhan (NTU)	50-210	-	471-583	-
Surfaktan (mg/L)	-	-	72.3-64.5	210.6
COD (mg/L)	725	1050	785-1090	1815
BOD (mg/L)	150-380	-	-	1087
TSS (mg/L)	120-280	-	-	-
Fosfat (mg/L)	4-15	5	-	7.64
Total N (mg/L)	6-21	40	-	-

Sumber: Fatimah Nur, 2019

Konsumsi air untuk kegiatan mencuci di rumah tangga mempunyai jumlah yang signifikan, yaitu sekitar 22% dari total kebutuhan air bersih (Woodwell et.al., 1995). Sedangkan menurut Smulders (2002) penggunaan air untuk kegiatan *laundry* sekitar 17 L atau 13% dari kebutuhan air bersih atau sekitar 8% dari air yang masuk ke sistem air buangan. Selain kontribusi volume air, air limbah *laundry* menyumbang beban kontaminan yang cukup tinggi ke dalam air buangan.

Pada **Tabel 2** dapat terlihat bahwa air limbah *laundry* menyumbang sekitar 10% untuk COD, BOD dan TSS sedangkan untuk fosfat dan nitrogen cenderung lebih rendah.

Tabel 2. Kontribusi air limbah *laundry* terhadap air buangan perkotaan

Parameter	Kons. di air limbah <i>laundry</i> (mg/L)	Beban per kapita air limbah <i>laundry</i> (g/hari)	Beban per kapita air buangan perkotaan (g/hari)	Kontribusi air limbah <i>laundry</i> terhadap air buangan (%)
COD	600	10.2	120	8.5
BOD	350	5.95	60	10
TSS	450	7.65	72	10.6
Total N	7	0.12	12	1
Total P	2	0.03	2.4	1

Sumber : Smulders, 2002

Untuk mengurangi beban pencemaran yang berasal dari aktifitas *laundry* maka perlu dilakukan pengolahan terutama di tempat jasa *laundry* yang menghasilkan volume air limbah yang cukup besar. Terdapat beberapa sistem pengolahan yang dapat digunakan, misalnya sedimentasi dan filtrasi (Ahmad, 2008), oksidasi elektrokimia (Kong, 2006 dan Koparal et al., 2006), ultrasonik (Abu-Hassan et. al, 2006), koagulasi dan membran filtrasi (Sostar-Turk, 2005), membran bioreaktor (Buchheistera et. al, 2006 dan Hoinkis, 2008), oksidasi Fenton (Lin et.al, 1999), ultraviolet (Tabrizi, 2006), adsorpsi (Adak et.al, 2005), koagulasi flokulasi (Aboulhassan et.al, 2006) dan elektrokoagulasi (Ge, 2004).

5. Pengolahan Air Limbah *Laundry* Sebagai Limbah B3

Untuk mengurangi dampak yang di akibatkan oleh limbah cair usaha *laundry*, pemerintah telah mengeluarkan berbagai peraturan yang berhubungan dengan masalah Lingkungan Hidup, salah satunya Peraturan Pemerintah Nomor 18 Tahun 1999 Tentang Pengelolaan Limbah Berbahaya dan Beracun (B3) dan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Di dalam Peraturan Pemerintah Nomor 18 Tahun 1999 telah diatur antara lain limbah yang dihasilkan

oleh suatu kegiatan yang dibuang ke lingkungan harus sesuai dengan baku mutu lingkungan hidup.

D. Koagulasi–Flokulasi

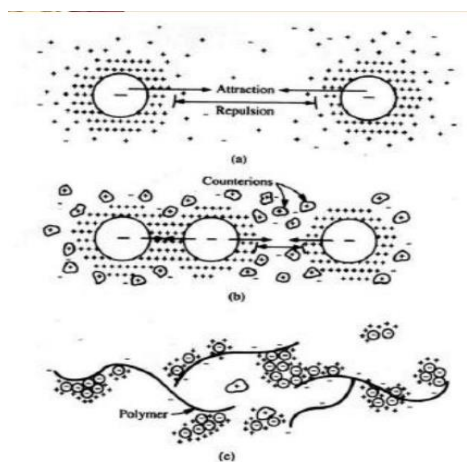
Proses destabilisasi muatan partikel padatan dalam suatu sistem koloid dan suspensi (termasuk juga bakteri dan virus) dengan menambahkan koagulan disebut dengan koagulasi (Kawamura, 1991). Proses ini biasanya dilanjutkan dengan proses flokulasi yang merupakan proses penggabungan inti-inti flok sehingga dihasilkan flok yang berukuran lebih besar yang kemudian akan terendapkan (Hammer, 2005). Proses yang terjadi meliputi dua tahapan:

