

**Kode/ Nama Rumpun Ilmu: 359/ Kesehatan Lingkungan**

## **PENELITIAN PEMULA**



# **RANCANG BANGUN REAKTOR BIOFILTER MODIFIKASI UNTUK MENURUNKAN KADAR DETERJEN LIMBAH RUMAH TANGGA**

**Ketua** : Suprijandani, SKM., M.Sc.PH

**Anggota** : 1. Hadi Suryono, ST., MPPM.

2. Narwati, S.Si., M.Kes.

**POLITEKNIK KESEHATAN KEMENKES SURABAYA  
TAHUN 2018**

**LEMBAR PENGESAHAN  
PROTOKOL PENELITIAN PEMULA**

**RANCANG BANGUN REAKTOR BIOFILTER MODIFIKASI UNTUK  
MENURUNKAN KADAR DETERJEN LIMBAH RUMAH TANGGA**



Telah diseminarkan Bersama Unit PPM Politeknik Kesehatan Kemenkes Surabaya di Ruang Rapat lantai 2 Politeknik Kesehatan Kemenkes Surabaya  
Pada Tanggal : 5 April 2018  
Dan hasil rapat DITERIMA dengan BEBERAPA REVISI

Surabaya, April 2018

Menyetujui  
Narasumber

Prof. DR. Ririh Yudhastuti, drh., MSc  
NIP. 195912241987012001

Ketua Peneliti

Suprijandani, SKM, M.Sc.PH  
NIP. 196505281989031002

Mengetahui

Ka. Unit PPM  
Poltekkes Kemenkes Surabaya

Setiawan, SKM., M.Psi  
NIP. 196304211985031005

Direktur  
Poltekkes Kemenkes Surabaya

Drg. Bambang Hadi Sugito, M.Kes  
NIP. 1962042919931002

## **KATA PENGANTAR**

Assalamu'alaikum,

Puji syukur penulis panjatkan dengan segala kerendahan hati atas kehadiran Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Kemajuan Penelitian Pemula, dengan judul “Rancang Bangun Reaktor Biofilter Modifikasi untuk Menurunkan Kadar Deterjen Limbah Rumah Tangga”.

Tak lupa kami menyampaikan terima kasih pada semua pihak yang telah membantu memperlancar Laporan Penelitian ini hingga selesai. Kami menyadari bahwa penyusunan naskah penelitian ini masih jauh dari sempurna, untuk ini segala bentuk kritik dan saran demi penyempurnaan kegiatan penelitian ini sangat kami harapkan.

Demikian, semoga Laporan Hasil Penelitian ini bermanfaat bagi kita yang memerlukannya, atas perhatiannya kami sampaikan terima kasih.

Wassalam,

Tim Peneliti

## DAFTAR ISI

Judul Halaman	Halaman
JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN .....	i
KATA PENGANTAR .....	ii
DAFTAR ISI .....	iii
DAFTAR TABEL .....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR LAMPIRAN .....	vii
DAFTAR SINGKATAN DAN SIMBOL .....	viii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah .....	4
C. Rumusan Masalah .....	4
D. Tujuan Penelitian.....	4
I.4.1 Tujuan Umum .....	4
I.4.2 Tujuan Khusus.....	4
E. Urgensi/Keutamaan Penelitian .....	5
F. Temuan/ Inovasi yang Ditargetkan serta Penerapannya Dalam .....	5
rangka Menunjang Pembangunan dan Pengembangan Ilmu Pengetahuan	
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Pengertian deterjen .....	6
B. Bahan Kimia Penyusun Deterjen .....	6
C. Klasifikasi Deterjen .....	10
D. Biofilter .....	13
E. Faktor yang Mempengaruhi Proses <i>Seeding</i> pada Media Biofilter.	19

### BAB III METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian .....	20
B. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	20
C. Sampel Penelitian .....	21
D. Variabel Penelitian .....	21
E. Definisi Operasional.....	22
F. Penentuan Jumlah Ulangan (Replikasi) Sampel Penelitian .....	22
G. Prosedur Kerja Eksperimen .....	23
H. Analisis Hasil Penelitian.....	26

### BAB IV HASIL PENELITIAN

A. Desain Rancang Bangun Reaktor Biofilter .....	25
Modifikasi	
B. Proses <i>Seeding</i> (Pengkondisian Bakteri Pengurai ).....	27
Pemeriksaan	
C. Hasil Pemeriksaan Laboratorium terhadap Kadar Deterjen.....	28

### BAB V PEMBAHASAN

A. Desain Alat.....	32
B. Proses <i>Seeding</i> .....	33
C. Kadar Deterjen .....	34
D. Analisis Hasil Eksperimen dan Interpretasi Hasil Penelitian .....	35

### BAB VI PENUTUP

A. Kesimpulan.....	37
B. Saran .....	;..... 37

DAFTAR PUSTAKA.....	39
---------------------	----

### LAMPIRAN

## DAFTAR TABEL

Daftar Tabel	Halaman
Tabel III.1 Jadwal Waktu Penelitian .....	21
Tabel III.2 Definisi Operasional .....	22
Tabel IV.1 Kadar Deterjen Sebelum Perlakuan .....	28
Tabel IV.2 Kadar Deterjen Setelah Melalui Bak Koagulan .....	28
Tabel IV.3 Kadar Deterjen Setelah Melalui Biofilter.....	29
Tabel IV.4 Hasil Pemeriksaan Laboratorium Limbah deterjen Sebelum Pengolahan dan Sesudah Pengolahan .....	30
Tabel IV.5 Hasil Pemeriksaan Kadar Deterjen.....	31
Tabel IV.6 Hasil Pemeriksaan Kadar Deterjen Sebelum dan Setelah Proses Koagulasi dan Filtrasi.....	31

## DAFTAR GAMBAR

Daftar Gambar	Halaman
Gambar 2.1. Pecahan Genteng .....	17
Gambar 2.2. Batu Apung .....	17
Gambar 2.3. Bioball.....	18
Gambar 2.4. Media Sarang Tawon .....	18
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian .....	25
Gambar 4.1. Desain Rancang Bangun Alat Eksperimen .....	26
Gambar 4.2. Biofilter Reaktor Pengolahan Limbah Deterjen .....	27

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 Susunan Organisasi Tim Peneliti dan Pemberian Tugas

Lampiran 2 Biodata Peneliti Utama dan Anggota Peneliti

Lampiran 3 Log Book

Lampiran 4 Hasil Pemeriksaan Laboratorium

Lampiran 5 Dokumentasi Penelitian

Lampiran 6 Biaya Penelitian

## DAFTAR SINGKATAN DAN SIMBOL

### Daftar Singkatan

ABS	: <i>Alkyl Benzene Sulphonate</i>
AOS	: <i>Alpha Olien Sulfonate</i>
BOD	: <i>Biological Oxygen Demand</i>
CMC	: <i>Critical Micelle Concentration</i>
CMC	: <i>Carboxy Methyl Cellulose</i>
COD	: <i>Chemical Oxygen Demand</i>
DEA	: <i>diethanolamine</i>
dkk	: Dan kawan kawan
Jatim	: Jawa Timur
Kec.	: Kecamatan
Lab.	: Laboratorium
LAS	: <i>Linear Alkyl Sulphonate</i>
MBAS	: <i>Metylene BluActive Substances</i>
Na-CMC	: <i>Natrium Carboxyl Methyl Cellulose</i>
NTA	: <i>Nitriil Tri Acetate</i>
PDAM	: Perusahaan Daerah Air Minum
Pergub.	: Peraturan Gubernur
pH	: Potensial Hidrogen / Derajat Keasaman
PVC	: <i>Poly Vinyl Chlorida</i>
RT	: Rukun Tetangga
RW	: Rukun Warga
SLES	: <i>Sodium Laureth Sulfate</i>
SLS	: <i>Sodium Lauryl Sulfate</i>
TAED	: <i>Tetra Acetyl Ethylene Diamine</i>
TSP	: <i>Trisodium Phospate</i>

### Daftar Simbol

%	: Persen
<sup>0</sup> C	: Derajat Celcius
≥	: Lebih Dari Sama Dengan
±	: Kurang Lebih
=	: Sama Dengan
O <sub>1</sub>	: <i>Posttest</i> Perlakuan
O <sub>2</sub>	: <i>Posttest</i> kontrol
X	: Perlakuan
r	: Banyaknya Replikasi atau Pengulangan
t	: Banyaknya Perlakuan
m <sup>2</sup>	: Meter Persegi
m <sup>3</sup>	: Meter Kubik
gr	: Gram
cm <sup>3</sup>	: Centimeter Kubik

## RINGKASAN

Penggunaan deterjen dalam rumah tangga sudah dilakukan hampir seluruh masyarakat untuk melakukan pembersihan dalam rumah tangga. Dengan harga yang terjangkau dan kemampuannya untuk membersihkan pakaian, alat rumah tangga, dan perkakas lainnya, penggunaan deterjen ini semakin meningkat setiap harinya. Hal tersebut membuat kondisi kualitas lingkungan khususnya badan semakin terpuruk jika tidak dilakukan pengolahan terlebih dahulu. Bahaya yang ditimbulkan oleh deterjen bukan saja memberikan dampak buruk terhadap matinya biota perairan, tetapi dapat mengganggu kesehatan manusia yaitu iritasi pada kulit, mengganggu system saluran pencernaan dan bahkan merupakan salah satu penyebab penyakit kanker di tubuh manusia. Penelitian ini bertujuan untuk membuat rancang bangun alat reactor biofilter modifikasi menggunakan media bioball dan karbon aktif, didahului oleh pre-treatment berupa proses koagulasi, flokulasi dan sedimentasi untuk menurunkan kadar deterjen dan zat organik lainnya pada air limbah domestic.

Penelitian ini merupakan penelitian *pre-experimental design* dengan rancangan yang digunakan adalah pretes, perlakuan dan postes. Media penelitian yang digunakan yaitu bioball karena bioball memiliki ruang/ space yang lebih luas pada permukaannya untuk pertumbuhan bakteri yang akan membentuk phylum-phylum bakteri, sedangkan karbon aktif berfungsi untuk meningkatkan efisiensi dalam menurunkan kadar bahan-bahan organik dan untuk menurunkan konsentrasi surfaktan yang terlarut dalam limbah rumah tangga yang dibuang langsung ke badan air. Kemampuan bioball dengan waktu kontak yang cukup yang digabungkan dengan kemampuan karbon aktif akan menurunkan surfaktan dalam deterjen. Proses tersebut akan lebih efektif lagi jika diberikan pre-treatment dengan proses koagulasi, flokulasi dan sedimentasi yang diharapkan dapat menurunkan kandungan deterjen serta zat organik limbah rumah tangga.

Hasil Penelitian menggambarkan adanya penurunan kandungan deterjen dari 14,56 mg/L menjadi 0,86 mg/L, atau turun sebesar 94,1%. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa alat Bio Filter yang digunakan dalam penelitian ternyata efektif dalam

menurunkan kadar deterjen hingga memenuhi persyaratan baku limbah deterjen berdasarkan Pergub Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013.

## BAB I PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Penggunaan deterjen dalam kegiatan sehari-hari saat ini berkembang terus bahkan hampir semua orang mengetahui dan menggunakan deterjen untuk mencuci pakaian mereka. Deterjen dalam berbagai merek baik yang berbentuk cair maupun serbuk sudah beredar sampai pelosok pedesaan dengan harga terjangkau. Penggunaan deterjen yang sudah dikenal luas di masyarakat dikarenakan bahan ini sangat efektif dan memiliki kemampuan membersihkan pakaian lebih cepat dibandingkan bahan lain. Apalagi saat ini deterjen sudah ditambah dengan berbagai bahan pewangi dengan berbagai macam bau harum sehingga lebih disukai oleh masyarakat.

Namun tidak banyak masyarakat yang tahu bahwa deterjen mempunyai risiko yang berbahaya karena kandungan bahan kimianya sangat sulit terurai di lingkungan. Limbah padat dan cair yang dibuang ke lingkungan langsung dapat menimbulkan keseimbangan alam terganggu yaitu terjadi pencemaran tanah yang mampu merubah pH tanah, kandungan mineral berubah dan gangguan nutrisi dari tanah untuk kehidupan tumbuhan serta sumber air tanah tercemar (Haderia dan Novi Utamai Dewi, 2015)

Dua bahan terpenting dari pembentuk deterjen yakni surfaktan dan *builder* (Padmaningrum, R.T., dkk, 2014). Di Indonesia pada umumnya menggunakan *builder* jenis Phosphat. Phosphat berasal dari *Sodium TriPoly Phosphate* (STPP) yang merupakan bahan *builder* yang sangat penting setelah surfaktan. STPP berfungsi untuk menghilangkan mineral kesadahan dalam air sehingga deterjen dapat bekerja optimal (Dewi, F., dkk, 2015). Dalam jumlah banyak, fosfat dapat menyebabkan pengayaan unsur hara (*eutrophication*) di badan air sungai/danau. Hal ini ditandai oleh ledakan pertumbuhan *algae* dan eceng gondok yang secara tidak langsung dapat membahayakan biota air dan lingkungan (Padmaningrum, R.T., dkk, 2014).

Deterjen memiliki bahan pembentuk utama yaitu surfaktan, sangat potensial menimbulkan efek buruk terhadap lingkungan karena sulit diuraikan oleh mikroorganisme. Hal ini menjadikan limbah deterjen yang dikeluarkan setiap hari oleh rumah tangga akan menjadi limbah berbahaya beracun yang dapat mengancam stabilitas lingkungan hidup (Switarto, dkk, 2012). Semakin hari keberadaan deterjen

di lingkungan semakin mengkhawatirkan. Tumbuhnya ganggang yang sangat banyak di perairan dengan cepat merupakan salah satu dampak negative yang ditimbulkan oleh adanya limbah deterjen ini. Surfaktan merupakan zat aktif permukaan yang mempunyai ujung berbeda yaitu *hydrophile* (suka air) dan *hydrophobe* (suka lemak). Bahan aktif ini berfungsi menurunkan tegangan permukaan air sehingga dapat melepaskan kotoran yang menempel pada permukaan pakaian. Jenis surfaktan yang biasa digunakan dalam deterjen adalah *Alkyl Benzene Sulphonate* (ABS) yang bersifat resisten terhadap dekomposisi biologis. Dewasa ini, surfaktan jenis ABS telah digantikan oleh *Linear Alkyl Sulphonate* (LAS) yang dapat diuraikan oleh bakteri secara biologis (*biodegradable*). LAS memiliki tingkat biodegradasi sebesar 90% sedangkan ABS hanya sebesar 50-60%. Dengan digantikannya ABS menjadi rantai lurus (*Linear Alkyl Sulfonat*) yang dapat biodegradasi, maka deterjen bisa dirusak oleh mikroorganisme (Puspitahati, 2012)

Dampak negatif surfaktan yaitu dapat menyebabkan permukaan kulit kasar, hilangnya kelembaban alami yang ada pada permukaan kulit dan meningkatkan permeabilitas permukaan luar. Hasil pengujian memperlihatkan bahwa kulit manusia hanya mampu memiliki toleransi kontak dengan bahan kimia dengan kandungan 1 % LAS dan AOS (*Alpha Olien Sulfonate*) dengan akibat iritasi sedang pada kulit seperti kulit terasa kasar dan bersisik. Sisa bahan surfaktan yang terdapat dalam deterjen dapat membentuk *chlorbenzene* pada proses klorinasi pengolahan air minum PDAM (Fauzi, 2015).

Sudah banyak penelitian untuk menurunkan kadar deterjen dengan berbagai macam tumbuhan, misalnya tanaman kangkung (*Ipomoea crassicaulis*), genjer (*limnocharis Flava*). Namun ada juga metoda yang digunakan dengan menggunakan biofilter. Biofilter adalah teknologi pengolahan air limbah dengan memanfaatkan pertumbuhan mikroorganisme melekat pada suatu media membentuk suatu lapisan biofilm (Switarto, dkk, 2012).

Biofilter dengan penambahan karbon aktif berfungsi untuk meningkatkan efisiensi dalam menurunkan kadar bahan-bahan organik dan untuk menurunkan konsentrasi surfaktan yang terlarut dalam limbah *laundry* sebelum dibuang ke lingkungan perairan. Selain itu, biofilter dengan karbon aktif dapat juga menurunkan

kadar deterjen dalam air. Metode ini sebelumnya hanya digunakan untuk pengolahan air minum saja (Astuti & Sinaga, 2015)

Dalam penelitian Bambang Switarto dan Sugito (2012), efektifitas media biofilter pecahan genteng, batu apung dan zeolit terpadukan karbon aktif mampu mereduksi kadar deterjen pada limbah *laundry* menggunakan reaktor aerobik memiliki tingkat efisiensi rata-rata sebesar 96%, 92% dan 78%. Debit aliran yang digunakan sebesar 20ml/menit dengan waktu tinggal selama 6 jam dan dialirkan secara kontinyu.

Dalam penelitian I Komang Tri Suarbawa dan Munawar Ali (2015), media *bioball* mampu mereduksi kadar deterjen pada limbah *laundry* yang diolah menggunakan *anaerobic fixed bed* reaktor secara kontinyu. Penyisihan kadar deterjen dengan konsentrasi limbah *laundry* 58,2 mg/l (limbah 20%) adalah sebesar 76,13%. Media *bioball* yang digunakan berdiameter 3,5 cm.

Penelitian Astrid Retno Hapsari(2016) membandingkan efektivitas media *bioball* dengan pecahan genteng di dalam menurunkan kadar deterjen dan diperoleh hasil bahwa media *bioball* terbukti lebih efektif menurunkan kadar deterjen dibanding media pecahan genteng kaca, namun dalam menurunkan kadar deterjen yang hanya sebesar 51%, bisa dikatakan masih kurang efektif.

Kelemahan dari penelitian terdahulu efektifitas kurang optimum (51%) sehingga pada rancang bangun reaktor biofilter pada penelitian ini dilengkapi dengan bak sedimentasi. Pada penelitian terdahulu belum menggunakan sedimentasi.

Berdasarkan beberapa penelitian tersebut di atas, peneliti tertarik untuk merancang bangun suatu biofilter menggunakan media *bioball* yang dimodifikasi arang aktif dan didahului dengan pre treatment menggunakan system flokulasi dan sedimentasi untuk menurunkan kadar deterjen limbah rumah tangga. Adapun judul penelitian ini adalah “Rancang bangun reaktor biofilter modifikasi untuk menurunkan kadar deterjen limbah rumah tangga”

## **B. Identifikasi Masalah**

Keberadaan deterjen saat ini di perairan sudah mengawatirkan . Hal tersebut diakibatkan oleh tingginya kandungan deterjen dalam limbah domestic khususnya di perkotaan. Bahkan penggunaan deterjen di pedesaan juga semakin meningkat dengan tajam. Harga deterjen yang relative murah dan terjangkau oleh masyarakat dengan hasil yang efektif untuk membersihkan/ mencuci pakaian merupakan pertimbangan

sederhana dan mudah bagi masyarakat untuk menggunakan deterjen dalam kehidupan sehari-hari.

Deterjen mempunyai dampak negative yang disebabkan adanya kandungan zat pembentuknya yang sukar terurai keberadaannya di alam. Di alam khususnya di perairan, deterjen dapat menyebabkan pertumbuhan ganggang hijau maupun enceng gondok yang sukar dikendalikan dan dapat menutup perairan sehingga mengganggu kehidupan biota air. Lebih jauh lagi deterjen juga dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia. Kandungan zat kimia deterjen bisa menimbulkan gatal-gatal atau iritasi di kulit. Deterjen yang masuk dalam tubuh manusia yang mengkonsumsi air yang tercemar dapat mengganggu pencernaan manusia, bahkan deterjen merupakan salah satu penyebab penyakit kanker pada manusia.

### **C. Rumusan Masalah**

Bagaimanakah rancang bangun biofilter modifikasi untuk menurunkan kadar deterjen limbah rumah tangga?

### **D. Tujuan Penelitian**

#### **a. Tujuan Umum**

Membuat rancang bangun alat biofilter modifikasi menggunakan media bioball dan karbon aktif menggunakan *pre treatment system* untuk menurunkan kadar deterjen limbah rumah tangga.

#### **b. Tujuan Khusus**

- 1) Membuat rancangan desain alat biofilter chamber
- 2) Melakukan proses seeding untuk pertumbuhan bakteri
- 3) Mengukur kadar deterjen pada limbah cair rumah tangga sebelum dan sesudah proses pengolahan
- 4) Menganalisis hasil eksperimen dan interpretasi hasil penelitian

### **E. Urgensi/Keutamaan Penelitian**

1. Merupakan terobosan baru dalam pengendalian pencemaran lingkungan apabila hasil penelitian ini efektif dapat menurunkan kadar deterjen limbah cair rumah

tangga dikarenakan menggunakan teknologi yang sederhana dan bisa dilakukan oleh masyarakat.

2. Bahan dan peralatan pengolahan mudah diperoleh dan harganya sangat terjangkau.

#### **F. Temuan/Inovasi yang Ditargetkan serta Penerapannya dalam Rangka Menunjang Pembangunan dan Pengembangan Ilmu Pengetahuan**

Apabila penelitian ini berhasil dapat menurunkan secara efektif kandungan deterjen dan zat organik lain misalnya BOD dan COD dalam limbah rumah tangga, maka teknologi sederhana ini dapat diterapkan di masyarakat untuk menekan sekecil mungkin pencemaran yang diakibatkan oleh limbah deterjen dan zat organik lainnya di badan air yang saat ini merupakan pencemar yang sangat mengkuatirkan terhadap kualitas lingkungan.

Peralatan yang terdiri dari bak reaktor dengan media bioball dan karbon aktif yang didahului dengan proses *pre treatment* berupa koagulasi, flokulasi dan sedimentasi tidak sulit untuk diterapkan implementasinya di masyarakat. Bahan-bahan untuk melakukan *pre treatment* dan bahan untuk pembuatan alat yang sederhana dan mudah diperoleh memiliki potensi yang baik untuk bisa diterapkan di masyarakat mengikuti teknologi ini. Penerapan dapat dilakukan secara personal pada tiap tiap rumah tangga maupun secara komunal yang merupakan kumpulan dari beberapa rumah tangga. Dengan menghitung debit limbah rumah tangga maka akan ditemukan dimensi bak pengolahan yang akan dibuat. Bak pengolahan terdiri dari dua buah, yang pertama untuk proses sedimentasi dan bak yang kedua untuk bak reaktor berisi bioball dan arang aktif.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **A. Pengertian Deterjen**

Deterjen adalah campuran berbagai bahan, yang digunakan untuk membantu pembersihan dan terbuat dari bahan-bahan turunan minyak bumi. Deterjen memiliki

banyak keunggulan, diantaranya dapat memiliki daya cuci yang lebih baik bila dibandingkan dengan sabun (Rudi dkk., 2004).