- a. Pengadukan cepat yang bertujuan untuk mendispersikan koagulan kimia sehingga terjadi tumbukan antar partikel. Proses destabilisasi terjadi akibat interaksi antara koagulan dengan koloid saat terjadinya tumbukan antara satu dengan yang lain. Pengadukan cepat yang efektif penting untuk koagulan karena reaksi hidrolisisnya terjadi dalam beberapa detik yang selanjutnya adsorpsi pada partikel-partikel koloid.
- b. Flokulasi pada pengadukan lambat, terjadi akibat aglomerasi flok-flok berukuran kecil menjadi flok yang berukuran lebih besar pada waktu yang lebih lama. Pengadukan lambat dilakukan untuk membentuk gumpalan partikel-partikel terkoagulasi berukuran mikro menjadi partikel ataupun flok yang lebih besar. Flok ini diharapkan akan berkumpul dengan partikel tersuspensi lainnya dan nantinya akan diendapkan.

1. Prinsip Dasar Koagulasi Flokulasi

Dalam proses koagulasi-flokulasi terjadi proses netralisasi muatan dengan menambahkan koagulan atau bahan kimia (Hammer, 2005), sedangkan koagulasi merupakan proses aglomerasi untuk mendestabilisasi partikel dengan membentuk flok-flok menjadi semakin besar dan mudah mengendap (Hammer, 2005). Dapat dilihat pada **Gambar 5**, penambahan koagulan kimia mengakibatkan terjadinya proses netralisasi muatan dan memecahkan awan elektron disekitar partikel koloid, kemudian terjadi interparticle bridging antara inti-inti flok membentuk

flok yang berukuran lebih besar dan mudah mengendap (Hammer, 1975). Gaya tarik elektrostatik antara partikel-partikel bermuatan negatif dan produk hidrolisis yang bermuatan positif akan membentuk deposit. Hasilnya adalah muatan elektrik partikel menjadi berkurang. Muatan positif tawas akan menetralkan muatan negatif dari koloid. Pada kondisi ini, suspensi sudah didestabilisasi dan proses flokulasi sudah siap tanpa adanya hambatan. Oleh sebab itu pemilihan koagulan dan dosis yang tepat sangat menentukan proses koagulasi dan flokulasi (Reynolds, 1982)..



Gambar 5. Ilustrasi Koagulasi-Flokulasi

2. Faktor yang Mempengaruhi Koagulasi-Flokulasi

Menurut Kawamura (1991), faktor-faktor yang dapat mempengaruhi efektivitas proses koagulasi sebagai berikut:

a. Derajat Keasaman (pH) dan Alkalinitas

Proses koagulasi optimum akan tercapai pada rentang pH optimumnya. Rentang pH optimum dipengaruhi oleh jenis dan konsentrasi koagulan yang digunakan serta komposisi kimia air baku yang akan diolah.

b. Jenis Koagulan

Pemilihan jenis koagulan didasarkan pada hasil penelitian perbandingan performa koagulan. Selain itu faktor biaya juga menjadi salah satu pertimbangan dalam hal ini.

c. Alkalinitas

Kandungan ion-ion terlarut berpengaruh terhadap karakteristik air baku yang akan diolah. Hal ini dapat mempengaruhi pH optimum, waktu flokulasi, dosis optimum koagulan dan residu koagulan pada efluen.

d. **Kekeruhan Air Baku**

Pada umumnya kandungan kekeruhan yang tinggi akan membutuhkan dosis koagulan yang lebih besar. Kekeruhan awal air baku akan berpengaruh terhadap dosis koagulan yang digunakan. Kekeruhan air baku yang rendah dapat menyulitkan proses penyisihan, sehingga sering kali ditambahkan koagulan pembantu.

e. **Temperatur dan Kondisi Pengadukan**

Pada temperatur rendah reaksi kimia berjalan lebih lambat sehingga akan berpengaruh terhadap reaksi yang terjadi pada proses koagulasi. Selain itu, perubahan temperatur akan mempengaruhi proses pengendapan, dikarenakan terjadinya peningkatan berat jenis air. Pengadukan yang tidak sempurna akan mengakibatkan tidak meratanya dispersi koagulan didalam sistem larutan.