## **B. Bahan Kimia Penyusun Deterjen**

### 1) Surfaktan

Surfaktan (surface active agent) merupakan zat aktif permukaan yang mempunyai ujung berbeda yaitu hidrofil (suka air) dan hidrofob (suka lemak). Surfaktan merupakan zat aktif permukaan yang termasuk bahan kimia organik. Ia memiliki rantai kimia yang sulit didegradasi (diuraikan) alam. Bahan aktif ini berfungsi menurunkan tegangan permukaan air sehingga dapat melepaskan kotoran yang menempel pada permukaan bahan, atau istilah teknisnya, ia berfungsi sebagai emulsifier, bahan pengemulsi. Zat kimia ini bersifat toksik (beracun) bila dihirup, diserap melalui kulit atau termakan. Contoh surfaktan yang umum digunakan adalah Linear alkyl benzene sulfonate (LAS). Zat kimia ini juga merupakan zat karsinogenik. Namun LAS relatif mudah didegradasi secara biologi. LAS bisa terdegradasi sampai 90 persen. Menurut penelitian, alam membutuhkan waktu sembilan hari untuk mengurai LAS mencapai sampai 50 persen.

#### a. Builder

Builder (pembentuk) berfungsi meningkatkan efisiensi pencuci dari surfaktan dengan cara menon-aktifkan mineral penyebab kesadahan air. Beberapa contoh builder yang banyak digunakan antara lain:

##### 1) Zeolit ( $\text{Na}_2\text{O}_x \cdot \text{Al}_2\text{O}_3y \cdot \text{SiO}_2z \cdot \text{pH}_2\text{O}$ ).

Zeolit berfungsi sebagai builder penukar ion. Zeolit yang banyak digunakan adalah zeolit tipe A. Ion natrium akan dilepaskan oleh kristal zeolit dan digantikan dengan ion kalsium dari air sadah. Hal ini akan menyebabkan penurunan kesadahan dari air pencuci.

##### 2) Clay.

Clay, seperti kaolin, montmorilonit, dan bentonit juga dapat digunakan sebagai builder. Natrium bentonit, misalnya dapat melunakkan air akibat kemampuannya menyerap ion kalsium. Namun, clay dipertimbangkan sebagai bahan yang memiliki efektivitas pelunakkan air yang lebih rendah

dibandingkan zeolit tipe A. Penggunaan clay sebagai builder juga memiliki nilai tambah lain. Clay montmorilonit, misalnya, dapat berfungsi sebagai komponen pelembut. Komponen ini akan diserap dan difilter ke dalam pakaian selama proses pencucian dan pembilasan.

3) Nitritotriacetic acid.

Senyawa  $N(CH_2COOH)_3$  atau biasa disebut NTA ini, merupakan salah satu builder yang kuat. Senyawa ini merupakan tipe builder organik. Namun, penggunaannya memiliki efek samping pada kesehatan dan lingkungan.

4) Garam netral.

Natrium sulfat dan natrium klorida merupakan garam-garam netral yang dapat digunakan sebagai builder. Selain itu, senyawa-senyawa ini juga dipertimbangkan sebagai filler yang dapat mengatur berat jenis deterjen. Natrium sulfat juga dapat menurunkan *Critical Micelle Concentration* (CMC) dari surfaktan organik sehingga konsentrasi pencucian efektif dapat tercapai.

b. Filler

Filler (pengisi) adalah bahan tambahan deterjen yang tidak mempunyai kemampuan meningkatkan daya cuci, tetapi menambah kuantitas. Contoh Sodium sulfat.

c. Aditif

Aditif 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 : Enzim, Boraks, Sodium klorida, *Carboxy Methyl Cellulose* (CMC). Beberapa aditif organik yang dapat digunakan dalam deterjen adalah:

- 1) Na-CMC. *Natrium Carboxyl Methyl Cellulose* sebagai aditif berfungsi sebagai agen anti-redeposisi yang paling umum digunakan pada kain katun. Namun, senyawa ini tidak berfungsi baik pada serat sintetik.

2) *Blueing Agent*.

*Blueing agent* memiliki fungsi untuk memberi kesan biru pada kain putih sehingga kain akan terlihat semakin putih. Selain itu, *blueing agent* juga dapat memberi kesan warna yang lembut.

3) *Fluorescent*.

*Fluorescent* merupakan agen pemutih yang pertama kali dikombinasikan dengan deterjen pada tahun 1940. Agen ini akan menyerap radiasi ultraviolet dan mengemisi sebagian energi radiasi tersebut sebagai sinar-sinar biru yang tampak.

Konsentrasi aditif harus diperhatikan dalam penggunaannya karena jika konsentrasi aditif yang digunakan salah, *fluorescent* tidak akan memberikan efek absorpsi sinar ultraviolet.

4) *Proteolytic enzyme*.

*Proteolytic enzyme* banyak digunakan pada formula deterjen. Tujuan penggunaannya adalah untuk mendegradasi bercak-bercak pada substrat yang dapat didegradasi oleh enzim. Penggunaan aditif ini membutuhkan waktu lebih lama daripada aditif lainnya karena merupakan bioteknologi. Enzim-enzim yang dapat digunakan sebagai aditif antara lain enzim amilase, trigliserida, dan lipase.

5) *Bleaching agent*.

*Bleaching agent* anorganik yang banyak digunakan dalam formula deterjen adalah natrium perborat. Pada temperatur pencucian yang tinggi, sekitar 70-80 derajat Celcius, senyawa ini akan memucatkan (efek *bleaching*) bercak-bercak seperti bercak wine dan buah-buahan secara efektif. Namun, untuk memenuhi syarat lingkungan, sebelum dibuang, air sisa cucian harus didinginkan hingga temperatur di bawah 50 derajat Celsius. *Bleaching agent* organik yang juga dapat digunakan adalah TAED (*Tetra Acetyl Ethylene Diamine*). Senyawa ini efektif digunakan pada temperatur pencucian 50-60 derajat Celcius.

6) *Foam Regulator*.

Foam regulator seperti amin oksida, alkanolamida, dan betain terdapat dalam produk deterjen jika jumlah busa yang banyak diinginkan sehingga aditif ini umumnya ditemui pada cairan pencuci tangan dan sampo.

7) *Organic sequestering.*

Aditif ini berfungsi untuk memisahkan ion logam dari bath deterjen. Beberapa aditif yang berfungsi sebagai organic sequestering adalah EDTA dan nitrilotriacetic acid.

8) Golongan ammonium kuartener (alkyldimetihylbenzyl-ammonium chloride, *diethanolamine/DEA*).

Perlu diketahui, zat kimia ini sering digunakan pada produk pembersih perawatan tubuh untuk menjaga pH (derajat keasaman) formula. Dapat menyebabkan reaksi alergi, iritasi mata, kekeringan, dan toksik jika digunakan dalam waktu lama. Zat karsinogen ini telah dilarang di Eropa tapi masih ditemukan pada formula kosmetik.

9) *Chlorinated trisodium phosphate (chlorinated TSP)*. Zat kimia ini merupakan zat karsinogenik.

10) *Sodium lauryl sulfate (SLS)*. Zat kimia ini dapat mengubah sistem imun (kekebalan) dan menyebabkan kerusakan pada mata, saluran cerna, sistem saraf, paru-paru dan kulit. Umumnya ditemukan pada produk berbusa untuk perawatan tubuh. Mungkin terdaftar sebagai komponen produk semi natural yang diklaim berasal dari minyak kelapa.

11) *Sodium laureth sulfate (SLES)*. Bila dikombinasi dengan bahan lain, zat kimia ini membentuk zat nitrosamin dan mempunyai efek karsinogen pada tubuh. Perlu kehati-hatian terhadap produk semi natural yang diklaim berasal dari minyak kelapa.

### C. Klasifikasi deterjen

Menurut kandungan gugus aktifnya maka Deterjen diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Deterjen jenis keras

Sukar dirusak oleh mikroorganisme meskipun bahan tersebut dibuang akibatnya zat tersebut masih aktif. Jenis inilah yang menyebabkan pencemaran air. Contoh: Alkil Benzena Sulfonat (ABS).

Proses pembuatan ABS ini adalah dengan mereaksikan Alkil Benzena dengan Belerang Trioksida, asam Sulfat pekat atau Oleum. Reaksi ini menghasilkan Alkil Benzena Sulfonat. Jika dipakai Dodekil Benzena maka persamaan reaksinya adalah  $C_{12}H_{25}C_6H_5 + SO_3 = C_{12}H_{25}C_6H_4SO_3H$  (*Dodekil Benzena Sulfonat*). Reaksi selanjutnya adalah netralisasi dengan NaOH sehingga dihasilkan *Natrium Dodekil Benzena Sulfonat*.

## 2. Deterjen jenis lunak

Deterjen jenis lunak, bahan penurun tegangan permukaannya mudah dirusak oleh mikroorganisme, sehingga tidak aktif lagi setelah dipakai. Contoh: Lauril Sulfat atau Lauril Alkil Sulfonat. (LAS).

Proses pembuatan (LAS) adalah dengan mereaksikan Lauril Alkohol dengan asam Sulfat pekat menghasilkan asam Lauril Sulfat dengan reaksi:  $C_{12}H_{25}OH + H_2SO_4 = C_{12}H_{25}OSO_3H + H_2O$ . Asam Lauril Sulfat yang terjadi dinetralisasikan dengan larutan NaOH sehingga dihasilkan *Natrium Lauril Sulfat*. Awalnya deterjen dikenal sebagai pembersih pakaian, namun kini meluas dalam bentuk produk-produk seperti:

- a. *Personal cleaning product*, sebagai produk pembersih diri seperti sampo, sabun cuci tangan, dll.
- b. *Laundry*, sebagai pencuci pakaian, merupakan produk deterjen yang paling populer di masyarakat.
- c. *Dishwashing product*, sebagai pencuci alat-alat rumah tangga baik untuk penggunaan manual maupun mesin pencuci piring.
- d. *Household cleaner*, sebagai pembersih rumah seperti pembersih lantai, pembersih bahan-bahan porselen, plastik, metal, gelas.

Kemampuan deterjen untuk menghilangkan berbagai kotoran yang menempel pada kain atau objek lain, mengurangi keberadaan kuman dan bakteri yang menyebabkan infeksi dan meningkatkan umur pemakaian kain, karpet,

alat-alat rumah tangga dan peralatan rumah lainnya, sudah tidak diragukan lagi. Harus diakui bahwa bahan kimia yang digunakan pada deterjen dapat menimbulkan dampak negatif baik terhadap kesehatan maupun lingkungan. Dua bahan terpenting dari pembentuk deterjen yakni surfaktan dan builders, diidentifikasi mempunyai pengaruh langsung dan tidak langsung terhadap manusia dan lingkungannya.

Pada deterjen anionik ditambahkan zat aditif lain (builder) seperti golongan ammonium kuartener (*alkyldimetihylbenzyl-ammonium chloride*, *diethanolamine* / DEA), *chlorinated trisodium phosphate* (*chlorinated TSP*) dan beberapa jenis surfaktan seperti *sodium lauryl sulfate* (SLS), *sodium laureth sulfate* (SLES) atau *linear alkyl benzene sulfonate* (LAS). Golongan ammonium kuartener dapat membentuk senyawa *nitrosamin*, yang diketahui bersifat karsinogenik, dapat menyebabkan kanker.

Senyawa SLS, SLES atau LAS mudah bereaksi dengan senyawa golongan ammonium kuartener, seperti DEA untuk membentuk *nitrosamin*. SLS diketahui menyebabkan iritasi pada kulit, memperlambat proses penyembuhan dan penyebab katarak pada mata orang dewasa.

Dalam laporan lain disebutkan deterjen dalam badan air dapat merusak insang dan organ pernafasan ikan yang mengakibatkan toleransi ikan terhadap badan air yang kandungan oksigennya rendah / menjadi menurun. Keberadaan busa-busa di permukaan air menjadi salah satu penyebab kontak udara dan air terbatas sehingga menurunkan oksigen terlarut. Dengan demikian akan menyebabkan organisme air kekurangan oksigen dan dapat menyebabkan kematian.

*Builders*, salah satu yang paling banyak dimanfaatkan di dalam deterjen adalah *phosphate*. *Phosphate* memegang peranan penting dalam produk deterjen, sebagai softener air. Bahan ini mampu menurunkan kesadahan air dengan cara mengikat ion kalsium dan magnesium. Berkat aksi softenernya, efektivitas dari daya cuci deterjen meningkat.

*Phosphate* yang biasa dijumpai pada umumnya berbentuk Sodium *Tri Poly Phosphate* (STPP). *Phosphate* tidak memiliki daya racun, bahkan sebaliknya merupakan salah satu nutrisi penting yang dibutuhkan makhluk hidup. Tetapi

dalam jumlah yang terlalu banyak, phosphate dapat menyebabkan pengkayaan unsur hara (*eutrofikasi*) yang berlebihan di badan air, sehingga badan air kekurangan oksigen akibat dari pertumbuhan algae (*phytoplankton*) yang berlebihan yang merupakan makanan bakteri.

Populasi bakteri yang berlebihan akan menggunakan oksigen yang terdapat dalam air sampai suatu saat terjadi kekurangan oksigen di badan air dan pada akhirnya justru membahayakan kehidupan makhluk air dan sekitarnya.

Penggunaan phosphate dalam deterjen telah dilarang. Sebagai alternatif, telah dikembangkan penggunaan *zeolite* dan *citrate* sebagai *builder* dalam deterjen. Deterjen harus mempunyai fungsi jangka pendek (*short term function*) atau daya kerja cepat, mampu bereaksi pada suhu rendah, dampak lingkungan yang rendah dan harga yang terjangkau (Jurado et al, 2006)

Dibandingkan dengan sabun, deterjen mempunyai keunggulan antara lain mempunyai daya cuci yang lebih baik serta tidak terpengaruh oleh kesadahan air. Pada umumnya Deterjen bersifat *surfaktan anionik* yang berasal dari derivat minyak nabati atau minyak bumi (Chantraine F et al, 2009).

Selain memberi manfaat dalam kebutuhan sehari – hari, deterjen juga memberikan dampak negatif bagi manusia dan lingkungan. Surfaktan yang merupakan bahan utama deterjen dapat menyebabkan permukaan kulit kasar, hilangnya kelembaban alami yang ada pada permukaan kulit dan meningkatkan permeabilitas permukaan luar. Toleransi kontak kulit manusia terhadap bahan kimia dengan kandungan 1% LAS dan AOS (*Alpha Olien Sulfonate*) dapat mengakibatkan iritasi sedang pada kulit seperti kulit terasa kasar dan bersisik. Surfaktan yang menumpuk dalam tubuh, dapat menyebabkan kanker bila air yang tercemar deterjen tersebut dikonsumsi. Selain mengandung surfaktan, deterjen juga mengandung fosfat. Jika dilingkungan terdapat dalam jumlah banyak menyebabkan pengayaan unsur hara (*eutrophication*) di badan air, ditandai dengan adanya ledakan pertumbuhan algae dan eceng gondok yang secara tidak langsung dapat membahayakan biota air dan lingkungan (Padmaningrum, R.T.,dkk , 2014).

#### **D. Biofilter**

Biofilter adalah teknologi pengolahan air limbah yang memanfaatkan pertumbuhan mikroorganisme melekat pada suatu media membentuk suatu lapisan biofilm. Penggunaan reaktor biofilter memiliki beberapa keuntungan, yaitu pengoperasiannya mudah karena tidak diperlukan sirkulasi lumpur, lumpur yang dihasilkan relatif kecil sekitar 10-30% dari BOD yang dihilangkan, dapat digunakan untuk pengolahan air limbah dengan konsentrasi rendah maupun tinggi, tahan terhadap fluktuasi jumlah air limbah maupun fluktuasi konsentrasi dan pengaruh suhu terhadap efisiensi pengolahan kecil (Switarto, dkk, 2012; Rakhmawati, dkk, 2012).

Media biofilter yang digunakan secara umum dapat berupa bahan material organik atau bahan material anorganik. Untuk media biofilter dari bahan organik contohnya, dalam bentuk tali, bentuk jaring, bentuk butiran tak teratur (*random packing*), bentuk papan (*plate*), bentuk sarang tawon, dan lain-lain. Sedangkan media dari bahan anorganik contohnya, batu pecah (*split*), kerikil, batu marmer, batu tembikar, dan lain-lain. Biasanya untuk media biofilter dari bahan anorganik, semakin kecil diameternya luas permukaannya semakin besar, sehingga jumlah mikroorganisme yang dapat dibiakkan juga menjadi besar pula, tetapi volume rongga menjadi lebih kecil. (Said, 2008)

Untuk media biofilter dari bahan organik banyak yang dibuat dengan cara dicetak dari bahan tahan karat dan ringan misalnya PVC (*PolyVinilChloride*) dan lainnya, dengan luas permukaan spesifik yang besar dan volume rongga (*porositas*) yang besar, sehingga dapat melekatkan mikroorganisme dalam jumlah yang besar dengan resiko tersumbat yang sangat kecil. Dengan demikian memungkinkan untuk pengolahan air limbah dengan konsentrasi yang tinggi serta efisiensi pengolahan yang cukup besar. (Herlambang & Marsidi, 2003)

#### Hal yang Perlu Diperhatikan dalam Pemilihan Media Biofilter

Berikut beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan media biofilter (Said, 2008) :

1. Mempunyai luas permukaan spesifik besar

Luas permukaan spesifik adalah ukuran seberapa luas area yang aktif secara biologis tiap satuan volume media. Luas permukaan spesifik merupakan

variabel penting yang mempengaruhi biaya reaktor biofilter dan mekanisme penunjangnya. Apabila media A mempunyai luas permukaan per unit volume dua kali lipat dari media B memerlukan volume reaktor dua kali lipat lebih besar untuk dapat melakukan tugas yang sama yang dilakukan media A.

Semakin besar luas permukaan per satuan volume media maka jumlah mikroorganisme yang tumbuh dan menempel pada permukaan media makin banyak sehingga efisiensi pengolahan media menjadi lebih besar, selain itu volume reaktor yang diperlukan menjadi lebih kecil dan biaya juga lebih kecil.

2. Mempunyai fraksi volume rongga tinggi

Fraksi volume rongga adalah prosentasi ruang atau volume terbuka dalam media. Fraksi volume rongga tinggi akan membuat aliran air atau udara bebas tidak terhalang.

3. Diameter celah bebas besar

Ukuran paling besar yang dapat melewati media adalah diameter celah bebas.

4. Tahan terhadap penyumbatan

Penyumbatan pada biofilter disebabkan oleh pertumbuhan biomassa dan menjembatani ruangan dalam media. Penyebab lain adalah ketidakseragaman volume rongga dari media. Apabila sebagian media memiliki volume rongga yang lebih kecil dari yang lainnya maka dapat menyebabkan terjadinya penyumbatan sebagian didalam media. Dan media yang lebih padat dapat terjadi penyumbatan. Hal ini dapat menurunkan kinerja biofilter.

5. Dibuat dari bahan inert

Media biofilter sebaiknya terbuat dari bahan yang tidak korosif, tahan terhadap pembusukan dan perusakan secara kimia.

6. Harga per unit luas permukaannya murah

Sedapat mungkin memilih media biofilter yang memiliki harga per unit satuan permukaan yang lebih murah.

7. Mempunyai kekuatan mekanik yang baik

Media biofilter dengan kekuatan mekanik yang baik memiliki stabilitas bentuk baik, keperluan penyangga bejana atau reaktor dan lebih tahan lama. Sehingga dapat memudahkan dalam keperluan pemeliharaan media biofilter.

8. Ringan

Semakin berat media, maka akan memerlukan penyangga dan bejana atau reaktor yang lebih kuat dan lebih mahal. Semakin ringan media biofilter yang digunakan, biaya yang digunakan untuk konstruksi reaktor menjadi lebih rendah.

#### 9. Fleksibilitas

Media yang digunakan harus disesuaikan dengan bentuk reaktor dan mudah masuk ke dalam reaktor.

#### 10. Pemeliharaan mudah

Media biofilter yang baik yaitu mudah dalam pemeliharaannya. Mudah dipindahkan dan dibersihkan.

#### 11. Kebutuhan energi kecil

Proses biofilter mengkonsumsi energi secara tidak langsung. Energi diperlukan untuk mengalirkan air dan menyuplai oksigen kepada bakteri.

#### 12. Reduksi cahaya

Bakteri nitrifikasi sensitif terhadap cahaya. Oleh karena itu biofilter yang digunakan untuk pengilangan senyawa nitrogen, sebaiknya menggunakan media yang berwarna gelap dan bentuknya harus dapat menghalangi cahaya masuk ke dalam media.

#### 13. Sifat kebasahan

Media biofilter sebagai tempat menempel dan berkembangbiaknya bakteri pada permukaan media, maka permukaan media harus bersifat *hidrophilic* (suka air).

Menurut Said (2014), efektifitas suatu media tergantung pada :

- a. Luas Permukaan, semakin luas permukaan media semakin besar jumlah biomassa per unit volume
- b. Volume rongga, semakin besar volume rongga / runag kosong maka semakin besar kontak antara substrat dalam air buangan dengan biomassa yang menempel

#### Jenis Media Biofilter

Media biofilter yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut

:

a. Pecahan Genteng



Gambar 2.1 Pecahan Genteng

Pecahan genteng dapat digunakan sebagai media biofilter. Pecahan genteng merupakan salah satu contoh dari media kerikil atau batu pecah yang termasuk media biofilter berbahan organik. Pecahan genteng bersifat inert dan memiliki sifat kebasahan yang baik. (Said, 2006)

b. Batu Apung



Gambar 2.2. Batu Apung

Batu apung (*Pumice*) merupakan batuan yang mengandung banyak mineral silikat dan pori – pori yang berukuran mikro yang sangat baik dalam proses penyerapan limbah cair (Wibowo, dkk, 2013). Batu apung berwarna putih abu – abu, kekuningan sampai merah, berlubang dan tidak begitu menghisap air. Sifat fisik batu apung antara lain berwarna terang, peresapan air 16,67%, gravitasi spesifik 0,8 gr/ cm<sup>3</sup>.