E. Pemanfaatan Limbah PDAM Sebagai Koagulan

Diperkotaan khususnya kota Makassar, air bersih disuplai oleh PDAM Sombaopu dengan sumber air baku dari sungai Jeneberang yang proses pengolahannya menggunakan koagulan seperti tawas dan poli aluminium klorida (PAC) sebagai media penggumpal partikel-partikel halus yang tersuspensi menjadi gumpalan-gumpalan yang lebih besar (flok). Kumpulan flok yang terbentuk selanjutnya dipisahkan dengan cara sedimentasi dan filtrasi sehingga didapatkan air yang bersih dan sisanya dibuang berupa limbah padat lumpur (LPL). LPL yang dibuang dan ditimbun dalam kolam penampung sebenarnya masih mengandung aluminium sulfat (alum) dalam bentuk lumpur alum yang dapat diolah kembali menjadi alumina (Al_2O_3) melalui proses pengambilan kembali (*recovery*) (Suherman, 2003).

Koagulan yang digunakan untuk mengolah air di PDAM Kota Makassar adalah jenis tawas atau alum karena mudah didapat, mudah digunakan dan ekonomis harganya dibanding 2 koagulan lain. Namun memiliki kelemahan yaitu menambah jumlah ion-ion Al^{3+} ke dalam air dan dapat menimbulkan pencemaran. Menurut Suherman (2003), LPL PDAM tersebut masih mengandung aluminium dalam bentuk $Al(OH)_3$ yang berpotensi sebagai pencemar jika langsung dibuang ke badan air. Beberapa penelitian telah membuktikan bahwa pengolahan pada LPL PDAM dapat digunakan kembali, diantaranya penelitian tentang pemanfaatan kembali LPL PDAM untuk penjernihan air dari Sungai Martapura dan pengambilan kembali alumina dari LPL PDAM Intan Banjar (Mirwan, 2012).

Lumpur akan selalu dihasilkan di setiap proses pengolahan air, apapun jenis dan bentuk teknologi pengolahan yang digunakan. Semakin besar debit pengolahan pada suatu Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM), maka akan semakin tinggi konsentrasinya, baik padatan kasar (*coarse solid*), padatan tersuspensi (*suspended solid*) maupun koloid dan akan makin besar pula lumpurnya. *University School of Medicine* di Belgrade menerbitkan informasi bahwa minum air dengan aluminium tinggi dan konsentrasi fluoride yang rendah dikaitkan dengan risiko Alzheimer.

Aluminium hidroksida dalam lumpur dapat larut dalam asam kuat maupun basa kuat. Oleh karena itu, metode perolehan kembali aluminium dengan asam dan basa masih terus dipakai (Boaventura et al., 2000). Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi proses perolehan kembali aluminium adalah konsentrasi asam kuat, pengaruh kecepatan dan waktu pengadukan serta massa lumpur kering yang digunakan.

F. Aluminium Sulfat

1. Pengertian Tawas

Tawas merupakan senyawa aluminium sulfat yang berfase padat dengan nama lain: alum, alum padat dan aluminium alum. Senyawa tawas umumnya terdiri dari garam rangkap sulfat (SO_4^{2-}), kedudukan logam dalam tawas yang

umum adalah aluminium. Dimana tawas juga merupakan produk buatan berbentuk bubuk atau kristal berwarna putih dan biasa digunakan sebagai mordan, bahan perikat dalam pewarnaan serat kain, sebagai bahan penggumpal dalam penjernihan air dan sebagai bahan pengerut (penahan darah) dalam kesehatan. Dalam air, senyawa tawas akan larut sempurna melepaskan kation aluminium, Al^{3+} dan anion SO_4^{2-} . Kation dan anion tersebutlah yang bertugas menetralkan muatan pada permukaan partikel tersuspensi sehingga pengendapan bisa segera terjadi. Tawas larut dalam air, tetapi tidak larut dalam alkohol dan di dalam udara bebas tawas bersifat stabil (Iksan, dkk., 2013).

Tawas biasa dikenal dalam kehidupan sehari-hari adalah ammonium sulfat dodekahidrat. Tawas ini dikenal dengan nama $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ yang dikenal sebagai koagulan di dalam pengolahan air maupun limbah. Sebagai koagulan, alum sulfat sangat efektif untuk mengendapkan partikel yang melayang baik dalam bentuk koloid maupun suspensi. Alum merupakan salah satu senyawa kimia yang dibuat dari molekul air dan dua jenis garam, salah satunya aluminium sulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$). Alum kalium merupakan senyawa yang tidak berwarna dan mempunyai bentuk kristal oktahidrat atau kubus ketika kalium sulfat dan aluminium sulfat keduanya dilarutkan dan didinginkan. Kalium aluminium sulfat dodekahidrat (tawas kalium) dengan rumus ($\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$) digunakan dalam pemurnian air, pengolahan limbah dan bahan pemadam api (Santoso, 2010).

Tawas paling banyak digunakan sebagai bahan koagulan karena reaksi yang terjadi jika tawas dimasukkan kedalam air limbah akan mengalami proses hidrolisis yang sangat dipengaruhi oleh nilai pH dari air limbah (Putri, 2015). Kristal tawas mudah larut dalam air dan kelarutannya tergantung pada jenis logam dan temperatur. Alum merupakan salah satu senyawa kimia yang dibuat dari $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$.

G. Fosfat

Fosfat merupakan senyawa dari fosfor yang terdapat di alam dalam bentuk organik dan anorganik (Sastrawijaya, 1991). Senyawa fosfat organik adalah fosfor yang terikat dengan senyawa-senyawa organis sehingga tidak berada dalam

keadaan bebas. Dalam air bersih atau air buangan, fosfor yang bebas hampir tidak ditemui. Senyawa fosfat anorganik terdiri dari ortofosfat dan polifosfat. Ortofosfat adalah senyawa monomer seperti H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} dan PO_4^{3-} sedangkan polifosfat atau disebut juga dengan condensed phosphates merupakan senyawa polimer seperti $(\text{PO}_3)_6^3$ (heksametafosfat), $\text{P}_3\text{O}_{10}^{5-}$ (tripolifosfat) dan $\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$ (pirofosfat) (Alaerts, 1984).

Dalam air limbah, senyawa fosfat dapat berasal dari limbah domestik, industri dan pertanian. Dalam limbah domestik biasanya terdapat fosfat dalam bentuk polifosfat dan fosfat organik. Fosfat yang berasal dari limbah domestik, industri dan pertanian sesuai peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 MENKLH/10/1995 tentang baku mutu air limbah, dan PERMENLH/5/2014 tentang standar baku mutu air limbah bahwa kadar maksimal fosfat dalam limbah cair industri, sabun, deterjen, dan produk-produk minyak nabati maksimal adalah sebesar 2 mg/l

Dari limbah industri yang mengandung deterjen dihasilkan polifosfat. Sedangkan dari kegiatan pertanian dihasilkan ortofosfat yang berasal dari bahan pupuk (Alaerts, 1984). Limbah domestik relatif kaya akan fosfat. Deterjen sintetis umumnya memiliki kandungan fosfat anorganik sebesar 2 hingga 3 mg/L dan fosfat organik sebesar 0,5 hingga 1,0 mg/L. Pada umumnya, deterjen sintetis dalam bentuk padat yang didesain untuk kebutuhan rumah tangga mengandung sejumlah besar polifosfat, bahkan hingga 50%. Sebagian fosfat anorganik juga ditemukan dari limbah manusia sebagai hasil pengrusakan protein dan asam nukleat secara metabolis dan pemusnahan fosfor bebas dalam urin (Sawyer, 2003).

H. Jurnal Terkait Penelitian Terdahulu

Tabel 3. Studi Terdahulu yang Relevan dengan Penelitian

No	Nama Peneliti	Judul penelitian	Tahun	Hasil Penelitian	Sumber literatur
1	Hasmawati	Pemanfaatan Tawas Sintetik dari Kaleng Bekas Sebagai Koagulan pada Air	2017	Hasil Analisis menunjukkan bahwa sampel air sumur pada titik I-III setelah penambahan tawas terjadi perubahan yang lebih baik yaitu dari kruh menjadi jernih, tidak berwarna, tidak berbau, bersuhu udara (27°C) dan pH menjadi netral (7). sedangkan kadar kesadahan total kalsium karbonat (CaCO ₃), maksimum adalah 2640 mg/L dan kadar sulfat maksimum adalah 72,7090 mg/L. Hasil Analisis menunjukkan bahwa sifat fisik dan kimia (pH dan sulfat) yang telah dilakukan memenuhi syarat mutu Standar Nasional Indonesia (SNI).	Jurnal Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar
2	Tamzil Aziz, Dwi Yahrinta Pratiwi, Lola Rethiana	Pengaruh Penambahan tawa Al ₂ (SO ₄) ₃ dan Kaporit Ca(OCl) ₂ Terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia Air Sungai Lambidaro	2013	Hasil penelitian menunjukan bahwa penambahan kaporit akan menurunkan nilai TDS, TSS, sianida, fluorida, ammonia, nitrit, BOD, COD, sulfide, fosfat, detergen, minyak dan lemak. Dan akan menaikkan pH, kadar sulfat, serta oksigen terlarut di dalam air Sungai Lambidaro. Sedangkan penambahan tawas ternyata akan menurunkan pH, TDS, TSS, sianida, ammonia, nitrit, BOD, COD, sulfida, detergen, minyak dan lemak dan akan meningkatkan kadar sulfat, fluorida, serta oksigen terlarut di dalam air Sungai Lambidaro. Dan hasil kualitas air terbaik didapat pada penambahan 25 ppm tawas + 10 ppm kaporit.	Jurnal Teknik Kimia Universitas Sriwijaya