Batu apung dapat dimanfaatkan dalam sektor industri dan konstruksi. Dalam sektor konstruksi dapat digunakan dalam pembuatan agregat ringan dan beton. Sedangkan dalam sektor industri, salah satunya dapat dimanfaatkan sebagai media filtrasi. Media filtrasi menggunakan batu

apung karena luas area permukaan yang besar serta berpori banyak (Ridwan, Agus Supriadi, dkk , 2010).

c. *Bioball*



Gambar 2.3. *Bioball*

*Bioball* merupakan bahan sintetis yang banyak digunakan sebagai filter. Alasan *bioball* digunakan sebagai media filtrasi adalah ringan, mudah dicuci ulang, dan memiliki luas permukaan spesifik yang paling besar di bandingkan dengan jenis media biofilter lainnya, yaitu sebesar 200 – 240 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>. Selain itu *Bioball* dipilih sebagai media filtrasi karena berfungsi sebagai tempat hidup bakteri – bakteri yang diperlukan untuk menjaga kualitas air (Yan, dkk,2012).

d. Media Sarang Tawon



Gambar 2.4. Media Sarang Tawon

Media sarang tawon juga dapat disebut sebagai biofilter *honeycomb*. Media sarang tawon terbentuk dari lembaran – lembaran PVC (*Poly Vinyl Chlorida*) bergelombang yang disambung membentuk blok segi-empat

dengan kemiringan 60 derajat yang direkat secara bersilangan sehingga memiliki jenis aliran *cross flow*. Penggunaan media sarang tawon dapat meningkatkan waktu retensi kontak dengan air limbah dengan biomassa serta sangat baik untuk sistem anaerob dan aerob (Madani, 2013).

## **E. Faktor yang Mempengaruhi Proses *Seeding* pada Media Biofilter**

### **1. pH**

pH adalah tingkat keasaman atau kebasaan suatu benda diukur dengan skala pH antara 0 hingga 14. Dalam proses pengolahan limbah cair secara biologis, pH berpengaruh dalam pertumbuhan bakteri. Nilai pH merupakan faktor kunci bagi pertumbuhan mikroorganisme. Beberapa bakteri dapat hidup diatas 9,5 dan dibawah 4,0. Secara umum pH optimum bagi pertumbuhan mikroorganisme adalah sekitar 6,5 – 7,5. (Muliartha, I Ketut, 2004)

### **2. Suhu**

Suhu merupakan faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan metabolisme mikroorganisme. Suhu yang dikehendaki mikroorganisme untuk tumbuh berbeda – beda. Berdasarkan suhu optimumnya, bakteri dibedakan menjadi tiga kelompok antara lain :

#### **a. Bakteri Psikrofil**

Bakteri ini dapat tumbuh pada suhu 0 – 30°C dengan suhu optimum 15 °C. Contoh bakteri psikrofil adalah *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Flavobacterium* dan lain sebagainya.

#### **b. Bakteri Mesofil**

Bakteri ini dapat tumbuh pada suhu 25 - 37 °C dengan suhu optimum 32 °C. Pada umumnya jenis bakteri ini hidup didalam alat pencernaan. Semua bakteri yang bersifat patogen merupakan bakteri jenis mesofil.

#### **c. Bakteri Termofil**

Bakteri ini dapat tumbuh lebih dari 40 °C . temperatur optimumnya 55 – 60 °C . bakteri ini dijumpai pada sumber – sumber air panas, kawah

gunung api, geiser. Contoh bakteri ini adalah *Sulfolobus*, *Thermus aquaticus*, dan lain – lain.

### **BAB III METODE PENELITIAN**

#### **A. Jenis Penelitian**

Jenis penelitian ini adalah *Pra Experiment (Pre eksperimental design)* yang data – datanya diperoleh dengan jalan melakukan percobaan. Hal ini bertujuan untuk mengetahui suatu gejala atau pengaruh yang timbul, sebagai akibat dari adanya perlakuan tertentu. Rancangan ini tidak menggunakan pembanding (kontrol), tetapi menggunakan observasi pertama (*pre test*) kemudian menguji perubahan-perubahan yang terjadi setelah adanya eksperimen.

Bentuk rancangan ini dapat ditunjukkan sebagai berikut :

Pre test	Perlakuan	Posttest
O1.....	X	..... O2

#### **B. Lokasi dan Waktu Penelitian**

##### **1. Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian dilakukan di bengkel kerja / *workshop* Jurusan Kesehatan Lingkungan Surabaya. Sedangkan untuk pemeriksaan kadar deterjen dilakukan di Laboratorium Terpadu Poltekkes Kemenkes Surabaya.

##### **2. Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilakukan pada bulan April sampai dengan Oktober tahun 2018, dengan perincian kegiatan sebagai berikut:

Tabel III.1 Jadwal Waktu Penelitian

No.	Rincian Kegiatan	W A K T U							
		Mar	Apr	Mey	Jun	Juli	Agus	Sep	Okt
1.	Pembuatan Reaktor								
2.	Percobaan Pendahuluan								
3.	Proses <i>Seeding</i>								
4.	Laporan tengah								
5.	Percobaan Penelitian								
6.	Pemeriksaan Hasil di Laboratorium								
7.	Analisis Hasil								
8.	Interpretasi Hasil								
9.	Laporan akhir								
10.	Penyerahan Laporan Penelitian								

### C. Sampel Penelitian:

Sampel penelitian ini adalah larutan deterjen jenuh yang dibuat dari salah satu merk deterjen di pasaran. Tujuan dari pembuatan sampel deterjen agar bisa dikendalikan sehingga sampel tidak dipengaruhi oleh variabel pengganggu. Variabel pengganggu yang dimaksud misalnya kandungan deterjen yang bervariasi dari beberapa merk, suhu, dan cuaca, apabila sampel diambil dari limbah rumah tangga.

### D. Variabel Penelitian:

- a. Pre treatment (proses koagulasi, flokulasi, dan sedimentasi pada bak sedimentasi) dan reaktor biofilter yang berisi media bioball, dan karbon aktif.
- b. Penurunan kadar deterjen air sampel.

### E. Definisi Operasional:

Tabel III.2 Definisi Operasional

No.	Variabel	Definisi operasional	Skala
1.	Biofilter reaktor	Rangkaian bak yang terdiri dari bak pre treatment dan bak berisi biofilter	nominal
2.	Bak Biofilter ( <i>biofilter chamber</i> )	Bak yang berisi media filter yang digunakan untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan bakteri, berupa	nominal

		bioball yang dimodifikasi dengan karbon aktif	
3.	Bak <i>Pre Treatment</i>	Bak yang difungsikan untuk mengendapkan deterjen air sampel dengan proses koagulasi, flokulasi dan sedimentasi menggunakan bahan cairan tawas jenuh	Nominal
4.	Kadar Deterjen	Kadar deterjen limbah cair sebelum dan sesudah melewati pengolahan - Memenuhi Syarat, bila kadar $\leq 3$ mg/L. - Tidak Memenuhi Syarat, bila kadar $> 3$ mg/L (Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013)	Nominal

#### F. Penentuan Jumlah Ulangan (Replikasi) Sampel Penelitian:

Penentuan jumlah ulangan mengikuti rumus penentuan replikasi, yang dihitung dengan rumus Federer (1963) dalam penelitian Dwijayanti (2001) sebagai berikut:

$$(t - 1) (r - 1) \geq 15$$

$$(2 - 1) (r - 1) \geq 15$$

$$1 (r - 1) \geq 15$$

$$r - 1 \geq 15$$

$$r \geq 16$$

Keterangan :

r = banyak replikasi atau ulangan

t = banyak perlakuan

Dalam penelitian ini banyak perlakuan (t) adalah 2 (dua), yaitu :

- a. Bak Sedimentasi dengan proses flokulasi dan sedimentasi menggunakan cairan tawas jenuh, sebanyak 16 kali (sampel)
- b. Media biofilter *bioball* dipadukan karbon aktif dengan replikasi sebanyak 16 kali.

Jumlah sampel yang diambil dari 2 (dua) reaktor adalah 32 sampel ditambahkan 3 sampel sebelum pengolahan, maka total sampel yang diambil dalam penelitian ini sebanyak 35 sampel.

### **G. Prosedur Kerja Eksperimen:**

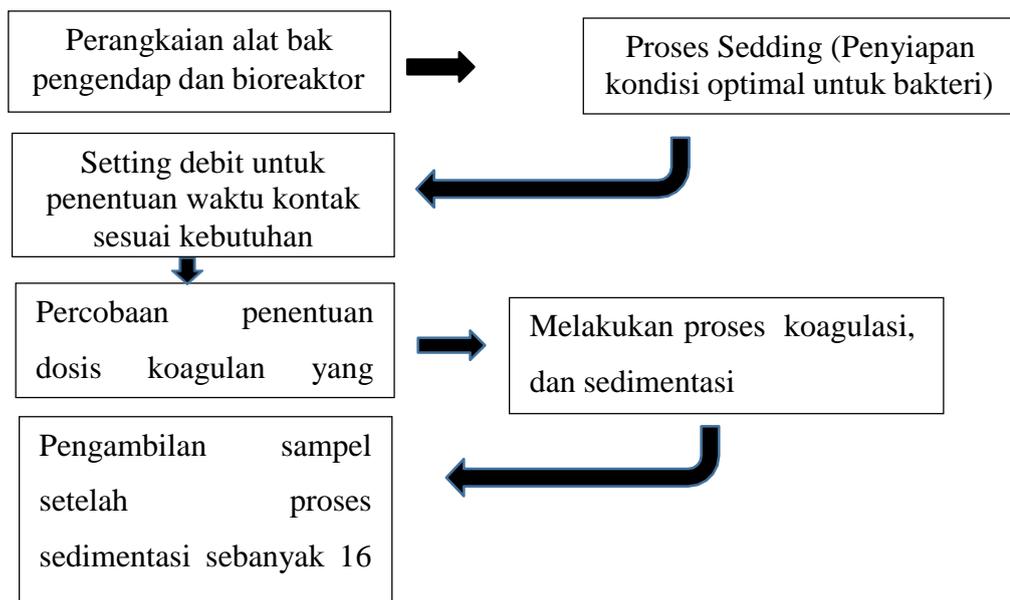
1. Penyiapan alat & bahan untuk rancang bangun alat:
  - a. Penyiapan bahan bak *pre treatment*
    - 1) Drum plastic volume 20 liter
    - 2) Pipa PVC diameter 0,5 inchi
    - 3) Kran 0.5 inchi
    - 4) *Knee* PVC 0.5 inchi
  - b. Penyiapan bahan bak *bioreactor*:
    - 1) Kaca, ketebalan 5 mm, panjang x lebar = 40 x 60 cm
    - 2) Lem kaca
  - c. Media :
    - 1) Bioball
    - 2) Arang aktif
    - 3) Tawas (untuk koagulan)
2. Prosedur Kerja Percobaan
  - a. Merangkai alat percobaan yang terdiri dari bak koagulasi dan sedimentasi dengan reactor biofilter sebagaimana gambar desain di atas.
  - b. Melakukan tes percobaan untuk mendapatkan waktu kontak air dengan alat reactor biofilter. Diharapkan waktu kontak yang diperoleh selama 6 jam dengan mengatur debit aliran.
  - c. Proses *Seeding*

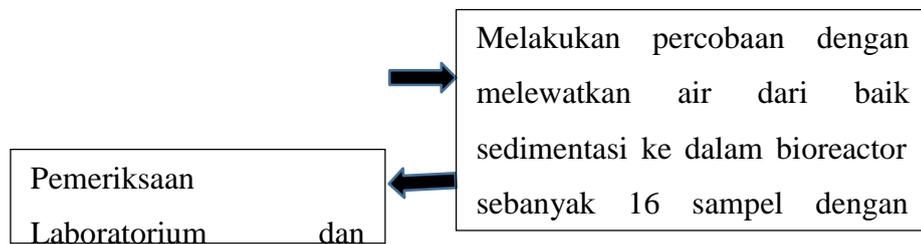
Proses *seeding* merupakan proses pengkondisian bakteri pada bak media biofilter yang dilakukan selama 2 minggu terus menerus dengan mengatur pH dan suhu yang optimum untuk pertumbuhan bakteri yang akan digunakan untuk penguraian deterjen. Air yang digunakan adalah air sampel sebagaimana sumber air sampel yang akan diolah dalam penelitian ini.

pH yang optimum untuk pertumbuhan bakteri sekitar 6.5 – 7.5, sedangkan suhu optimum yang dibutuhkan adalah 29°C – 37°C. Diharapkan bakteri yang digunakan untuk percobaan ini dalam kondisi optimum sehingga hasil penguraiannya juga optimum. Untuk menjaga nutrient bakteri, maka air sampel harus diganti satu minggu sekali.