No	Nama Peneliti	Judul penelitian	Tahun	Hasil Penelitian	Sumber literatur
3	A Prima Kristijarti, S.Si., MT, Prof. Dr. Ign Suharto, APU, Marieanna, ST	Penentuan Jenis Koagulan dan Dosis Optimum untuk Meningkatkan Efisiensi Sedimentasi dalam Instalasi Pengolahan Air Limbah Pabrik Jamu X	2013	Percobaan koagulasi-flokulasi dengan PAC menghasilkan hasil yang lebih baik daripada dengan FeSO ₄ . Dosis PAC yang menyebabkan penyisihan paling tinggi adalah 0,163 g/L mencapai nilai 99,24%. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran untuk menentukan jenis dan dosis koagulan yang dapat secara efektif mempercepat proses pengendapan, khususnya pada pengolahan air limbah ekstraksi jamu di PT X	Laporan Penelitian, LPPkM Universitas Katolik Parahyangan
4	Erva S. Rusmaidah, Herlina Fitrihidajati, Tjipto Haryono	Pemanfaatan Tawas Al ₂ (SO ₄) ₃ untuk Memperbaiki Kualitas Limbah Cair Pabrik Kertas dan Uji Toksitas pada Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i>)	2018	Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi penurunan kadar logam berat timbal limbah cair pabrik kertas dengan menggunakan konsentrasi koagulan tawas Al ₂ (SO ₄) ₃ yang berbeda. Persentase yang tertinggi terdapat pada konsentrasi 18,75 mg/l, yaitu sebesar 56,25%. Hasil terbaik uji toksisitas limbah cair pabrik kertas pada ikan mas setelah perlakuan dengan tawas Al ₂ (SO ₄) ₃ , yaitu pada konsentrasi tawas 18,75 mg/l, persentase kematian ikan mas sebesar 34 %.	Jurnal Universitas Negeri Surabaya
5	OKTAVIANA ZAH RATUL PUTRI	Pengaruh Variasi Dosis Tawas terhadap Penurunan Kadar Phosphate Air Limbah Rumah Sakit Pku Muhammadiyah Surakarta	2015	Berdasarkan analisis dengan menggunakan One Way Anova pada kelompok perlakuan dan kontrol didapatkan nilai $p < 0,001 < \alpha < 0,01$, yang artinya ada pengaruh variasi dosis tawas terhadap penurunan kadar phosphate. Disarankan pada peneliti lain untuk melakukan penelitian sejenis dengan menggunakan koagulan jenis lain untuk pengolahan dengan metode koagulasi dengan parameter lain seperti BOD, COD atau logam berat lainnya.	Jurnal Universitas Muhammadiyah Surakarta, Fakultas Ilmu Kesehatan