- d. Melakukan percobaan untuk penentuan dosis koagulan (menggunakan cairan tawas jenuh) untuk memperoleh dosis koagulan optimum sehingga pengendapan dapat dilakukan secara optimum.
- e. Melakukan *pre treatment* air sampel dengan proses koagulasi, flokulasi dan sedimentasi selama 2 jam, kemudian melakukan pengambilan sampel sebanyak 16 kali dengan selang waktu 15 menit.
- f. Melakukan eksperimen menggunakan bak reaktor biofilter dengan media bioball untuk mengetahui penurunan kadar deterjen air sampel. Waktu kontak sampel dengan reactor biofilter selama  $\pm 4$  jam. Jadi total waktu percobaan yang diperlukan selama 10 jam. Dengan jumlah sampel sebanyak 35 sampel (termasuk 3 sampel yang diambil sebelum *treatment*), maka selang waktu yang digunakan antar sampel selama  $\pm 15$  menit.
- g. Pemberian etiket/label pada botol sampel
- h. Pemeriksaan laboratorium terhadap hasil penelitian yaitu kadar deterjen

### 3. Diagram alir Penelitian





Gambar 3.1. Diagram alir penelitian

## H. Analisis Hasil Penelitian

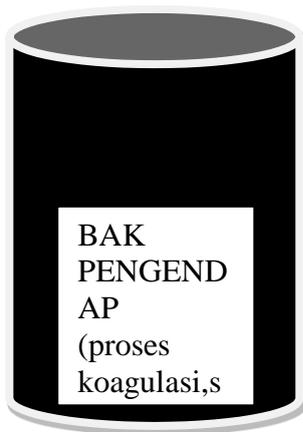
Untuk menguji perbedaan sebelum dan sesudah proses pengolahan, pengolahan dan penyajian data dilakukan secara diskriptif dari hasil pengamatan yang didapatkan pada saat pelaksanaan eksperimen. Kemudian digambarkan dalam bentuk tabel hasil pemeriksaan laboratorium. Untuk melihat efektifitas hasil pemeriksaan dibandingkan dan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya..

## BAB IV HASIL PENELITIAN

### A. Desain Rancang Bangun Reaktor Biofilter Modifikasi

Dalam penelitian ini yang digunakan sampel penelitian adalah larutan deterjen jenuh yang dibuat dari salah satu merk deterjen yang terkenal di pasaran. Hasil rancangan desain alat pada penelitian ini terdiri dari bak koagulasi dan bak reaktor biofilter yang terdiri dari media bioball dan arang aktif. Secara lebih terperinci mengenai ukuran dan konstruksi desain alat, dapat dilihat pada gambar berikut:

Gambar 4.1 Desain Rancang Bangun Alat Eksperimen



GAMBAR 4.2. BIOFILTER REAKTOR PENGOLAHAN LIMBAH DETERJEN

Sebelum percobaan dilakukan peneliti melakukan pengaturan debit aliran selama 6 jam waktu kontak dengan mengatur debit. Kemudian dilakukan proses pengkondisian bakteri (*Seeding*) pada bak media biofilter selama 2 minggu agar diperoleh pertumbuhan guna penguraian deterjen.

## B. Proses *Seeding* (Pengkondisian bakteri pengurai) Pada Biofilter

### a. pH.

Pada proses ini pH yang optimum untuk pertumbuhan bakteri dijaga agar selalu berada pada pH antara 6,5 – 7,5. Pada proses *seeding* pH terukur sebesar rata-rata 7,3

### b. Suhu.

Selama proses *seeding* suhu pada reactor biofilter dijaga pada suhu 25<sup>0</sup> sampai dengan 37<sup>0</sup>C untuk memperoleh suhu optimum untuk pertumbuhan bakteri. Tempat pelaksanaan *seeding* dilakukan di Bengkel Workshop Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Surabaya. Suhu yang diukur setiap harinya menunjukkan kisaran 30 – 32 derajat Celsius.

## C. Hasil Pemeriksaan Laboratorium Terhadap Kadar Deterjen

Eksperimen dilakukan dari tanggal 29 Agustus sampai dengan tanggal 13 September 2018, dengan menggunakan bahan koagulan tawas 0,25 mg/l serta kecepatan aliran 200 ml/menit. Berdasarkan hasil eksperimen diperoleh hasil sebagaimana diuraikan sebagai berikut:

Sebelum sampel masuk ke dalam bak pertama (koagulan & flokulasi) maka diambil sebanyak 3 sampel, yang di beri label C1, C2, dan C3. Hasil pemeriksaan kadar deterjen terhadap tiga botol sampel sebelum perlakuan adalah sebagai berikut :

Tabel IV.1 Kadar Deterjen Sebelum Perlakuan

NO	KODE	KADAR	KET
1	C1	14,86	SEBELUM PERLAKUAN
2	C2	15,02	SEBELUM PERLAKUAN
3	C3	14,19	SEBELUM PERLAKUAN

Dari tabel tersebut di atas dapat dilihat bahwa kandungan kadar deterjen sampel rata-rata sebesar 14,69 mg/L.

Setelah diolah melalui bak pertama yaitu koagulan dan flokulasi maka diambil sebanyak 16 sampel dengan interval waktu 15 menit. Hasil pemeriksaan kadar deterjen setelah melalui pengolahan bak pertama ini, hasil pemeriksaan kadar deterjen seperti pada tabel di bawah ini.

Tabel IV.2 Kadar Deterjen Setelah Melalui Bak Koagulan

NO	KODE	KADAR	KET
1	A1	3,6	BAK REAKTOR 1
2	A2	3,32	
3	A3	2,81	
4	A4	2,62	

NO	KODE	KADAR	KET
5	A5	2,15	
6	A6	1,62	
7	A7	1,12	
8	A8	0,98	
9	A9	0,81	
10	A10	0,74	
11	A11	0,69	
12	A12	0,63	
13	A13	0,58	
14	A14	0,51	
15	A15	0,5	
16	A16	0,48	

Dari tabel tersebut di atas dapat diuraikan bahwa terdapat penurunan kadar deterjen dari awal pengambilan hingga akhir pengambilan.

Sampel deterjen setelah diolah melalui bak kedua yaitu bak bioball dan arang aktif diambil sebanyak 16 sampel. Hasil pemeriksaan kadar deterjen setelah melalui pengolahan bak pertama dan kedua ini seperti pada tabel berikut ini.

Tabel IV.3 Kadar Deterjen Setelah Melalui Bak Biofilter

NO	KODE	KADAR	KET
----	------	-------	-----

			BAK REAKTOR 2
1	B1	2,31	
2	B2	2,01	
3	B3	1,82	
4	B4	1,38	
5	B5	1,05	
6	B6	0,71	
7	B7	0,69	
8	B8	0,63	
9	B9	0,51	
10	B10	0,51	
11	B11	0,43	
12	B12	0,41	
13	B13	0,38	
14	B14	0,35	
15	B15	0,33	
16	B16	0,31	

Dari tabel tersebut di atas dapat dilihat bahwa terdapat penurunan kadar deterjen dari awal pengambilan hingga akhir perlakuan.

Perbandingan hasil pemeriksaan dari sebelum pengolahan menggunakan bak reaktor biofilter hingga melalui kedua bak pengolahan bisa dilihat pada tabel berikut :

Tabel IV.4 Hasil Pemeriksaan Laboratorium Limbah Deterjen Sebelum Pengolahan dan Sesudah Pengolahan.

NO	KADAR DETERJEN SEBELUM PENGOLAHAN	KADAR DETERJEN SETELAH PENGOLAHAN	
		BAK PERTAMA	BAK KEDUA
1	14,86	3,60	2,31
2	15,02	3,32	2,01
3	14,19	2,81	1,82
4		2,62	1,38
5		2,15	1,05
6		1,62	0,71
7		1,12	0,69
8		0,98	0,63
9		0,81	0,51
10		0,74	0,51
11		0,69	0,43
12		0,63	0,41
13		0,58	0,38
14		0,51	0,35
15		0,50	0,33
16		0,48	0,31

Dari tabel tersebut di atas dapat disimpulkan bahwa terdapat penurunan kadar deterjen yang signifikan sebelum dan setelah perlakuan. Demikian juga terdapat penurunan kadar deterjen dari hasil pengolahan bak pertama dan hasil pengolahan bak kedua disetiap jam pengambilan.

Rata-rata penurunan kadar deterjen dari sebelum pengolahan dan setelah pengolahan bak pertama yaitu sebesar 93,9%, sedangkan dari sebelum pengolahan dan setelah pengolahan kadar deterjen rata-rata turun sebesar 94,1%.

Tabel IV.5 Hasil Pemeriksaan Kadar Deterjen

PARAMATER	SATUAN	HASIL PEMERIKSAAN	BAKU MUTU
Deterjen	mg/L	14,56	3

Pada tabel IV.5 di atas menunjukkan bahwa kandungan deterjen pada sampel sebesar 14,56 sedangkan baku mutu deterjen berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 sebesar 3 mg/L.

Eksperimen pada penelitian ini menggunakan koagulan tawas sebesar 0,25 mg/L dengan debit 200 ml/L. Setelah melalui penyaringan dua bak yaitu bak koagulan dan bak filtrasi didapatkan hasil penurunan sebesar 94,1% dari kadar awal 14,56 mg/L turn menjadi 0,86 mg/L. Sedangkan standar baku mutu air limbah kadar deterjen menurut Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 yaitu 3 mg/L. Maka hasil yang diperoleh setelah melalui proses pengolahan sudah dapat dinyatakan memenuhi syarat. Hasil persentase penurunan kadar deterjen dari percobaan menggunakan alat Reaktor Biofilter pada penelitian ini bisa di lihat pada tabel di bawah ini.

Tabel IV.6 Hasil Pemeriksaan Kadar Deterjen Sebelum dan Setelah Proses Koagulasi dan Filtrasi

Hasil Pemeriksaan Deterjen mg/L		Selisih Penurunan	Persentase Penurunan (%)	Ket.
Sebelum	Sesudah			
14,56	0,86	13,7	94,1	Batas maksimum kadar deterjen adalah 3 mg/L

## BAB V PEMBAHASAN

### A. Desain Alat.

Pada pembahasan ini akan diuraikan sesuai dengan tujuan penelitian ini yaitu membuat rancang bangun alat biofilter menggunakan media bioball dan karbon aktif untuk menurunkan kadar deterjen. Limbah deterjen dalam kehidupan sehari-hari diakibatkan oleh kehidupan modern yang serba ingin praktis dan efisien. Kondisi tersebut mengakibatkan maraknya usaha pencucian baju (*laundry*). Perkembangan usaha *laundry* ini memicu air limbah domestik yang mengandung deterjen dengan konsentrasi tinggi hingga mencemari air permukaan.

Parameter yang terukur pada penelitian ini adalah deterjen anionik, dengan menggunakan metode *Metylene BluActive Substances* (MBAS). Kinerja Bioreaktor dilihat dengan efisiensi penurunan kandungan deterjen.

Rancangan bak pengolah deterjen yang dimodifikasi dengan menggunakan 2 (dua) bak. Bak pertama merupakan bak pengendap. Bak ini berfungsi untuk proses koagulasi, flokulasi dan sedimentasi. Kemudian Bak kedua merupakan bak biofilter yang berisi media bioball diameter 3.5 cm dan lapisan arang aktif.

Penelitian ini merupakan hasil modifikasi konstruksi pengolahan limbah domestik pada penelitian sebelumnya dengan menambahkan bak koagulasi sebelum dilewatkan biofilter yang berisi media bioball dan arang aktif. Penambahan bak pengendap dengan proses koagulasi, flokulasi, dan sedimentasi yang disambungkan dengan bak biofilter dengan media bioball dan arang aktif tersebut telah terbukti sangat efektif untuk menurunkan kadar deterjen dalam air sampel. Hasil akhir pengolahan dengan konstruksi yang sudah dimodifikasi tersebut dapat menurunkan hingga 94.1 %.

Proses koagulasi dapat mengikat kadar deterjen bersama zat organik lainnya yang bermuatan negative, kemudian secara perlahan akan membentuk flok-flok dalam ukuran yang lebih besar. Dengan berat jenis yang lebih besar tersebut maka flok akan mengendap sehingga kadar deterjen akan menurun bersama-sama dengan zat organik lainnya.

Penurunan yang terjadi pada bak pengendap dilanjutkan dengan proses penurunan deterjen pada bak biofilter. Sebelum proses pengolahan dilakukan proses seeding yang bertujuan untuk mengkondisikan bakteri pada media bioball tumbuh subur sehingga proses penurunan pada biofilter akan lebih baik.

## **B. Proses Seeding**

Tahap *seeding* dilakukan untuk menumbuhkan mikroorganisme yang digunakan untuk penelitian. Proses *seeding* yang benar akan sangat menunjang keberhasilan eksperimen ini. Media bioball yang memiliki permukaan sangat luas yaitu  $200 - 240 \text{ m}^2/\text{m}^3$  memberikan potensi tempat pertumbuhan bakteri pengurai deterjen yang lebih banyak. Proses seeding memerlukan suhu optimum bagi pertumbuhan bakteri sekitar  $25^\circ\text{C} - 37^\circ\text{C}$ . Sedangkan pH Optimum untuk pertumbuhan bakteri sekitar  $6.5 - 7.5$  (Muliarta, I Ketut, 2004). Faktor lain yang mempengaruhi perlakuan terhadap *seeding* adalah tempat dimana *seeding* itu dilakukan harus terlindung dari sinar matahari secara langsung.

Sinar matahari akan mempengaruhi pertumbuhan bakteri. Beberapa jenis bakteri bisa mati akibat adanya sinar *Ultra Violet* (UV) yang terkandung di dalam sinar matahari. Proses *seeding* pada penelitian ini dilakukan pada Bengkel *Workshop*/Laboratorium Ujicoba Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Surabaya. Alat ditempatkan pada tempat teduh dengan pH yang dijaga pada sekitar 7.3, sedangkan suhu air limbah dijaga pada kisaran antara  $31^\circ\text{C}$ . Pada kondisi tersebut pertumbuhan bakteri akan berada pada pH dan suhu optimum.

Menurut Tchobanoglous (2004) dalam Rizki Amalia A (2017) menyatakan bahwa mikroorganisme metanogen secara umum merupakan mikroorganisme yang sensitif terhadap pH dengan kisaran 6,60 hingga 7,60. Sedangkan temperatur yang memberikan laju rekasi biologi secara optimum adalah pada suhu  $25^\circ\text{C}$  s.d.  $35^\circ\text{C}$  Pada penelitian ini, saat proses *seeding* rata-rata pH yang terukur adalah sebesar 7,3 dengan suhu sebesar  $31^\circ\text{C}$ . Kondisi

pH dan temperatur tersebut sangat mendukung atau berada dalam rentang pertumbuhan bakteri yang optimum.

### C. Kadar Deterjen.

Deterjen adalah senyawa organik, yang memiliki dua kutub dan bersifat non-polar karakteristik. Ada tiga jenis Deterjen yaitu anionik, kationik, dan non-ionik. Anionik dan permanen kationik memiliki muatan negatif dan positif yang melekat pada non-polar (hidrofobik) CC rantai. Deterjen non-ionik tidak mempunyai muatan ion tetap, hal ini terjadi karena mereka memiliki jumlah atom yang lemah elektropositif dan elektronegatif yang disebabkan oleh kekuatan menarik elektron atom oksigen. Surfaktan anion adalah salah satu dari zat yang paling penting, alami dan sintetik yang menunjukkan aktifitas dari metilen biru. Metode MBAS berguna sebagai penentuan kandungan surfaktan anion dari air dan limbah, tetapi kemungkinan adanya bentuk lain dari MBAS (selain interaksi antara metilen biru dan surfaktan anion) harus selalu diperhatikan (Rudi dkk., 2004).

Pada penelitian ini, parameter terukur adalah deterjen anionik, dengan menggunakan metode *Metylene BluActive Substances* (MBAS). Kinerja Bioreaktor dilihat dengan efisiensi penurunan kandungan deterjen. Efisiensi reduksi kandungan deterjen menggunakan reaktor Biofilter dengan menggunakan koagulasi, flokulasi, bioball, dan arang aktif ini diperoleh hasil rata-rata sebesar 94,1%. Sampel deterjen sebelum pengolahan 14,56 mg/L dan setelah melalui proses pengolahan menjadi 0,86 mg/L.

Penurunan kadar deterjen di bak biofilter pada penelitian ini menunjukkan penurunan secara perlahan dan terus menurun seiring lamanya waktu pengambilan dengan selang waktu 15 menit. Pada pengambilan 15 menit terakhir telah memperoleh hasil bahwa penurunan kadar deterjen yang diukur sebesar 94.1%. Hal tersebut menunjukkan bahwa bak pengendap dengan proses koagulasi, flokulasi, dan sedimentasi yang dikombinasikan terhadap bak biofilter dengan media bioball dan arang aktif menghasilkan potensi penurunan kadar deterjen pada air sampel yang sangat signifikan.

Penurunan kadar deterjen disebabkan oleh sifat bahan koagulan. Koagulan dibutuhkan guna memisahkan padatan terlarut atau suspended solid karena secara alami laju pengendapan sangat lambat. Sedangkan penambahan koagulan yang digunakan pada penelitian ini adalah Tawas ( $Al_2SO_4$ ) dimana semakin banyak ikatan molekul hidrat maka semakin banyak ion lawan yang nantinya diikat namun pada umumnya kurang stabil. (Haderiah & Dewi, 2015)

#### **D. Analisis Hasil Eksperimen dan Interpretasi Hasil Penelitian.**

Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat bioreaktor guna mengolah limbah deterjen agar memenuhi baku mutu yang ditetapkan. Hasil dari eksperimen kemudian di analisis dan interpretasi sesuai dengan hasil penelitian melalui pemeriksaan di laboratorium.

Kinerja Bioreaktor dilihat dengan efisiensi penurunan kandungan deterjen. Hasil pemeriksaan laboratorium terhadap kandungan deterjen setelah pengolahan akan dibandingkan dengan baku mutu yang ditetapkan oleh Gubernur Jawa Timur. Hasil laboratorium pada penelitian ini menunjukkan bahwa pengolahan melalui bioreaktor yang terdiri dari dua bak terhitung efektif menurunkan kadar deterjen.

Penurunan kadar deterjen pada penelitian ini sangat signifikan. Rata-rata kadar deterjen sebelum pengolahan adalah 14,56 mg/L dan turun menjadi 0,86 mg/L setelah melalui proses pengolahan menggunakan alat bioreaktor yang dirancang dalam penelitian ini. Terjadi selisih penurunan sebesar 13,7 mg/L atau terjadi penurunan kadar deterjen sebesar 94.1%.

Penurunan deterjen sebesar 94.1% merupakan hasil yang jauh lebih baik dibandingkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Astrid, Hadi Suryono, dan Pratiwi. Penelitian tersebut hanya menggunakan bak biofilter dengan menggunakan media bioball dan arang aktif. Penurunan deterjen dari hasil penelitian tersebut sebesar 31.98%.

Efisiensi reduksi kandungan deterjen disebabkan oleh sifat bahan koagulan. Koagulan dibutuhkan guna memisahkan padatan terlarut atau suspended solid karena secara alami laju pengendapan sangat lambat. Sedangkan penambahan koagulan yang digunakan pada penelitian ini adalah

Tawas ( $Al_2SO_4$ ) dimana semakin banyak ikatan molekul hidrat maka semakin banyak ion lawan yang nantinya diikat namun pada umumnya kurang stabil. (Haderiah & Dewi, 2015)

Penurunan kadar deterjen juga disebabkan oleh proses filtrasi menggunakan *Bioball* dan arang aktif. *Bioball* digunakan sebagai media filtrasi karena ringan, mudah dicuci ulang, dan memiliki luas permukaan spesifik yang paling besar di bandingkan dengan jenis media biofilter lainnya. Ukurannya sebesar  $200 - 240 \text{ m}^2/\text{m}^3$ . Selain itu *Bioball* dipilih sebagai media filtrasi karena berfungsi sebagai tempat hidup bakteri – bakteri yang diperlukan untuk menjaga kualitas air. Sistem biofilter anaerob-aerob ini cukup sederhana, operasinya mudah, dan tanpa bahan kimia serta tanpa membutuhkan banyak energi. (Yan, dkk, 2012). Air limbah deterjen dialirkan ke reaktor biofilter, mikroorganisme yang ada akan menguraikan zat organik dalam limbah deterjen dan akan menempel pada permukaan *bioball*.

Hasil percobaan pada penelitian ini menunjukkan bahwa filtrasi dengan menggunakan modifikasi bak pengendap dengan biofilter menggunakan media *bioball* dan arang aktif bisa menurunkan kadar deterjen sehingga memenuhi kadar maksimum yang dipersyaratkan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013. Dalam Pergub Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya menyatakan bahwa baku mutu air limbah sabun/deterjen batas maksimalnya adalah 3 mg/L.