No	Nama Peneliti	Judul penelitian	Tahun	Hasil Penelitian	Sumber literatur
6	Meity Moerdiyanti , Titin Anita Zahara, Dian Rahayu Jati	Penggunaan Tawas Cair Recovery dari Limbah Padat Lumpur Pdam Kota Pontianak sebagai Koagulan untuk Pengolahan Air Bersih		Konsentrasi aluminium yang didapatkan dari tawas cair recovery sebesar 646, 13 ppm atau setara dengan 161,53 mg. Tawas cair recovery diaplikasikan pada proses koagulasi-flokulasi terhadap air baku untuk melihat efektifitas kerja tawas cair. Kondisi terbaik untuk tawas cair yaitu pada dosis 12 mg, kecepatan aduk cepat 160 rpm dan kecepatan aduk lambat 20 rpm dengan persen penyisihan kekeruhan sebesar 99,26%. Biaya yang diperlukan untuk proses recovery dan aplikasi pada tawas cair sebesar Rp 1.188/L.	Jurnal Universitas Tanjungpura Pontianak
7	Dek Lanang Sanjivani	Studi Pengolahan Air Tambang Menggunakan Koagulan Berbasis Aluminium di Laboratorium	2018	Dari hasil uji karakteristik air awal, didapat nilai TSS 268 mg/L yang belum memenuhi baku mutu air limbah. Dari hasil jar test, didapat dosis maksimum koagulan tawas adalah 20 mg/L dan koagulan PAC adalah 15 mg/L dengan nilai TSS pada masing-masing dosis maksimum adalah <2,5 mg/L. Kebutuhan Koagulan pada curah hujan rata-rata adalah 118,3 ton/tahun untuk tawas dan 88,7 ton/tahun untuk PAC. Dimensi kolam pengendap yang disarankan adalah dengan volume total sebesar 900 m ³ dan volume storage sebesar 633 m ³ sehingga diperlukan panjang 35 m, lebar 11 m, kedalaman total 4 m dan kedalaman storage 3 m.	Jurnal Institut Teknologi Bandung

No	Nama Peneliti	Judul penelitian	Tahun	Hasil Penelitian	Sumber literatur
8	Rifani Alfian, Sulaiman Hamzani, Abdul Khair	Pengaruh Tawas dan Waktu Pengadukan terhadap Kadar Fosfat pada Limbah Cair Laundry di Martapura Kabupaten Banjar	2017	Hasil penurunan rata-rata kadar fosfat secara berurutan pada masing-masing variasi waktu pengadukan, yaitu 92,7%; 99.6%; dan 96.7%. Uji statistik yang digunakan adalah Uji One Way Anova. Berdasarkan analisis dengan menggunakan One Way Anova pada kelompok perlakuan didapatkan nilai p ($0,00 < \alpha 0,05$), dapat diartikan bahwa ada pengaruh waktu pengadukan tawas terhadap kadar fosfat. Disarankan kepada peneliti selanjutnya untuk melakukan penelitian sejenis dengan menggunakan koagulan jenis lain atau koagulan yang sama dengan parameter lain seperti BOD, COD atau logam berat lainnya.	Jurnal Kesehatan Lingkungan
9	Choiriyah Savitri	Penurunan Kadar Organik Air Limbah Laundry dengan Menggunakan Trickling Filter	2010	Pada hasil dari penelitian ini mendapatkan hasil penurunan yang terbaik yaitu dengan debit 48ml/mnt dan rasio resirkulasi sebesar 0,5 mampu menurunkan kandungan organik BOD air limbah laundry sebesar 84,65 % dan kandungan organik TSS air limbah laundry sebesar 84,69%.	Jurnal Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas UPN Veteran
10	Sri Widya Astuti, Mersi Suriani Sinaga	Pengolahan Limbah Laundry Menggunakan Metode Biosand Filter untuk Mendegradasi Fosfat	2015	Volume terbesar pada rasio 50%:50% (v/v) campuran limbah laundry dan nutrisi diperoleh persentase TSS sebesar 76,61 %, persentase VSS sebesar 63,55 %, persentase COD sebesar 53,67 %, persentase fosfat sebesar 74,32 % dan surfaktan sebesar 53,54 %. Pengurangan nilai fosfat dan surfaktan diakibatkan adanya lapisan kotor (biofilm) dalam tangki sehingga menghasilkan fosfat dan surfaktan yang telah memenuhi baku mutu berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001.	Jurnal Teknik Kimia Universitas Sumatera Utara

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Tahun	Hasil Penelitian	Sumber literatur
11	RIDO WANDHANA	Pengolahan Air Limbah <i>Laundry</i> Secara Alami (Fitoremediasi) dengan Tanaman Kayu Apu (<i>Pistia Stratiotes</i>)	2013	Hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan konsentrasi fosfat sebesar 39,77% pada rasio tanaman kayu apu jumlah 6 tanaman dengan waktu tinggal 8 hari. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu tinggal dengan rasio tanaman kayu apu dengan jumlah tanaman yang berbeda – beda, serta kebutuhan hara yang cukup maka proses fitoremediasi dapat berjalan dengan baik.	Jurnal Jurnal Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas UPN Veteran