## **BAB VI PENUTUP**

### **A. Kesimpulan**

1. Rancang bangun reactor biofilter yang terdiri dari bak pengendap (koagulasi, flokulasi dan sedimentasi) yang dimodifikasi dengan bak biofilter dengan media *bioball* dan arang aktif telah menghasilkan efektifitas terhadap penurunan deterjen secara efektif.
2. Proses seeding selama 2 minggu dengan mengendalikan pH sekitar 7,3 dan suhu rata-rata  $31^\circ\text{C}$  telah sesuai dengan kondisi optimum bagi

pertumbuhan bakteri yang diharapkan yaitu pH antara 6.5 – 7.5, sedangkan suhu antara 25<sup>0</sup>C – 37<sup>0</sup>C.

3. Kadar deterjen yang diperoleh dari hasil pada penelitian menggunakan reactor biofilter modifikasi dapat menurun sebesar 94.1% (dari kadar awal 14.56 mg/l menjadi 0.86 mg/l).
4. Efektivitas pengolahan alat reaktor biofilter untuk menurunkan kadar deterjen sebesar 94,1% jauh lebih kecil dari ketentuan standar baku Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013 sebesar 3 mg/L.

## **B. Saran**

1. Penggunaan bahan-bahan anorganik seperti untuk mengolah limbah deterjen perlu dimasyarakatkan, karena terbukti bahan-bahan anorganik tersebut memiliki potensi yang cukup besar dalam menyaring bahan-bahan yang terkandung dalam limbah domestik seperti deterjen.
2. Rancang bangun reaktor biofilter dalam pengolahan limbah deterjen ini efektif dan berwawasan lingkungan, maka perlu diupayakan untuk memasyarakatkan rancang bangun peralatan ini khususnya ke pengelola laundry yang saat ini tumbuh subur di masyarakat.
3. Untuk pemanfaatan pengolahan limbah deterjen ini, terlebih dahulu diperlukan adanya sosialisasi tentang sistem tersebut agar masyarakat dapat memahami dan mengetahui penggunaannya dengan baik, bahkan jika memungkinkan dapat dikembangkan lebih jauh.

## DAFTAR PUSTAKA

- Astrid Retno Hapsari, Hadi Suryono, Pratiwi Hermiyanti, e-Journal Gema Kesehatan Lingkungan. Vol 14. No.3.ISSN 1693-3761: 162-165. 2016. *Perbandingan Efektifitas Media Biofilter Pecahan Genteng dan Bioball Dalam Menurunkan Kadar Deterjen Limbah Laundry*
- Astuti, Sri Widya dan Sinaga, Mersi Suriani. *Jurnal Teknik Kimia Universitas Sumatra Utara* Volume 4 Nomor 2: 53 – 58. ISSN : 2337-4888. Juni 2015. *Pengolahan Limbah Laundry Menggunakan Metode Biosand Filter Untuk Mendegradasi Fosfat..*
- Budijanto, Didik dan Prajoga. 2005. *Metodologi Penelitian*. Surabaya: Unit Penelitian dan Pengabdian Masyarakat.
- Chandra, Budiman. 2012. *Pengantar Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: EGC Kedokteran.
- Fauzi, Akhmat. 2015. *Permasalahan Limbah Cair Rumah Tangga yang Tak Menentu* [Online]. [http://www.kompasiana.com/uziachmat/permasalahan-limbah-cair-rumah-tangga-yang-tak-menentu\\_551f5595813311f4379df01b](http://www.kompasiana.com/uziachmat/permasalahan-limbah-cair-rumah-tangga-yang-tak-menentu_551f5595813311f4379df01b). Diakses tanggal 18 Desember 2015.
- Haderia, Novi Utami Dewi. 2015. *Jurnal Higiene* Volume 1 Nomor 1: Januari – April 2015. ISSN : 2443-1141. *Meminimalisir Kadar Deterjen Dengan Penambahan Koagulan dan Foltrasi Media Saring pada Limbah Kamar Mandi*.
- Herlambang, A dan R. Marsidi. 2003. *Jurnal Teknologi Lingkungan* Volume 4 Nomor 1 : 46-55. *Proses Denitrifikasi dengan Sistem Biofilter untuk Pengolahan Air Limbah yang Mengandung Nitrat*.
- Madani, Hineko Citra. 2013. *Media Sarang Tawon (Honeycomb)*. <http://www.mediasarangtawon.com/p/media-sarang-tawon-honeycomb.html>. Diakses tanggal 19 Januari 2016.
- Fitri Dewi, M. Faisal, Mariana. *Jurnal Teknik Kimia* Volume 4 Nomor 1: 7 – 10. ISSN : 2337-4888. Maret 2015. *Efisiensi Penyerapan Phospat Limbah Laundry Menggunakan Kangkung Air (*Ipomoea Aquatic Forsk*) Dan Jeringau (*Acorus Calamus*)*.
- Muliarta, I Ketut. 2004. *Pedoman Teknis Pengelolaan Limbah Cair Industri Kecil*. Jakarta : Kementerian Lingkungan Hidup.
- Nani Apriyani.2017.*Media Ilmiah Teknik Lingkungan*. Vol.2: 37-44. *Penurunan Kadar Surfaktaktan dan Sulfat Pada Limbah Laundry*.
- Nugroho,Mastri. 2014. *Korelasi Visi Misi Revolusi Mental dengan 3 Kebutuhan Dasar Manusia (Sandang, Pangan, Papan)*. Kompasiana [Online].

[http://m.kompasiana.com/maste123/korelasi-visi-misi-revolusi-mental-dengan-3-kebutuhan-dasar-manusia-sandangpangan=papan\\_54f76d11a33311c45286461e](http://m.kompasiana.com/maste123/korelasi-visi-misi-revolusi-mental-dengan-3-kebutuhan-dasar-manusia-sandangpangan=papan_54f76d11a33311c45286461e). Diakses tanggal 09 April 2018.

Notoadmodjo, Soekidjo. 2012. *Metode Penelitian Kesehatan*. Jakarta : PT Asdi Mahasatya.

Padmaningrum, R.T., Tien Aminatun, Yuliati. *Jurnal Penelitian Sainstek* Volume 19 Nomor 2: 65 - 74. 2014. Pengaruh Biomassa Melati Air (*Echinodorus Paleaefolius*) dan Teratai (*Nyphaea Firecrest*) Terhadap Kadar Fosfat, BOD, COD, TSS, Dan Derajat Keasaman Limbah Cair Laundry.

Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/ atau Kegiatan Usaha Lainnya.

Pratiwi, N. D., Riza Azhari, Siti Rukaya. 2011. *Dampak Penggunaan Deterjen Sebagai Pembersih Pakaian dalam Kehidupan*. <http://punyavika.wordpress.com/2011/12/25/dampak-penggunaan-deterjen-sebagai-pembersih-pakaian-dalam-kehidupan/>. Diakses tanggal 10 April 2018.

Purnawijayanti, H.A., 2001. *Sanitasi, Hiegene dan Keselamatan Kerja dalam Pengolahan Makanan*. Yogyakarta: Kanisius.

Puspitathati, Cony., Jurnal Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS, 2012. *Studi Kinerja Biosand Filter dalam Mengolah Limbah Laundry dengan Parameter Fosfat*.

Putri, Meissa. 2014. Industri “Laundry” di Indonesia Berkembang Pesat, Tenaga Kurang. Berita Satu [Online]. <http://m.beritasatu.com/ekonomi/170934-industri-laundry-di-indonesia-berkembang-pesat-tenaga-kurang.html>. Diakses tanggal 10 April 2017.

Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara. 2005. Batu Apung (Pumice). [http://www.tekmira.esdm.go.id/data/Batuapung/ulasan.asp?xdir=Batuapung&commId=3&comm=Batu%20apung%20\(pumice\)](http://www.tekmira.esdm.go.id/data/Batuapung/ulasan.asp?xdir=Batuapung&commId=3&comm=Batu%20apung%20(pumice)). Diakses tanggal 11 April 2018.

Rakhmawati, Anasia Puspa dan Nieke Karnaningroem. 2012. “Pengolahan Air Limbah Laundry Dengan Reaktor Biofilter Dan Koagulasi Flokulasi.” Dalam: Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XVI hal E-2-1 – E-2-8. Surabaya: ITS. ISBN 978-602-97491-5-1.

Ridwan, Agus Supriadi,. 2010. Batu Apung (*Pumice*). <http://documents.tips/documents/batu-apung.html>. Diakses pada tanggal 11 April 2018.

Rizki Amalia Ananda, Etih Hartati, dan Salafudin. 2017. “*Seeding* dan Aklimatisasi pada Proses Anaerob *Two Stage System* menggunakan Reaktor *Fixed Bed*.” Jurnal On line Teknik Lingkungan No.1 Vol. 6, Institut Teknologi Nasional.

- Rudi, La, Suratno, W., dan Paundanan, J., 2004, *Perbandingan Penentuan Surfaktan Anionik Dengan Spektrofotometer UV-ST Menggunakan Pengompleks Malasit hijau Dan Metilen biru*, Jurnal Kimia Lingkungan, Vol. 6 No. 1, Surabaya: Universitas Airlangga
- Said, Nusa Idaman dan Adi Nugroho. 2014. *Peningkatan kualitas Air Baku Air Minum dengan Teknologi Biofilter*. Jakarta : BPPT.
- Said, Nusa Idaman. *Jurnal Teknik Lingkungan P3TL – BPPT Volume 7 Nomor 1: 97 – 108*. 2006. Penghilangan Deterjen dan Senyawa Organik dalam Air Baku Air Minum dengan Proses Biofilter Unggun Tercelup.
- Said, Nusa Idaman. 2008. *Pengolahan Air Limbah Domestik di DKI Djakarta “Tinjauan Permasalahan, Srtategi dan Teknologi Pengolahan”*. Jakarta: Pusat Teknologi Lingkungan.
- Said, Nusa Idaman. 2005. *Pengolahan Air Limbah Domestik di DKI Djakarta “Tinjauan Permasalahan, Srtategi dan Teknologi Pengolahan”*. Jakarta: Pusat Teknologi Lingkungan.
- Sugiyono. 2014. *Metode Penelitian Kuntitatif Kualitatif Dan R&D*. Bandung: CV Alfabeta.
- Suradji, Didik. 2006. *Kesehatan Lingkungan*. Surabaya : Media Ilmu.
- Switarto, Bambang dan Sugito. *Jurnal Teknik Waktu Volume 1 Nomor 2: 23 - 31*. ISSN: 1412-1867. Juli 2012. Aplikasi Biofilter Aeobik Untuk Menurunkan Kandungan Deterjen Pada Air Limbah Laundry.
- Tri Suarbawa , I Komang dan Ali, Munawar. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan 6 (2): 65 – 72*. ISSN 2085-501-X. 2015. Anaerob Fixed Bed Reaktor Untuk Menurunkan COD, Fosfat (PO<sub>4</sub>) dan Deterjen (LAS).
- Wibowo, Aditya Yolanda dan Ardian Putra. *Jurnal Fisika Unand Volume 2 Nomor 3: 155-161*. ISSN 2302-8491. 2013. Pengaruh Ukuran Partikel Batu Apung Terhadap Kemampuan Serapan Caran Limbah Logam Berat.

















